

**ANÁLISE DO PROCESSO INVESTIGATIVO A PARTIR DE
PROPOSIÇÕES ORIENTADAS DE PROBLEMAS NO
ENSINO DE ACÚSTICA.**

Graciela de Lima Freitas

Trabalho de Conclusão de Curso no formato de artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori

Caçapava do Sul, RS, dezembro de 2018.

Análise do Processo Investigativo a partir de Proposições Orientadas de Problemas no Ensino de Acústica

Graciela de Lima Freitas¹ – seduc.gracielafreitas@gmail.com
Paulo Henrique dos Santos Sartori² – phssartori@gmail.com

Resumo: O presente estudo trata de uma proposta no âmbito do Ensino de Física, sobre o tema “Estudo do Som”. Neste trabalho é discutido o papel das atividades experimentais investigativas em sala de aula relacionadas à Física. Foi analisado como os alunos, do terceiro ano do Ensino Médio Integrado de uma escola pública do município de Caçapava do Sul – RS, se apropriam e interagem com o processo de investigação e quais as relações empíricas que eles inferem nesse tipo de atividade. Constatou-se que o grupo de alunos realizou o que chamamos de Proposições Orientadas de Problemas de forma autônoma, colaborativa e criteriosa. Apresentaram a capacidade de refletir criticamente sobre o processo, denotando um saber-fazer muito próximo ao que se esperaria de uma abordagem típica de investigações científicas, obtendo relações empíricas pertinentes às diversas situações enfrentadas.

Palavras-chave: Atividades Investigativas; Experimentação; Estudo do Som.

Abstract: The present study deals with a proposal in the field of Physics Teaching, on the theme "Sound Study". In this paper the role of experimental research activities in the classroom related to physics is discussed. It was analyzed how students of the third year of the Integrated High School in a public school in the municipality of Caçapava do Sul - RS appropriate and interact with the research process and what empirical relationships they infer in this type of activity. It was verified that the group of students accomplished what we call Problems Oriented Propositions in an autonomous, collaborative and careful way. They presented the capacity to reflect critically on the process, denoting a know-how very close to what would be expected of a typical approach of scientific investigations, obtaining empirical relations pertinent to the different situations faced.

Keywords: Investigative Activities; Experimentation; Sound Study.

Introdução

Na busca de melhoria no Ensino de Física e de o aluno adquirir habilidades que o tornem autônomo na construção do seu conhecimento sobre Ciências, este trabalho discute o papel de atividades experimentais investigativas na prática escolar, e também trata de uma proposta de ensino utilizando algumas atividades que instiguem a investigação/pesquisa em sala de aula na forma de oficina. Essas atividades partiram de proposições orientadas de

¹ Funcionária do Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro e Pós-graduanda em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, RS.

² Professor da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, RS.

problemas que têm como objetivo a obtenção de relações empíricas, isto é, resultados derivados dos experimentos e observações realizadas pelos alunos. As atividades foram propostas a uma turma de alunos de Ensino Médio em uma Escola pública de Caçapava do Sul. O tema “Estudo do Som” foi contemplado para ser desenvolvido nessa proposta de ensino. Como apontam Steffani et al.,

O som é um tema fascinante e envolvente, que pode ser amplamente explorado por professores de ciências, de matemática, de física, de música ou de biologia, até porque, é um tema de grande interesse para a maior parte dos alunos. Em toda e qualquer turma de alunos há algum que se interessa por música, toca algum instrumento, ou tem um instrumento musical em casa. Isso para não falar naqueles que conseguem “fazer música” soprando numa folha de árvore ou de papel, ou na boca de garrafas parcialmente preenchidas com água, ou simulando um xilofone com copos de cristal (STEFFANI et al., p. 2).

O presente artigo tem como objetivo de pesquisa discutir como se desenvolveu o processo de investigação realizado por esses alunos durante as atividades experimentais sobre o tema e quais as relações empíricas que esses alunos conseguiram depreender.

O Ensino de Física através da discussão de conceitos, leis e fórmulas, tem se apresentado, com certa frequência, de forma desarticulada e distante do cotidiano dos alunos e também dos professores, como está enfatizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no que se refere aos conhecimentos de Física (BRASIL, 1999). Segundo Azevedo (2006), as últimas investigações sugerem que ao separar a resolução de problemas, a teoria e as aulas práticas, os alunos acabam possuindo uma ideia alterada do que é ciência, sendo que tais formas de trabalho deveriam estar relacionadas umas com as outras, formando um todo coerente e interdependente.

Nos PCN's, destaca-se que é preciso rediscutir qual Física ensinar para que haja uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada, isto é, não se trata de preparar diferentes listas de conteúdo, mas de promover um conhecimento contextualizado e próximo da vida do aluno. Portanto, para isso, é importante levar em consideração o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Assim, trabalhos de pesquisa em ensino revelam que os educandos aprendem mais sobre ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas no laboratório de pesquisa (HODSON, 1992 *apud* AZEVEDO, 2006).

O trabalho experimental é uma das ferramentas que o Ensino de Física disponibiliza e que pode ser utilizado para a aprendizagem dos alunos. Assim, de acordo com Delizoicov;

Angotti (1994), as experiências despertam o interesse dos alunos e propiciam uma situação de investigação, e se esses dois fatores forem levados em consideração no momento do planejamento das atividades, estas podem constituir situações “ricas no processo de ensino-aprendizagem”. Ainda sobre o trabalho experimental, os autores apontam:

Considera-se mais conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação. Desta forma, o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em Ciências (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 22-23).

As atividades experimentais aqui propostas apresentam a característica de utilizar materiais de baixo custo e acessíveis, não necessitando de ambiente de laboratório para serem executadas. Também envolvem o uso de aplicativos para *smartphones* que simulam instrumentos de laboratório difíceis de serem encontrados nas escolas. Tal perspectiva é compartilhada com Borges (2002), para o qual, as atividades práticas são equivocadamente confundidas com a necessidade de um espaço com materiais especiais para o desenvolvimento de atividades experimentais, as mesmas podem ser realizadas em qualquer sala de aula, não necessitando de equipamentos sofisticados. E assim, “qualquer que seja o método de ensino-aprendizagem escolhido, deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade” (BORGES, 2002, p. 294).

Fundamentação Teórica

Partindo para estudos de metodologias ou abordagens que auxiliem o Ensino de Física em sala de aula, tornando-o mais contextualizado, dinâmico, atraente e mais próximo da realidade de trabalhos científicos, são sugeridas propostas que seguem a linha do ensino por investigação e da experimentação.

De acordo com Azevedo (2006), a atividade investigativa é uma estratégia importante no Ensino de Física e de Ciências em geral. As atividades investigativas tanto podem ser questões abertas e problemas abertos como demonstrações investigativas e laboratórios abertos. Mas para que uma atividade possa ser considerada investigativa Azevedo sinaliza:

[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica. Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado (AZEVEDO, 2006, p. 21).

Ao desenvolvermos atividades dessa natureza, a qual pode ser considerada investigativa conforme seu planejamento, objetivo e desenvolvimento, não deve-se esquecer que temos como objetivo a construção de um conhecimento e que o processo é tão importante quanto o produto. O aluno, através desse tipo de atividade, pode dar início à construção de sua autonomia, pois a partir do processo de pensar, o qual é resultado da participação do aluno no seu método de aprendizagem, sai de uma postura passiva e inicia a ação sobre o seu objeto de estudo, relacionando esse objeto com acontecimentos e procurando as causas dessa relação, para assim ter uma explicação para suas ações/interações (CARVALHO et al., 1998 *apud* AZEVEDO, 2006).

A observação e a ação são pressupostos básicos para uma atividade investigativa. Por meio desses, os alunos poderão perceber que o conhecimento científico ocorre através de uma construção, verificando seu caráter dinâmico e aberto, contrariando o que descrevem os livros de Ciências sobre o método científico, o qual é caracterizado como algo fechado e que segue uma sequência lógica e rígida (AZEVEDO, 2006).

São listados em cinco grupos os objetivos pedagógicos que se procura atingir com a abordagem de atividades investigativas:

Habilidades – de manipular, questionar, investigar, organizar, comunicar;
Conceitos – por exemplo: hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;
Habilidades cognitivas – pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, síntese;
Compreensão da natureza da ciência – empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas;
Atitudes – por exemplo: curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência (AZEVEDO, 2006, p. 24).

Seguindo esta linha, pode-se dar início à discussão da atividade experimental investigativa que tem como característica o desenvolvimento científico das atividades em sala de aula. Assim:

[...] numa estratégia investigativa muitas competências científicas – identificação de variáveis, construção de tabelas e gráficos, descrição de relações entre variáveis, seleção e tratamento de informação, formulação de hipóteses, planejamento e execução de investigações, por exemplo, podem ser sucessivamente utilizadas e aperfeiçoadas promovendo o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico, da auto-aprendizagem e da capacidade de resolver problemas (REIS, 1996, *apud* FERNANDES; SILVA, 2004, p. 47).

Desta forma, professores e alunos poderão envolver-se em conjunto numa atividade que pode ser ao mesmo tempo “construtivista, reflexiva e interativa” (HODSON, 1994 *apud* FERNANDES; SILVA, 2004, p. 47).

Azevedo (2006) descreve categorias de atividades investigativas que poderão ser tratadas como problemas a serem resolvidos: Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto, Questões Abertas, e Problemas Abertos.

Neste estudo, a proposta sugerida aos alunos se aproxima das características das atividades investigativas do tipo Laboratório Aberto, pois trata-se de atividades experimentais de caráter investigativo para a resolução de problemas. Uma atividade de Laboratório Aberto busca a solução de uma questão (problema), que será respondida por uma experiência. Esse trajeto até a resposta é basicamente dividido em seis momentos: proposta do problema, levantamento de hipóteses, elaboração do plano de trabalho, montagem do arranjo experimental e coleta de dados, análise dos dados e conclusão (AZEVEDO, 2006, p. 27-29).

Parente (2012) fez uma prospecção a respeito das várias modalidades de ensino investigativo e constatou que pode ser utilizado em diversas situações: o ensino por descobrimento dirigido, a investigação dirigida, a investigação orientada, o ensino por pesquisa, o educar pela pesquisa e a investigação escolar. Para a autora, as principais características desse processo de ensino por investigação são:

[...] a seleção e a formulação de um problema; a formulação e a seleção de conjecturas ou hipóteses iniciais; o planejamento necessário para dar solução ao problema investigado; a execução do planejamento acordado; a preparação e análise dos dados obtidos; a expressão dos resultados; a conclusão do trabalho e, por fim, a comunicação para a formulação dos resultados da investigação (PARENTE, 2012, p. 45).

Nesse sentido, a proposta de trabalho, de modo geral, procura se aproximar dos aspectos de uma investigação dirigida-orientada-escolar. O que está sendo denominada Proposição Orientada de Problema é uma forma de investigação baseada nos principais pressupostos do ensino investigativo amplamente aqui delineados. A ‘proposição’ se refere ao estabelecimento de uma proposta de trabalho, uma empreitada a ser trilhada, elaborada pelo organizador e promotor da ação: o pesquisador e/ou professor. É ‘orientada’ no sentido de guiar, quando necessário, o alinhamento de questões ou aspectos que visem o melhor rumo do trabalho investigativo, desde seu planejamento até sua execução. E, por fim, envolve um ‘problema’, uma questão de partida para ser investigada.

Para a realização das atividades os alunos tiveram como suporte o uso de uma tecnologia comum entre os estudantes: o *smartphone*. A motivação para o uso desta ferramenta é a sua presença e familiaridade de uso entre os alunos e, também, devido à indisponibilidade de equipamentos de laboratório específicos para a realização das atividades.

Assim, os alunos fizeram *downloads* dos aplicativos que auxiliaram nas atividades experimentais como o decibelímetro, o frequencímetro e o gerador de áudio.

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) estão presentes em nosso dia a dia e na vida dos estudantes. Partindo disto, as atividades experimentais podem usar as TIC como ferramenta em seu favor, considerando suas limitações. Assim, segundo Barbosa et al. (2017) as simulações, utilizando o *smartphone* podem ser usadas como um complemento no processo de ensino e de aprendizagem, mas não devem substituir as aulas em laboratório, servindo sim, como um recurso a mais no ensino. Ainda, conforme Barbosa et al. (2017) o objetivo do uso pedagógico do *smartphone* em sala de aula, para assim contribuir para o Ensino de Física, é “mediante aulas lúdicas onde os alunos tem um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, enquanto o professor tem a função de facilitador, orientador e provocador de reflexões” (BARBOSA et al., 2017, p. 2). Barbosa ainda considera:

No ambiente educacional Lévy (1993) tem o posicionamento de que a multimídia interativa é um instrumento bem ajustado a uma pedagogia ativa, pois favorece uma atitude exploratória, até mesmo lúdica, diante do assunto a ser assimilado (LÉVY, 1993, apud, BARBOSA et al., 2017, p. 3).

Atualmente, em muitos laboratórios de Física de escolas de Ensino Médio, os problemas estão desde espaços inadequados para a realização de atividades até a inexistência de equipamentos para a realização de experimentos, tendo como uma possível solução, para contornar esses problemas, a elaboração de experimentos de baixo custo. Portanto, a utilização de telefones (tipo *smartphones*) por serem comuns e já fazerem parte do dia a dia dos professores e alunos, pode ser uma alternativa viável para substituir, com razoável confiabilidade, instrumentos de laboratório. Guedes (2015) em seu trabalho resolveu “pesquisar aplicativos voltados para a geração de sinais em celulares e verificar a viabilidade de utilizá-los como um gerador de sinais em um experimento de baixo custo para estudo das ondas estacionárias em uma corda” (GUEDES, 2015, p. 1), justificando, assim, o uso de um telefone com um aplicativo instalado capaz de simular o funcionamento de aparelhos sofisticados e caros para aquisição pelas escolas.

Guedes (2015) destaca sobre o *smartphone*:

Os *smartphones* atuais podem ser considerados verdadeiros computadores de bolso, uma vez que, alguns têm poder de processamento e memória similares a computadores do tipo desktop. Outra característica dos *smartphones* é a grande quantidade de aplicativos voltados para as mais variadas necessidades (GUEDES, 2015, p. 1).

Estudos Relacionados

Vários trabalhos foram pesquisados e analisados na busca por estudos que se referissem a práticas experimentais investigativas no Ensino de Física alinhadas com a tecnologia e o tema “estudo do som”. As pesquisas foram realizadas utilizando a ferramenta *Google Acadêmico* (<https://scholar.google.com.br>) com as seguintes palavras-chave para busca dos estudos relacionados: “Atividades experimentais investigativas”, “Atividades investigativas e Ensino de Física”, “Uso de tecnologias e Ensino de Física”, “Uso de *smartphones* e Ensino de Física”, “Estudo do som e Ensino de Física” e “Som e atividades experimentais”. Foram analisados e estudados teses, dissertações e artigos, incluindo livros e documentos oficiais (PCN). Foram encontrados trabalhos que propunham o Educar pela Pesquisa em atividades no Ensino de Física, embora nem todos estivessem ligados a atividades experimentais. Outros estudos trazem o enfoque no processo dito investigativo, em Física e em outras áreas da Ciência. E por último, alguns artigos sobre a experimentação com temas ligados ao “Estudo do som” e o uso de *smartphones* em sala de aula.

Dentre os materiais avaliados, selecionou-se alguns estudos que mais se aproximaram da ênfase e das diretrizes do trabalho aqui proposto. A seguir, faz-se uma breve explanação sobre eles, expondo as características mais relevantes e relacionadas com o referencial teórico adotado.

No artigo de Prestes e Silva (2009) descreve-se o desenvolvimento de um projeto interdisciplinar com alunos de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, sob o tema “Fontes de Energia”. Foi proposta aos alunos a construção de uma representação teórica a partir de uma situação-problema preparada pelo professor. Este trabalho também foi orientado pelo enfoque do educar pela pesquisa, proporcionando modificações em relação ao papel do professor e dos alunos, resultando num “processo cíclico de questionamento, construção de argumentos e comunicação” e também “contribuiu para o desenvolvimento de novas competências, como a capacidade de questionamento crítico, a autonomia na busca do conhecimento e a melhoria da comunicação” (PRESTES; SILVA, 2009, p.7).

Oliveira et al. (2010) trazem a proposta da educação pela pesquisa em conjunto com práticas experimentais utilizadas no Ensino de Física. Nessa proposta foi desenvolvida uma oficina, sobre o tema “Energia”, com uma turma de alunos de Ensino Médio, de onde foram coletadas informações para complementar as considerações teóricas. Moraes (2004) descreve que a educação pela pesquisa propõe a experimentação com caráter investigativo, assim as atividades experimentais possibilitam a relação entre os aspectos teóricos e empíricos dos

vários conteúdos (MORAES, 2004, *apud* OLIVEIRA et al., 2010.). Assim, concluem que a experimentação trabalhada nos moldes da educação aliada à pesquisa, no Ensino de Física, pode proporcionar bons resultados em termos de aprendizagem por motivos cujos efeitos se somam, o da educação pela pesquisa e o da experimentação aplicada ao Ensino de Física.

Já Coelho et al., (2010), apresentam o relato de uma experiência de introdução à prática da pesquisa, realizada por um dos alunos de um curso de mestrado com ênfase na formação de professores pesquisadores. A pesquisa foi desenvolvida com alunos do Ensino Fundamental e Médio, na qual foram realizadas atividades experimentais no campo da eletricidade, onde foi contemplada a aplicação de atividades de elaboração de projeto de pesquisa, de análise e interpretação de dados e concluindo com a realização coletiva desse trabalho, sempre “considerando a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, visando à melhoria da prática pedagógica do professor-pesquisador e a maiores possibilidades de aprendizagem para o aluno”. Esta pesquisa intitulada “Investigando as Implicações dos Conhecimentos Prévios na Aprendizagem de noções de Eletricidade”, “investigou como os sujeitos constroem seus conceitos científicos a partir de seus conhecimentos prévios e quais os papéis desses conhecimentos em sua aprendizagem”. Assim, Coelho et al., (2010), concluem que aprendizagens baseadas na introdução à prática da pesquisa em disciplinas de cursos de formação de professores são instrumentos importantes “para a construção de uma visão crítica e o exercício de um olhar atento em relação ao conhecimento prévio dos alunos, a suas dificuldades e reações, aos materiais instrucionais e aos processos de ensino e aprendizagem” (COELHO et al., 2010, p. 564).

Fernandes e Silva (2004) relatam em seu trabalho os resultados de uma experiência desenvolvida com alunos, a qual envolveu a concepção e implementação do Trabalho Experimental de Investigação, e que tinha como objetivo verificar a importância dada pelos alunos que participavam desta atividade em relação ao trabalho experimental que desenvolviam anteriormente. O tema abordado nesta experiência foi “Constituintes químicos da matéria viva”. A atividade ocorreu com a divisão dos alunos em grupos e se desenvolveu dividida em três fases que contemplaram a resolução de questionários, planejamento e desenvolvimento da atividade experimental. Partindo da opinião dos alunos em relação ao trabalho experimental investigativo, presente nas respostas dos questionários, foram construídas competências atitudinais e procedimentais e, a partir destas, foram feitas análises sobre a potencialidade do trabalho experimental investigativo. Em relação ao trabalho experimental investigativo, o estudo foi introduzido discutindo que “o trabalho experimental

deixa de ser encarado apenas como uma atividade que envolve o “fazer”, para envolver sobretudo o “pensar” (MIGUÉNS, 1999 *apud* FERNANDES; SILVA, 2004). E defende-se que o “trabalho experimental que pretenda aproximar-se de uma investigação, tem que integrar outros aspectos igualmente importantes da atividade científica” (GIL PEREZ; CASTRO, 1996 *apud* FERNANDES; SILVA, 2004). Ao concluir o estudo, Fernandes e Silva, destacam que “o trabalho experimental de investigação foi positivamente acolhido e explorado” pela maioria dos estudantes, “possibilitou a mobilização/desenvolvimento de um conjunto de competências procedimentais e atitudinais sendo que o trabalho experimental realizado habitualmente nas aulas não ajudava a mobilizar/desenvolver”, e também, “o trabalho experimental de investigação revelou-se como uma atividade que possibilitou aos alunos “pensar cientificamente”, permitindo-lhes resolver um problema prático do seu próprio interesse” (FERNANDES; SILVA, 2004, p. 56-57).

Suart e Marcondes (2009) propuseram em seu trabalho uma atividade experimental investigativa, denominada laboratório aberto, para investigar as habilidades cognitivas manifestadas por alunos da disciplina de Química do primeiro Ano do Ensino Médio, que deveriam investigar quais os fatores que interferem na temperatura de ebulição de um material. O objetivo do trabalho era “investigar se o aluno, ao participar de atividades experimentais investigativas mediadas pelo professor, raciocina sobre o problema proposto e procura respostas para sua solução a partir da proposição de hipóteses e análise dos dados, manifestando assim, suas habilidades de cognição”. Os experimentos investigativos podem ser uma estratégia para desenvolver o raciocínio lógico e as habilidades cognitivas essenciais para a construção do conhecimento químico e para a formação social e científica, pois estes permitem a participação mais ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Segundo os autores deste estudo, “os resultados obtidos podem contribuir para a realização de ações de formação continuada junto a professores de Química visando a análise, elaboração e aplicação de atividades que contribuam para uma melhor formação dos alunos”. Também concluíram que estas atividades “podem contribuir para construção de conhecimentos químicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias para a formação de indivíduos críticos e com atitude, exigidas por nossa sociedade em constante transformação” (SUART; MARCONDES, 2009, p. 71).

Diogo e Gobara (2007) descrevem em seu artigo análises de uma pesquisa de campo, na qual foi desenvolvido um material que tinha como base a teoria da aprendizagem significativa, que se utilizou das tecnologias da informação e comunicação “como recurso

educacional para o ensino introdutório da Física do Som”. Os pesquisadores relatam apenas um dos desafios propostos, intitulado “O pernilongo e os sons”, que foi apresentado em forma de curso disponibilizado na plataforma *Moodle*. O objetivo deste trabalho era verificar se desafios em sequência podem contribuir para a aprendizagem de conceitos físicos, e também testar a seguinte hipótese: “as tecnologias da informação e comunicação (TIC) representam um material adequado e eficiente para favorecer a aprendizagem de conceitos de Física em alunos de Ensino Médio”. Os resultados desta pesquisa de campo indicam que o desafio testado “favorece a aprendizagem e a construção do conhecimento pelo aluno” e, também, que as TIC podem ser consideradas como mais um recurso a ser utilizado em sala de aula para auxiliar na aprendizagem dos alunos (DIOGO e GOBARA, 2007, p. 1-3-10).

Bressane et al. (2010) tratam de um trabalho de revisão bibliográfica sobre o tema “Poluição Sonora” em que foi constatado que as “publicações não evidenciam os fundamentos da teoria acústica”. No artigo de Bressane et al. (2010) são discutidos e apresentados os principais conceitos relacionados às propriedades do som, princípios de propagação e fenômenos sonoros correlatos. Tem a pretensão de compor uma fonte bibliográfica alternativa, com o intuito de contribuir com o rompimento de barreiras para iniciantes que têm pouco entendimento sobre o assunto.

O trabalho de Rui e Steffani (2006) apresenta um recurso didático como uma forma de contribuição para o Ensino de Física, tanto para o Ensino Fundamental como para o Ensino Médio, o qual pode ser explorado em Ciências, Física, Biologia e Música. Este recurso “trata-se de um painel sobre audição humana, focalizando os fenômenos físicos que ocorrem ao longo do ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno no processo da audição”. Assim, o estudo da audição humana revela-se com condições potenciais para uma proposta interdisciplinar, com o tema “o som” como centro de estudo. No Ensino de Física pode ser trabalhado o estudo da produção, propagação e percepção do som introduzindo uma série de conceitos físicos como a vibração, frequência, período, velocidade, comprimento de onda, energia, pressão, ressonância dentre outros. Surge então o seguinte questionamento, “porque não aplicar as leis da Física para explicar o funcionamento do próprio corpo ou dos seres vivos em geral?”. Os autores justificam que na realidade a Física explica boa parte do funcionamento do nosso corpo através da Biofísica, “que é a ciência que tem por objeto a investigação dos fenômenos fundamentais de todo o organismo vivo e sua explicação por métodos físicos, por exemplo, a atividade das células sensitivas, musculares e nervosas” (Dicionários Técnicos Melhoramentos – Física, 1980 *apud* RUI; STEFFANI, 2006, p. 37).

Outros temas ligados ao som e ao processo de audição são sugeridos no artigo. Também concluíram que este estudo permite, através da multidisciplinaridade de conceitos que podem ser trabalhados para a “compreensão do funcionamento do próprio corpo humano, uma aprendizagem significativa para os estudantes” (RUI; STEFFANI, 2006, p. 48).

Desenvolvimento:

A atividade proposta neste trabalho foi o desenvolvimento de uma oficina com alunos do terceiro ano do Ensino Médio Integrado do Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro. A turma é composta por doze alunos, sendo seis meninas e seis meninos. Para preservar a identidade dos alunos eles foram identificados pela letra ‘A’ seguida dos números de 1 até 12. A turma apresenta características peculiares como iniciativa, determinação, cooperação. Os alunos, em sua maioria podem ser considerados proativos, e alguns desses alunos se destacam por terem conhecimentos que vão além da sala de aula.

A oficina foi realizada em três módulos, com duração de dois períodos de aula de quarenta minutos cada, durante o turno regular de aula.

Para a coleta de dados, utilizou-se de: folhas de registros contendo as anotações dos alunos; observações próprias dos pesquisadores relatadas em textos descritivos e gravações de áudio transcritas.

No primeiro módulo foi desenvolvida a teoria básica para dar suporte às atividades práticas em sequência, a qual foi chamada de apresentação conceitual. Foram apresentados os conteúdos, iniciando com uma problematização sobre questões sociais relacionados ao som, seguindo então com a ideia a respeito “o que é o som?” e apresentando os conteúdos sobre “Ondas Sonoras”, “Velocidade de Propagação do Som”, “Intervalo de Frequências Audíveis”, “Sensação Sonora”, “Qualidades Fisiológicas do Som” como a altura do som, intensidade do som e timbre e, também, “Eco” e “Reverberação”. Estes assuntos foram desenvolvidos em forma de apresentação de slides (Anexo 1) e, na sequência, foram feitas demonstrações com o simulador virtual ‘Som’ no sítio da Internet PhET Interactive Simulations (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound) (Figuras 1 e 2). No encerramento desse módulo foi indicada a lista de aplicativos (Anexo 2) que os alunos deveriam instalar nos seus *smartphones* para serem utilizados nas próximas etapas.

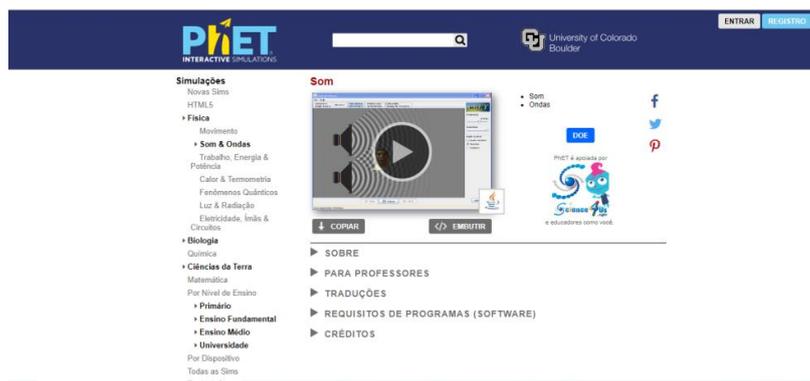


Figura 1: Sítio da Internet PhET Interactive Simulations (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound).



Figura 2: Simulador virtual: som. PhET Interactive Simulations (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound).

Nos módulos seguintes, foram realizadas as atividades práticas com o propósito de resolução das Proposições Orientadas de Problemas, as quais foram precedidas pela explicação do funcionamento dos aplicativos.

No módulo II foram disponibilizados os seguintes materiais (Figura 3):

- Bumbo;
- Martelo de madeira;
- Decibelímetro (aplicativo);
- Trena (30 m).



Figura 3: Materiais utilizados no módulo 2.

Os alunos receberam material (Figura 4) para anotações do passo a passo da atividade, em que deveriam responder à proposição e anotar os resultados obtidos, utilizando também o aplicativo decibelímetro.

Escola: _____
Nome: _____
Data: ____/____/____

Investigação sobre a intensidade do som:

Você acha que a intensidade do som aumenta, diminui ou permanece o mesmo variando a distância em relação a fonte sonora? Por quê? Explique:

Anote o passo a passo do que está fazendo durante a investigação:

Anote os resultados obtidos:

Analisando os resultados e considerando a resposta da primeira pergunta, o que você pensa agora? Como você conclui isso?

Figura 4: Folha de registros da primeira Proposição Orientada de Problema.

No módulo III, os alunos deveriam investigar a própria voz, utilizando o aplicativo frequencímetro, acompanhando a atividade por meio das orientações e fazendo seus registros no material fornecido (Figura 5).

Escola: _____	Data: ___/___/___
Nome: _____	
Investigação sobre a frequência da voz humana:	
Será que a voz das meninas tem frequência maior, menor ou igual à voz dos meninos?	

Faça a medição e registre os resultados:	
- Qual o valor médio obtido da frequência da voz: Meninas? _____	
Meninos? _____	
Comparando os resultados a voz das meninas é mais grave ou aguda em relação a voz dos meninos?	

Figura 5: Folha de registros da segunda Proposição Orientada de Problema.

Discussão e Análise dos resultados:

Módulo I – Apresentação Conceitual

Este módulo foi precedido por uma problematização inicial, que serviu para dar início ao estudo do tema sobre o som. Os alunos ao serem perguntados sobre “Quais os problemas que você consegue identificar em nossa cidade?”, citaram exemplos como “a falta de educação no trânsito”, “os buracos nas ruas”, “a falta de trabalho”, “o barulho”, “cachorros nas ruas” e outros. Entre os problemas citados, pode-se notar que os alunos citaram “o barulho” como um problema na cidade que está relacionado ao tema que será estudado. A respeito do assunto “barulho”, foi solicitado que dessem exemplos e eles citaram os carros (particulares) com som e o som “alto” nas casas. Em seguida foi apresentada a próxima pergunta para “afunilar” as respostas: “Dentre esses problemas, algum está relacionado ao desrespeito entre as pessoas?”. Eles responderam “a educação no trânsito” e “o barulho”, fazendo menção a um problema ocorrido na cidade (Caçapava do Sul) em decorrência de um problema relacionado ao “som alto”. Questionados sobre o que inicialmente ocasionou toda a situação presenciada pela comunidade e também exposta a nível nacional, os alunos prontamente responderam que “os vizinhos não respeitaram os outros vizinhos” e que existe

uma lei para ser seguida. Prosseguindo com as perguntas, foi indagado se “Podemos usar a Física para tratar do assunto?”, ao que responderam instantaneamente que “sim, usando a acústica”. E, finalmente, ao responderem sobre “Como poderíamos resolvê-lo (o problema)?”, disseram que seria “conversando e fazendo campanhas de conscientização”. Nesta primeira parte da oficina estavam presentes oito alunos.

Módulo II – Investigação sobre a intensidade do som:

Nesta atividade, após o lançamento da pergunta (problema), houve primeiramente uma discussão entre os alunos, em seguida partiram para as medidas. Toda a montagem experimental e a condução sobre a forma de como abordar o problema ficou sob a responsabilidade do grupo. Eles usaram dois *smartphones* com o aplicativo decibelímetro previamente instalado. Notou-se que souberam acionar os recursos do aplicativo fazendo uso adequado do aparelho, com muita facilidade. Produziram som batendo o martelo no bumbo. Questionavam entre eles as “batidas”, se eram com a mesma intensidade. As medições eram feitas com certo padrão idealizado pelos próprios alunos. Os dados eram obtidos verificando a batida com um dos *smartphones* e com a trena suspensa. Assim, realizaram as anotações. Houve, então, uma intervenção, na qual se sugeriu estender a trena no chão e distribuir os *smartphones* para a obtenção dos dados ao longo da trena. Essa orientação foi dada para direcionar o trabalho de investigação no sentido de torná-lo mais produtivo e para gerar resultados de uma forma mais apropriada.

Os alunos discutiram e anotaram as medidas com o auxílio do aplicativo decibelímetro e notaram que havia certo padrão (valores constantes). Comentaram também, que a última marcação poderia ser o “retorno do som”, por isso a medida diferente. Durante o desenvolvimento da atividade constataram algumas diferenças nos valores obtidos dos aparelhos, sendo que um dos alunos afirmou: “Estão descalibrados”, ao que outro aluno complementou: “Acho que tem uns microfones melhores que outros”. Então, pegaram outros *smartphones* para ajudar na medição, totalizando 5 (cinco) aparelhos, porque acreditavam que os aplicativos deveriam ser iguais (da mesma marca). Fizeram várias medições comparando os dados obtidos. Houve a presença de nove alunos, mas apenas cinco apresentaram suas respostas no material entregue a eles.

Destaca-se inicialmente que os alunos utilizaram os recursos do aplicativo de modo imediato e com bastante desenvoltura. Tais habilidades percebidas são apontadas por Silva

(2013) quando afirma: “O envolvimento dos estudantes, quando em contato com aplicativos, é de modo intuitivo, com apenas algumas instruções, sem a utilização de roteiros específicos”.

Os alunos demonstraram a necessidade de controlar variáveis e apontaram alternativas para controlá-las, como no caso da batida no tambor. Ao detectarem que, em cada medição a força da batida não era a mesma, discutiram uma forma de produzir batidas com a mesma intensidade: “bate com a mesma força”. Constatando que isso não seria possível, pensaram em deixar cair o martelo de uma mesma altura sobre o tambor – solução esta que é adequada para resolver o problema, criativa e sem a necessidade de incorporar à investigação qualquer outro instrumento ou recurso material.

Souberam tomar as medidas de distância, através da trena, e do nível de intensidade sonora, através do decibelímetro, de forma adequada e repetiram as medições para certificarem-se dos resultados. Organizaram as “tarefas” de tal modo que cada aluno se colocou numa função que julgava mais capacitado para executá-la (controlar as batidas, fazer as anotações, medir as distâncias, medir o nível de intensidade sonora, etc). Isso denota uma auto-organização sem qualquer orientação ou determinação prévia, minimizando a interferência do professor no processo, atuando somente quando julgar necessário. Assim, aparecem, segundo Junior e Coelho (2013)

[...] a aprendizagem procedimental que envolve o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades da prática (medir, calcular, construir dispositivos, questionar) e a aprendizagem atitudinal que envolve o desenvolvimento de posturas em relação ao conhecimento científico e a sala de aula (motivação para o estudo da ciência, a comunicação científica, o diálogo, o respeito à fala do colega) (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2009 *apud* JUNIOR e COELHO, 2013, p. 8).

Foram capazes de inferir conhecimentos científicos previamente estudados no módulo I, como no caso da “reflexão do som” no fundo da parede para explicar uma possível distorção nos valores obtidos, referindo-se a esta situação como “retorno do som”.

De acordo com as anotações que fizeram em seus materiais, os alunos responderam:

1) Você acha que a intensidade do som aumenta, diminui ou permanece a mesma à medida que você se afasta da fonte sonora? Por quê? Explique.

A1: “A intensidade diminui, pois as ondas sonoras perdem força conforme se afastam da fonte”.

A4: “Diminui em relação ao ouvinte, porém em relação ao emissor continua o mesmo, devido as ondas sonoras não percorrerem um caminho infinito, logo diminuindo conforme a distância entre ouvinte e emissor”.

A7: “Diminui, pois, a medida que o ouvinte se afasta da fonte sonora, a intensidade do som vai diminuindo, quanto mais longe estamos de um rádio por exemplo, menos escutamos o som que ele produz”.

A8: “Diminui, pois conforme o receptor se afasta, as ondas sonoras perdem intensidade, por exemplo: se estamos em um ambiente aberto à 200 m de distância, a intensidade do som que receberemos estará reduzida em relação a alguém que esteja à 50 m”.

A9: “Diminui, pois a medida em que você vai se afastando da fonte sonora o som vai se diminuindo. Um exemplo, quando você passa numa loja e o som está ligado o volume é alto, mas quando você se afasta o som começa a diminuir e os outros sons a volta ficam mais claros”.

2) Analisando os resultados e considerando sua resposta da primeira pergunta, o que você pensa agora? Como você concluiu isso?

A1: “A intensidade se mantém, já que não houve variação muito acentuada entre os dados obtidos”.

A4: “Que aparentemente não há mudança pelo menos não em metros, ou 9 metros, em um ambiente fechado, com influência de corpos, mas a resposta em si é não houve mudança”.

A7: “Analisa-se que a intensidade mantém, já que não aconteceu variação muito acentuada/exata entre as obtidas a cada distância”.

A8: “O teste foi realizado em um ambiente fechado, assim, a reverberação deve ter influenciado os resultados em diferentes distâncias entre 1 e 9 m foram similares. Então, em ambientes fechados a intensidade não parece mudar, já para ambientes abertos são necessários testes”.

A9: “Varia conforme a distância, espaço e a direção de onde o som foi iniciado e também a força de como foi projetado o som pode vim a mudar. E o decibelímetro também varia o resultado conforme o microfone de cada celular utilizado, pois cada um atinge uma frequência sonora diferente”.

Percebe-se claramente que todos manifestaram um pensamento inicial que é condizente com o que é previsto teoricamente e reforçado pelo senso comum. No entanto ao realizarem as investigações propostas e após analisarem os dados obtidos, constataram que o comportamento da intensidade sonora que era esperado não correspondia com a realidade. Tal percepção levou-os a repetir os procedimentos com mais cuidado e rigor, não no sentido de

obter um valor médio para os resultados, mas sim porque os dados não concordavam com suas expectativas. Após a confirmação dos dados e, apesar de contrariados com os mesmos, fizeram suas conclusões baseados na credibilidade científica das informações geradas pelos instrumentos de medida utilizados. Essa atitude é totalmente compatível com a atitude crítica que se espera na condução de uma investigação científica, conforme aponta Reis (1996, apud FERNANDES; SILVA, 2004) a “seleção e tratamento de informação, formulação de hipóteses, planejamento e execução de investigações, por exemplo, podem ser sucessivamente utilizadas e aperfeiçoadas promovendo o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico”.

Além disso, vários alunos contextualizaram suas conclusões apontando fatores que poderiam ter influenciado nos resultados e referindo-se a condições do ambiente. Os alunos A4 e A8 destacam o “ambiente fechado”, indicando apropriadamente as circunstâncias em que aqueles resultados são válidos, preocupando-se inclusive de salientar a distância total medida (“9 m”) como um limitador do que pode ser apurado. O aluno A8 aponta, de modo cauteloso, que para ambientes abertos não se pode garantir *a priori* o que vai acontecer pois “são necessários testes” o que claramente denota a incorporação de um método de investigação científica. O aluno A9 pondera a respeito das diferenças de resultados estarem associadas ao “microfone de cada celular utilizado” o que corresponde plenamente com os alertas do fabricante do aplicativo (ver Anexo 2): os valores obtidos dependem tanto do sistema operacional quanto do modelo e da marca dos aparelhos. Essa falta de uniformidade foi percebida e apontada.

Os alunos A8 e A9 indicam aspectos físicos como variáveis intervenientes no problema (que não tiveram controle), como possíveis influenciadores nos dados, tais como “reverberação”, “direção de onde o som foi iniciado” e “a força de como foi projetado o som”. Tais argumentos evidenciam a preocupação em fundamentar, baseados no conhecimento de Física, aquilo que poderia justificar os resultados encontrados.

Módulo III – Investigação sobre a frequência da voz humana:

Nesse último módulo, precedido da explicação do funcionamento dos aplicativos frequencímetro e gerador de áudio, fez-se, também, uma demonstração didática do uso destes aplicativos para auxiliar na compreensão de alguns fenômenos acústicos.

Utilizando o frequencímetro e a voz, os alunos deveriam responder as perguntas e desenvolver os seguintes passos:

1) Será que a voz das meninas tem frequência maior, menor ou igual a voz dos meninos? Fazer a medição e registrar os resultados.

Os alunos, com boa disposição, prontamente tomaram a iniciativa de fazer os testes das vozes. Escolheram por alguém, entre eles, para fazer as anotações e todos participaram utilizando a própria voz para ser analisada. As respostas ao primeiro questionamento foram:

A1: *“Maior, por ser geralmente mais aguda”.*

A2: *“A voz das meninas tem frequência maior por possuir uma maior tendência em ser aguda”.*

A3: *“A voz das meninas apresenta ser mais aguda”.*

A4: *“Meninos”.*

A5: *“A voz das meninas tem frequência maior por termos o som mais agudo”.*

A6: *“Acredito que maior, por ser em maioria uma voz mais aguda do que a dos meninos”.*

A7: *“Sabemos que na maioria dos casos a voz dos homens é bem mais grave que a das mulheres, que é mais aguda, então acredito que tenha frequência menor que a das meninas”.*

A8: *“Tem frequência maior”.*

Antes de realizarem as medições, os alunos discutiram sobre a escolha de uma frase ou palavra que deveria ser dita por todos para servir como padrão. Escolheram, após acatarem o argumento de que falar uma letra seria mais fácil, a letra “a”. Depois, debateram sobre quanto tempo a letra deveria ser dita, estabelecendo o tempo de 5 (cinco) segundos. Essas considerações prévias denotam uma preocupação com o estabelecimento de padrões necessários para que a produção dos dados fosse uniforme e obtida a partir de condições iniciais iguais ou as mais próximas possíveis.

Ao realizarem as primeiras medidas, perceberam que “a tonalidade” da voz estava variando, atingindo valores máximo e mínimo, durante o tempo da fala. Um dos alunos questionou: “Qual valor pegar? O maior ou o mínimo?”. Para sanar este problema, resolveram anotar o valor máximo e o valor mínimo atingidos, sendo bastante cuidadosos com os registros e, depois, calcular o valor médio da frequência da voz de cada um. Nesse momento houve certo impasse sobre como deveria ser calculado esse valor, mas a decisão final foi acertada.

Outro procedimento adotado, que foi importante para a tomada dos dados, foi o cuidado em fazer silêncio enquanto a medida estava sendo feita, pois eles já haviam percebido

que outras fontes sonoras poderiam interferir na captação do som. Asseguraram-se, inclusive, de manterem a mesma distância do microfone do *smartphone* em relação à boca de quem produzia o som. ´

Todas estas atitudes revelam o discernimento a respeito da necessidade de controle de possíveis variáveis e também revelam a percepção dos alunos de que não há método de investigação caracterizado como algo fechado e que segue uma sequência lógica e rígida e que o conhecimento científico ocorre através de uma construção, verificando seu caráter dinâmico e aberto (AZEVEDO, 2006).

2) Qual o valor médio da frequência da voz das meninas? E dos meninos?

Resultado obtido pelo grupo: Meninas: 1.410,6 Hz. Meninos: 1.215,9 Hz.

Todos participaram e concluíram, através das anotações, que a frequência da voz das meninas é maior. Isto foi verificado através dos dados obtidos utilizando o aplicativo frequencímetro e dos cálculos realizados (valor médio das frequências).

3) Comparando os resultados, a voz das meninas é mais grave ou mais aguda em relação à voz dos meninos?

Os alunos anotaram em seus materiais as seguintes conclusões:

A1: *“Mais aguda”*.

A2: *“A voz das meninas é mais aguda”*.

A3: *“A voz das meninas representa ser mais aguda que a dos meninos”*.

A4: *“Antes da experiência acreditava que a voz masculina tinha uma frequência maior. A voz das garotas é mais aguda que a dos meninos”*.

A5: *“Mais aguda pois é mais alta”*.

A6: *“A voz das meninas, conforme eu acreditava, é mais aguda do que a dos meninos”*.

A7: *“A voz das meninas é mais aguda, pois a média das frequências em Hz na medição e comparação entre os meninos e meninas é maior para elas”*.

A8: *“A voz das meninas é mais aguda”*.

Para responder corretamente a essa última questão, os alunos teriam que saber relacionar a ideia de som agudo ao som de maior frequência e a ideia de som grave ao som de menor frequência. Isso estava implícito na questão. Estes conceitos foram aplicados de forma adequada nas respostas de todos os alunos.

Devido a alguns alunos não estarem presentes na primeira parte da oficina, módulo I, alguns conhecimentos se fizeram necessários para estes alunos, conforme verificado em uma

das respostas do aluno A5: “Mais aguda, pois é mais alta”. O termo usado “alta”, demonstra que faltou para esse aluno o conhecimento da linguagem científica; ele tenta responder de forma correta, mas usa um termo não adequado, o que ocorre popularmente no dia a dia.

Um fato curioso que cabe relatar, ocorreu quando a frequência da voz de uma das meninas atingiu um valor muito elevado, gerando descrença por parte dos meninos que ficaram desconfiados em relação aos valores. Eles, então, repetiram quatro vezes a medida para a voz dela. Esse episódio pode ser interpretado como um caso que é considerado ‘fora da curva’ na linguagem científica. Ou seja, apesar da ‘inconformidade’ dos meninos, eles trataram o caso com mais rigor, o que certamente implicou na obtenção de um dado que recebeu tratamento diferenciado dos demais na sua tomada; procedimento que não poderia ter sido feito.

Neste módulo também foram realizadas duas demonstrações experimentais para complementar o estudo sobre o som. Primeiro foi realizada uma experiência para análise da ressonância utilizando o gerador de áudio e um aparato construído com material alternativo (uma lata, plástico fino e pó de rolha – Figura 6). Posteriormente, também construído com material alternativo, um aparato experimental para a “demonstração da voz”, sendo composto por um funil de papelão grosso (retrós de linha grande), apontador laser, balão, fita durex (Figura 6). Com este equipamento os alunos puderam constatar características e diferenças da voz entre meninos e meninas. Nesta atividade os alunos interagiram verificando a “forma” da própria voz utilizando o aparato experimental (Figura 7). Constataram que havia uma diferença na voz dos meninos e das meninas, devido à forma do feixe de luz produzido na tela. Uma menina concluiu para turma que isso era devido à voz dos meninos ter maior intensidade.

Nesta última atividade estavam presentes os doze alunos da turma, mas, apenas oito entregaram as respostas anotadas no material fornecido entregue a eles.



Figura 6: Aparatos experimentais construídos e diapasão: materiais utilizados para realizar as demonstrações experimentais.



Figura 7: Módulo III da oficina: os alunos realizando a atividade onde podiam verificar a “forma” da sua voz com um feixe de luz projetado na tela.

Considerações Finais:

No presente trabalho foram analisados vários estudos sobre propostas de investigação, atividades experimentais e também sobre a utilização de aplicativos em substituição a equipamentos caros, os quais não são encontrados em laboratórios escolares. Estes estudos foram, além de necessários, enriquecedores, contribuindo para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso com a finalidade de tornar a ideia principal do trabalho possível de ser colocada em prática.

Durante todo o processo de desenvolvimento do trabalho, constatou-se nos alunos que participaram da proposta, características como iniciativa, determinação, envolvimento, organização e que já detinham alguns conhecimentos sobre o tema estudado.

Fazendo-se a análise do processo, pode-se constatar nas atividades propostas, aquilo que os diversos autores referidos destacam em seus estudos, como o engajamento e a tomada de decisão por parte dos alunos, tornando-os autônomos e construtores de conhecimentos; os quais analisam e interpretam dados, e também fazem uma reflexão sobre os resultados encontrados. Essas constatações estão em consonância com o que apontam Wesendonk; Prado (2015) quando o tipo de experimento envolve atividades em que:

[...] a ênfase é dada a um problema, que deve ser relevante para o aluno e por eles apropriado, consistindo, dessa forma, em uma pequena investigação dos alunos mediada pelo professor, com muito mais controle dos tempos e dos meios por parte dos alunos. [...] Os experimentos de caráter investigativo representam uma perspectiva que permitem aos alunos ocuparem uma posição mais ativa durante a montagem e realização da atividade, assim, tornando-se sujeitos no processo de construção do conhecimento. É possível a intervenção e/ou modificação de alguma etapa ou elemento da atividade pelos alunos (WESENDONK; PRADO, 2015, p. 62).

Assim como Junior e Coelho (2013), acredita-se que o resultado deste trabalho pode “fornecer indicativos de como se desenvolvem os processos de aprendizagem buscando melhorias na qualidade do ensino da disciplina de Física” (JUNIOR; COELHO, 2013, p. 8).

Percebe-se de forma consolidada que houve o “desenvolvimento da capacidade de reflexão, abstração, generalização, síntese e senso crítico” (ARAUJO; ABIB, 2003) esperado para esse tipo de proposta. Os alunos demonstraram um saber-fazer e um saber-proceder muito próximos ao que se esperaria de uma abordagem típica de investigações científicas, obtendo relações empíricas pertinentes às diversas situações e circunstâncias envolvidas.

Referências Bibliográficas:

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>> Acesso em 27 dez 2017.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. In: CARVALHO, A. M. P de (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: THOMSON, 2006.

BARBOSA, C. D.; GOMES, L. M.; CHAGAS, M. L. das; FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de Física: O experimento de Oersted. **Revista Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/3358/1644>> Acesso em 19 jul. 2018.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n. 13, p. 291-313, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/609>> Acesso em 20 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. 2002. Acesso em maio de 2018.

BRASIL. Secretaria da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BRESSANE, A.; SANTAMARINE, G. A.; MAURICIO, J. C. Poluição Sonora: Síntese de Princípios Fundamentais da Teoria Acústica. **Revista HOLOS Environment**, v. 10, n. 2, pp. 223-237, 2010. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/4728>> Acesso em: 20 jun. 2018.

COELHO, S. M.; TIMM, R. M. B.; SANTOS, J. M. Educar pela Pesquisa: Uma Experiência Investigativa no Ensino e Aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 549-567, mar. 2010. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p549>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Pernilongo? Elimine esse zumbido da sua vida: A aprendizagem de ondas sonoras por meio das novas tecnologias. **Revista Renote - Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n.2. dez. 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/issue/view/947>> Acesso em: 25 maio 2018.

FERNANDES, M. M.; SILVA, M. H. S. O Trabalho Experimental de Investigação: das Expectativas dos Alunos às Potencialidades no Desenvolvimento de Competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n.1, pp. 45-58, 2004.

GUEDES, A. G. Estudo de ondas estacionárias em uma corda com a utilização de um aplicativo gratuito para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.37, n.2, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173721666>> Acesso em 01 out 2018.

JUNIOR, D. R. S.; COELHO, G. R. Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Águas de Lindóia. **Anais...** disponível em < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0600-1.pdf>> Acesso em: 01 out 2018.

OLIVEIRA, M. M. L.; COSTA, R. C.; SOTELO, D. G.; FILHO, J. B. R. Práticas Experimentais de Física no Contexto do Ensino pela Pesquisa: uma reflexão. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, pp. 29-38, 2010. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID119/v5_n3_a2010.pdf> Acesso em: 22 maio 2018.

PALUDO, L. **Uma Proposta para a Introdução ao Uso de Tecnologias no Ensino de Física Experimental Dirigida a Licenciandos de Física**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/104590>> Acesso em: 01 out. 2018.

PARENTE, A. G. L. **Práticas de investigação no ensino de ciências: percursos de formação de professores**. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru, 2012, 234p.

PhET INTERACTIVE SIMULATIONS. University of Colorado Boulder. Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound> Acesso em 15 set 2018.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. As Contribuições do Educar pela Pesquisa no Estudo das Questões Energéticas. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, pp. 7-20, 2009. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=22>> Acesso em 22 maio 2018.

RUI, L. R.; STEFFANI, M. H. Um Recurso Didático para o Ensino de Física, Biologia e Música. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v.1, n. 2, pp. 36-49, 2006. Disponível em: < http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID23/pdf/2006_1_2_23.pdf> Acesso em 20 jun. 2018.

SILVA, L. R. C. O uso de aplicativos para smartphones e tablets no ensino de física: análise da aplicabilidade em uma universidade pública no Estado do Rio Grande do Sul. **XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**. Disponível em: < http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/23096_11831.pdf> Acesso em 24 out 2018.

STEFANOVITS, A. Ser Protagonista: Física, 2º ano: Ensino Médio. vol. 2. 2 ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

STEFFANI, M. H. et al. “Vendo o som” com o uso das Novas Tecnologias de Informática e Comunicação. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228817189_Vendo_o_som_com_o_uso_das_Novas_Tecnologias_de_Informatica_e_Comunicacao> Acesso em 15 jun 2018.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A Manifestação de Habilidades Cognitivas em Atividades Experimentais Investigativas no Ensino Médio de Química. **Revista Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, pp. 50-74, 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf> Acesso em 20 maio 2018.

WESENDONK, F. S.; PRADO, L. Atividade Didática baseada em Experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o Ensino de Física. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1. Abril, 2015. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID265/v10_n1_a2015.pdf> Acesso em 27 dez 2017.

ANEXO 1

Slides Apresentação da Oficina – Módulo I

PROJETO DE PESQUISA:
ANÁLISE DO PROCESSO INVESTIGATIVO A
PARTIR DE PROPOSIÇÕES ORIENTADAS DE
PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA.

Graciela Freitas

Caçapava do Sul, 25 de Setembro de 2018.

Problematização inicial:

- Quais os problemas que você consegue identificar em nossa cidade (Caçapava do Sul)?
- Dentre esses, algum está relacionado a desrespeito entre as pessoas?
- Podemos usar a Física para tratar do assunto?
- Como poderíamos resolvê-lo?

Estudo do Som - Acústica -



Estudo do Som

Primeiras anotações:

- Escreva em seu caderno o que você entende por:

- Som grave: _____
- Som agudo: _____
- Som forte: _____
- Som fraco: _____



Estudo do Som

SOM = ONDAS SONORAS

- São *ondas mecânicas* que propiciam o fenômeno da audição aos seres vivos;
- As ondas sonoras se propagam nos mais diversos meios;
- Os sons são percebidos de maneiras diversas pelos diferentes seres vivos.

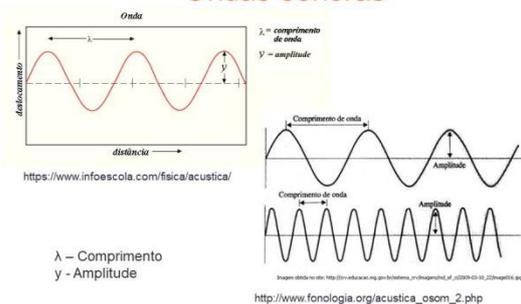
Ondas sonoras

Simulação:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound

Representação da Onda Sonora
Formação da onda

Ondas sonoras



Velocidade de propagação do Som

Menor velocidade de propagação → Maior velocidade de propagação

MEIO DE PROPAGAÇÃO	VELOCIDADE DO SOM (Km/h)
AR	12348
HÉLIO	34992
ÁGUA	5328
MERCÚRIO	5220
BORRACHA	194,4
CHUMBO	4680
OURO	11664
AÇO	21384
DIAMANTE	43200

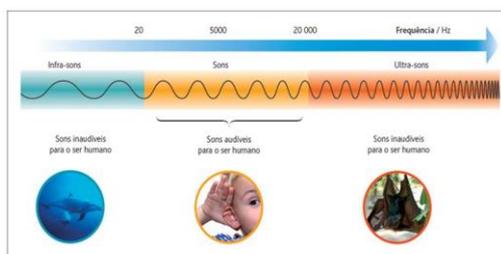
Gasoso Líquido Sólido

https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Ondas6.php

<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas-sonoras.htm>

Intervalo de frequências audíveis

Infrassom – Som – Ultrassom



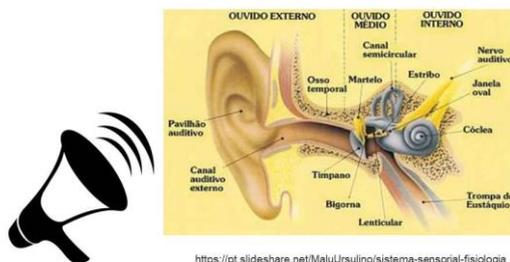
<http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com/2013/06/audicao.html>

Intervalo de frequências audíveis

Alguns exemplos:

INTERVALO DE FREQUÊNCIAS AUDÍVEIS (Hz)	
HUMANOS	20 – 20.000
CÃES	15 – 50.000
MORCEGOS	1000 – 120.000
GOLFINHOS	150 – 150.000

Sensação Sonora



Qualidades fisiológicas do Som

- Altura do som
- Intensidade do som
- Timbre

Qualidades fisiológicas do Som

➢ Altura do Som

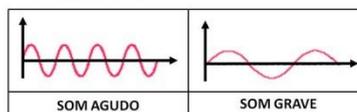
Unidade: Hertz (Hz)

Altura é a qualidade do som referente à frequência das ondas sonoras.

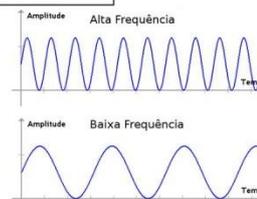
Sons de alta frequência → Agudo

Sons de baixa frequência → Grave

➢ Altura do Som



<http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com/2013/06/som-o-que-e-propriedades-e-propagacao.html>



<https://bernardocoeelho.com/multimedia/wordpress.com/2013/03/03/caracteristicas-do-som/>

Qualidades fisiológicas do Som

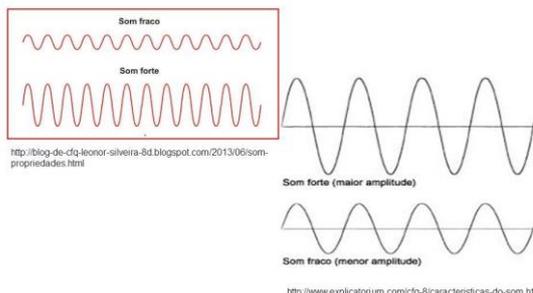
Intensidade do Som

Unidade: Decibel (dB)

A intensidade é uma qualidade do som associada à energia transportada pela onda sonora, que é transmitida a certa região do espaço em certo intervalo de tempo.

Sons muito intensos → Sons fortes
Sons pouco intensos → Sons fracos

Intensidade do Som



Simulação

• Simulação:

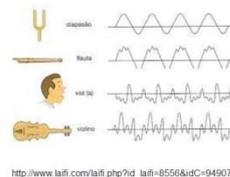
• https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound

• Frequência

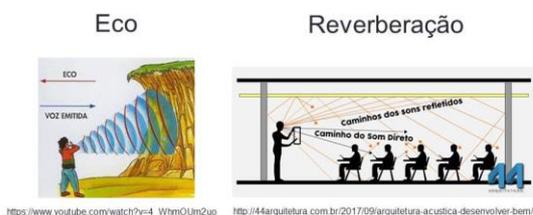
Qualidades fisiológicas do Som

Timbre

Timbre é a qualidade da onda sonora que permite a identificação de diferentes fontes emissoras, mesmo que os sons emitidos sejam de mesma frequência.



Estudo do Som



Estudo do Som



Referências Bibliográficas:

- Stefanovits, Angelo. Ser Protagonista: Física, 2º ano: Ensino Médio, vol. 2. 2 ed. São Paulo: Edições SM, 2013.
- Estudo do Som. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound> acesso em 17 set.2018.

Aplicativos:

Lista de aplicativos para baixar no smartphone:

- Decibelímetro – ("Sound Meter" da Smart Tools)
- Gerador de áudio - ("Frequency Sound Generator")
- Frequencímetro - ("Audio Frequency Counter" da Keuwlsoft)

ANEXO 2

Aplicativos utilizados na oficina:

1) Decibelímetro: Sound Meter versão 1.6.15 da empresa Smart Tools co.



Figura 8: Decibelímetro



Figura 9: Decibelímetro

Informações do Fabricante (adaptação e correções nossas):

O aplicativo SPL (nível de pressão sonora) usa o microfone embutido no seu dispositivo para medir o volume de ruído em decibéis (dB), e mostra uma referência. A maioria dos microfones estão calibrados para a voz humana (300-3.400 Hz, 40-60 dB). Chamadas de voz não exigem microfones de alto desempenho. Portanto, os valores máximos são limitados pelos fabricantes e o som muito forte (acima de 100 dB) não pode ser reconhecido. Exemplo: Moto G4, máximo de 94 dB; Galaxy S6, máximo de 85 dB; Nexus 5, máximo de 82 dB; HTC Desire, máximo de 82 dB (Figura 7). O desenvolvedor calibrou os principais dispositivos com o sistema operacional Android utilizando um medidor de som real (dBA) e verificou a confiabilidade dos resultados em níveis de ruído comuns (40-70 dB), recomendando o uso do aplicativo como ferramenta auxiliar.

2) Gerador de áudio: Frequency Sound Generator versão 2.10 da empresa BialaMusic. Oferecido por Fine Chromatic Tuner. Desenvolvedor: Aleksandar Mlazev.



Figura 10: Gerador de áudio.

Informações do Fabricante (tradução e adaptação nossas):

Frequency Sound Generator é um simples gerador de ondas sonoras e oscilador. É fácil usar esta ferramenta para criar uma grande variedade de sons e sinais em apenas alguns segundos. Todos os controles estão em tempo real para poder alterar dinamicamente os sinais sonoros.

Características: Faixa de oscilação de 0,1 Hz até 20 kHz; três osciladores que podem gerar três formas de onda cada um; seletor preciso de frequência com controle lento e rápido; controle de volume; controle de modulação do sinal; dois seletores de velocidade de frequência; salva e carrega sons.

3) Frequencímetro: Audio Frequency Counter versão 1.03 da empresa Keuwlsoft



Figura 11: Frequencímetro.

Informações do fabricante (tradução e adaptação nossa):

Contador de frequência baseado na captação do microfone. As contagens acontecem quando o nível de a entrada sobe ou desce de um determinado nível, convertendo em frequência ou em um período de tempo. Os resultados dependem do dispositivo e do hardware utilizados. Este aplicativo pode fornecer medição de frequência mais precisa para sinais de entrada de frequência simples. Não deve ser usado como padrão de referência. Defina um nível de ruído para que o novo evento não seja acionado até que o sinal tenha primeiro passado desse nível.

Características: Mostrador que exibe a contagem de eventos disparados e a frequência ou o período de tempo; gráfico do sinal de entrada com faixa de 2.5 ms/div. até 640 ms/div.;

passagem de tempo com faixas de 0,1 s, 1 s, 10 s ou 100 s; incremento de 1 vez até 1.000 vezes; gatilho em subida ou descida; acoplamento AC ou DC.

APÊNDICE 1

Imagens da Oficina:



Figura 12: Os alunos, na segunda fase da oficina, realizando as medições.



Figura 13: Os alunos, na segunda fase da oficina, realizando as medições.



Figura 14: Os alunos ainda na fase III, realizando a segunda investigação.



Figura 15: Os alunos na fase III realizando as anotações.

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – Unipampa

Campus Caçapava do Sul

Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Educação Científica e Tecnológica

Av. Pedro Anunciação, 111 - Bairro Vila Batista

CEP: 96.570-000

Caçapava do Sul – RS

Telefone: (55) 3281-9000

Sítio da Internet: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cpgeducit/>

PESQUISA:

Análise do Processo Investigativo a partir de Proposições Orientadas de Problemas no Ensino de Física.

Pesquisadora Responsável: Graciela de Lima Freitas - Licenciada em Física

e-mail: seduc.gracielafreitas@gmail.com

Telefone para contato: (55) 9677-3925

Orientador: Paulo Henrique dos Santos Sartori – Dr. Educação em Ciências

e-mail: paulosartori@unipampa.edu.br

Telefone para contato: (51) 98479-0696

Aluno(a)s, Mães e Pais ou Responsáveis:

Prezado(a) Aluno(a):

Você está sendo convidado(a) para participar em uma pesquisa envolvendo uma proposta de ensino em forma de oficina, a qual será composta de atividades experimentais sobre o tema “O Estudo do Som”, de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar, é importante que você entenda as informações e esclarecimentos contidos neste documento.

Objetivo da Pesquisa:

Será discutido o papel das atividades experimentais investigativas sobre o tema o “Estudo do Som”, investigando como os alunos se apropriam e interagem com o processo de investigação e quais as relações empíricas que eles inferem nesse tipo de atividade.

Procedimentos para a Execução da Pesquisa:

A pesquisa é de abordagem qualitativa e os participantes serão alunos(as) do 3º ano do ensino médio do Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro de Caçapava do Sul. A participação dos alunos(as) nesta pesquisa consistirá em: participar de uma oficina teórico-prática, preencher relatórios e questionários, realizar experimentos, manipular e montar materiais simples, trabalhar instrumentos de medição, fazer uso de aplicativos em *smartphones*. Todas estas atividades serão propostas e devidamente orientadas pela pesquisadora e seu orientador.

Para **preservar as identidades dos participantes**, será feito a identificação dos mesmos por números e/ou letras e somente o nome da escola e ano-ciclo dos alunos serão citados.

As informações colhidas serão utilizadas, única e exclusivamente, para execução do presente projeto e das publicações resultantes dele e somente poderão ser divulgadas de forma anônima. Os dados serão mantidos em **sigilo** sob a responsabilidade e guarda da pesquisadora por um período de 4 anos. Após este período, os dados serão destruídos.

Fui informado(a) ainda:

- Dos **benefícios** do presente estudo: proporcionar um conhecimento mais amplo e adequado sobre os temas abordados, com benefício direto para mim aluno(a) no meu aprendizado na disciplina de Física. Espera-se um melhor entendimento dos procedimentos de investigação científica, contribuindo para a formação de um pensamento mais crítico e criativo, bem como, na promoção de habilidades e competências científicas pertinentes ao nível de ensino.

- Dos **riscos** previsíveis: são os mesmos envolvidos na participação de qualquer aula rotineira da área de Ciências, tais como: ficar ansioso ao responder aos testes e perguntas, machucar ou ferir sem querer a si ou ao

colega durante as atividades práticas. Assegura-se que todos os alunos serão previamente orientados sobre as normas de segurança e proteção necessárias e, em caso de acidentes, será providenciado o atendimento possível e adequado.

- Da **liberdade** de não mais participar da pesquisa, tendo assegurado este direito sem quaisquer prejuízos, podendo retirar meu consentimento em qualquer etapa do estudo, sem nenhum tipo de penalização.

- Da **segurança** de que não serei identificado(a), e de que se manterá o caráter confidencial de informações relacionadas à minha privacidade.

- Da garantia de que as informações **não** serão utilizadas em meu **prejuízo**;

- Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;

- De que não há qualquer valor econômico, a receber ou a pagar, pela minha participação na pesquisa.

Nestes termos e considerando-me livre e esclarecido(a), consinto em participar da pesquisa proposta, resguardando aos autores do projeto propriedade intelectual das informações geradas e expressando concordância com a divulgação pública dos resultados, desde que seja assegurado o anonimato dos sujeitos participantes.

O presente documento está em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Será assinado em duas vias, de teor igual, ficando uma com o participante da pesquisa e outra com o pesquisador.

Eu _____, RG nº _____, aluno(a) do Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro de Caçapava do Sul – RS, concordo em participar voluntariamente deste projeto de pesquisa, a respeito do qual fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora.

Caçapava do Sul, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do Aluno(a)

Assinatura da Mãe ou do Pai ou Responsável

Número do CPF

Somente para o Responsável do Projeto:

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o livre consentimento deste sujeito de pesquisa e de seu responsável legal para a participação neste estudo, tendo sido plenamente esclarecidos.

Graciela de Lima Freitas

Caçapava do Sul, ____ de _____ de 2018.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a pesquisa, entre em contato com:

Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori

Universidade Federal do Pampa - Unipampa.

Campus Caçapava do Sul

Núcleo de Educação – Sala 304-5

Av. Pedro Anunciação, 111 - Bairro Vila Batista

CEP: 96.570-000 Caçapava do Sul – RS

Telefone: (51) 98479-0696

e-mail: paulosartori@unipampa.edu.br

Observação: o documento original foi preenchido, datado e assinado; estando de posse da pesquisadora responsável.

APÊNDICE 3

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Análise do Processo Investigativo a partir de Proposições Orientadas de Problemas no Ensino de Física.

Pesquisadora responsável: Graciela de Lima Freitas

Instituição/Departamento: Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Campus Caçapava do Sul. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Educação Científica Tecnológica.

Telefone para contato: (55) 9677-3925

Local da coleta de dados: Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro de Caçapava do Sul, situada na Rua Quinze de Novembro nº 130, Bairro Centro, Caçapava do Sul – RS.

A pesquisadora do presente projeto se compromete a preservar a privacidade dos alunos do 3º ano do ensino médio do Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro, cujos dados serão coletados através de questionários e relatórios escritos e anotações realizadas. Concorda, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto e de publicações decorrentes. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas na casa da pesquisadora responsável sito _____ em Caçapava do Sul – RS, por um período de 4 anos sob a responsabilidade do Sra. Graciela de Lima Freitas. Após este período, os dados serão destruídos.

Caçapava do Sul, ____ de _____ de 2018.

Graciela de Lima Freitas

CPF nº: _____

Observação: o documento original foi preenchido, datado e assinado; estando de posse da pesquisadora responsável.

APÊNDICE 4

Instituto Estadual de Educação Dinarte Ribeiro

Rua Quinze de Novembro nº 130.

CEP: 96.570-000

Caçapava do Sul – RS.

AUTORIZAÇÃO

Venho, por meio desta, autorizar a Licenciada em Física e Pós-graduanda em Educação Científica e Tecnológica, Graciela de Lima Freitas, CPF nº _____.____.____-__, a atuar como Pesquisadora Responsável do Projeto: **Análise do Processo Investigativo a partir de Proposições Orientadas de Problemas no Ensino de Física**, o qual é parte integrante de seu Trabalho de Conclusão de Curso na Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul.

O referido projeto terá como sujeitos de investigação os(as) alunos(as) da turma ____ do 3º ano do Ensino Médio, e tem por objetivo investigar como os alunos se apropriam e interagem com o processo de investigação e quais as relações empíricas que eles inferem ao trabalhar com atividades experimentais investigativas a partir de proposições orientadas de problemas envolvendo o tema o “Estudo do Som”. Esta pesquisa se desenvolverá com a devida anuência dos pais/responsáveis do(a)s aluno(a)s que serão devidamente esclarecidos optando livremente pela participação.

Caçapava do Sul, __ de _____ de 2018.

Marilda Haag Bernardi

Diretora

Observação: o documento original foi preenchido, datado e assinado; estando de posse da pesquisadora responsável.