

## **COLÉGIO PEDRO II**

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura  
Especialização em Ensino de Física na Educação Básica

Carlos Vinicius Barros Gomes

### **UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DE ACÚSTICA NO ENSINO MÉDIO**

Rio de Janeiro  
2023



Carlos Vinicius Barros Gomes

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DE  
ACÚSTICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Orientador: Professor Dr. Ricardo Fagundes  
Freitas da Cunha

Rio de Janeiro

2023

**COLÉGIO PEDRO II**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA**

**BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER**

**CATALOGAÇÃO NA FONTE**

G633 Gomes, Carlos Vinicius Barros

Uma proposta de sequência de ensino por investigação de acústica no ensino médio / Carlos Vinicius Barros Gomes. - Rio de Janeiro, 2023.

44 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Ricardo Fagundes Freitas da Cunha.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Acústica. 3. Prática de ensino. 4. Investigação científica. 5. Teoria da aprendizagem significativa. I. Cunha, Ricardo Fagundes Freitas da. II. Colégio Pedro II. III Título.

CDD 530

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Carlos Vinicius Barros Gomes

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO DE  
ACÚSTICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Física na Educação Básica vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física na Educação Básica.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Professor Dr. Ricardo Fagundes Freitas da Cunha

Colégio Pedro II

---

Professor Dr. Robson Costa de Castro

Colégio Pedro II

---

Professor Dr. Vitor Acioly Barbosa

Universidade Federal Fluminense

*Dedico este trabalho a todos aqueles que foram essenciais em minha formação acadêmica e pessoal. Aos amigos, família e aos meus professores, deixo meu reconhecimento e minha admiração pelo trabalho excepcional realizado. Este trabalho não teria sido possível sem a ajuda e a influência de cada um de vocês.*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, compartilhando ideias, oferecendo sugestões e me encorajando, agradeço por todo o apoio e pela amizade sincera que sempre me inspira.

À minha família, que me incentiva a buscar o melhor, me apoiando ao longo das minhas escolhas, sou profundamente grato por todo o amor e suporte que me proporcionaram ao longo do caminho.

Aos meus professores, que me guiaram com sabedoria, ensinaram-me habilidades valiosas e me motivaram a ser a melhor versão de mim mesmo, agradeço o seu comprometimento e dedicação ao meu sucesso.

Em especial agradeço ao meu orientador Ricardo, pela atenção e disponibilidade em me ajudar nesse trabalho.

Este trabalho é o resultado de uma equipe unida, e não seria possível sem a ajuda e o suporte de cada um de vocês. Muito obrigado por terem feito parte dessa jornada comigo e por serem uma fonte constante de inspiração e motivação.

*Como professor devo saber que sem a curiosidade  
que me move, que me inquieta, que me insere na  
busca, não aprende nem ensino.*

*(Paulo Freire)*

## RESUMO

GOMES, Carlos Vinicius Barros. **Uma proposta de sequência de ensino por investigação de acústica no ensino médio**. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2023.

O presente trabalho é introduzido no contexto da discussão sobre os desafios educacionais contemporâneos oriundos, entre outros, da abordagem dogmática do ensino, que geralmente se concentra na transmissão de conteúdos conceituais pelos professores aos estudantes. Isso resulta em uma aprendizagem superficial e pouco duradoura, limitada a situações já conhecidas. Em contrapartida, existem outras abordagens pedagógicas oriundas de um olhar para a construção da aprendizagem e nas capacidades a serem trabalhadas nos diferentes seres humanos, ressignificando o papel da escola na sociedade. Nesse sentido, este trabalho objetiva trazer uma proposta de ensino que proporcione aos estudantes de ensino médio uma aprendizagem significativa do conteúdo de acústica. Para tal, foram usados referências de ensino por investigação e sequência de ensino investigativas (SEIs) para elaborar uma SEI composta de atividades que estariam no grau 3 de liberdade intelectual, já que apenas os problemas são exclusivamente propostos pelo professor, enquanto os demais itens são elaborados pelos alunos (entre eles ou em conjunto com o professor). Discute-se também possibilidades de respostas para as atividades propostas na SEI. Espera-se que este trabalho possa auxiliar aqueles que queiram iniciar uma leitura sobre ensino por investigação e aprendizagem significativa, e que futuramente a proposta de ensino aqui apresentada possa ser aplicada e aprimorada.

**Palavras-chave:** ensino por investigação; acústica; aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

GOMES, Carlos Vinicius Barros. **A proposal for a sequence of investigative teaching of acoustics in high school**. 2023. 44 f. (total de folhas). Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2023.

The present work is introduced in the context of the discussion about the contemporary educational challenges arising, among others, from the dogmatic approach to teaching, which generally focuses on the transmission of conceptual contents by teachers to students. This results in superficial and short-lasting learning, limited to situations that are already known by the students. On the other hand, there are other pedagogical approaches arising from a perspective of the construction of learning and the capacities to be worked on in different human beings, re-signifying the role of the school in society. In this sense, this work aims to bring a teaching proposal that provides high school students with a meaningful learning of acoustics content. For this, research teaching references and investigative teaching sequences (SEIs) were used to elaborate a SEI composed of activities that would be in degree 3 of intellectual freedom, since only the problems are exclusively proposed by the teacher, while the other items are prepared by the students (among them or together with the teacher). It also discusses possible responses to the activities proposed in the SEI. It is hoped that this work can help those who want to start reading about teaching by investigation and meaningful learning, and that in the future the teaching proposal presented here can be applied and improved.

**Keywords:** investigative teaching; acoustics; meaningful learning.

## SUMÁRIO

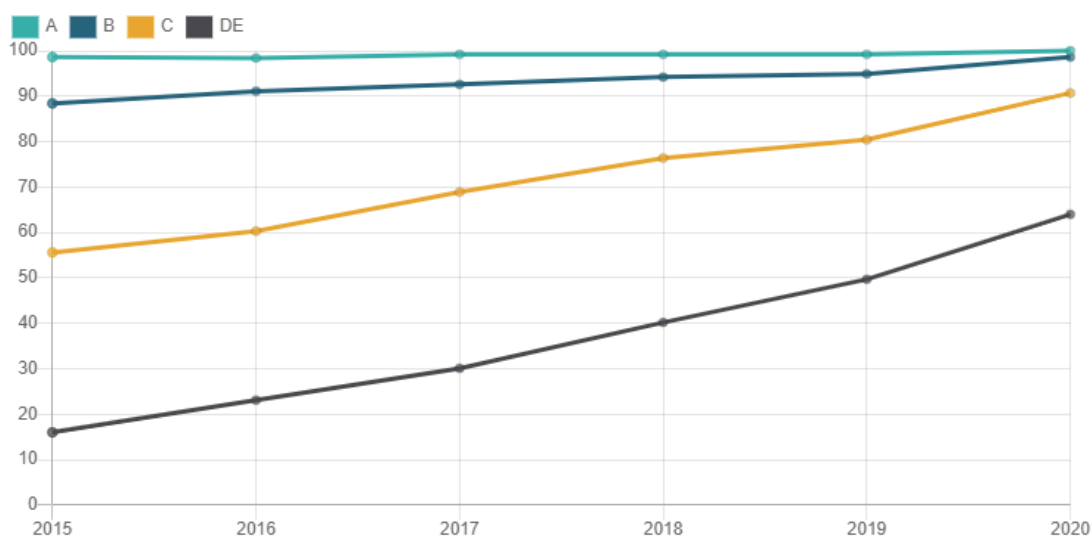
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>A SEI PROPOSTA .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>41</b>
	<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>42</b>
	<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 60 discute-se, dentro do campo da educação, a crise das escolas. De acordo com Canário (2006) essa crise pode ser compreendida como a instalação crescente de um sentimento generalizado, e por vezes difuso, de insatisfação dos professores e alunos. Enquanto um campo de discussão humana é normal que não haja consenso neste assunto, enquanto uns defendem a necessidade de reinvenção da escola, outros, talvez, não encarem a crise como algo tão relevante.

No entanto, a sociedade humana passou, novamente, por um episódio que nos fez reavaliar muitas áreas da vida, amplificou, como uma lente de aumento, crises e desigualdades. A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo nas escolas ao redor do mundo. A necessidade de fechar as escolas para conter a propagação do vírus levou a uma rápida transição para o ensino a distância, ou seja, aulas online. A mudança para o ensino a distância colocou em evidência as desigualdades educacionais existentes, com muitos estudantes sem acesso à tecnologia ou conexão à internet suficientes para participar de aulas online. Podemos reforçar o exposto baseados nos dados do gráfico 1 que mostra a porcentagem de domicílios brasileiros com acesso à internet, em 2020, por classe social, e salientamos que grande parte da população brasileira se encontra nas classes D e E, classes essas nas quais pouco mais de 50% da população tinha acesso à internet em 2020. Vygotsky (1998) atribuía uma função extremamente significativa às interações sociais durante o processo de crescimento intelectual, de forma que a falta de interação pessoal e a necessidade de adaptação rápida à tecnologia pode ter afetado a qualidade da aprendizagem dos estudantes.

**Gráfico 1 – Porcentagem de domicílios com acesso à internet, por classe social**



Fonte: CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros.

Disponível em: [https://data.cetic.br/explore/?pesquisa\\_id=1&unidade=Domic%C3%ADlios](https://data.cetic.br/explore/?pesquisa_id=1&unidade=Domic%C3%ADlios)<sup>1</sup>

Último acesso em: 13/03/2023

No geral, a pandemia de COVID-19 mostrou a importância de investir em tecnologias e infraestruturas para tornar a educação mais acessível e resiliente em momentos de crise e, principalmente, expôs, de maneira inegável, suas contradições e instabilidades. De forma que nos valem da visão crítica da escola tradicional, elaborada por Candau (2012), na qual a autora propõe uma concepção mais democrática e participativa para a educação. Para ela, a escola deveria ser um espaço de construção coletiva do conhecimento, em que o aluno tivesse protagonismo e fizesse parte do processo de ensino e aprendizagem. Além disso, defende a importância da interdisciplinaridade e da relação entre a escola e a comunidade, para que a educação pudesse ser relevante e significativa para a vida dos alunos de hoje.

Uma outra perspectiva com relação a essa crise nos é apresentada por Sibilia (2012) que tem a intenção de detectar e problematizar os entes responsáveis pela crise da instituição escolar, tendo como pano de fundo a era digital em que estamos cada vez mais imersos. A autora levanta muitos questionamentos sobre a incompatibilidade dos métodos da, já antiga, instituição escolar e os modos de ser dos jovens que ela toma para si atualmente. E nos faz refletir se a escola estaria obsoleta nos tempos atuais. Durante sua argumentação, Sibilia (2012) caracteriza, de maneira muito ilustrativa, a escola como um dispositivo tecnológico, e nos recorda que esse artefato foi historicamente configurado para atender demandas da sociedade

<sup>1</sup> Os dados usados para gerar o gráfico foram: Domicílio na Unidade de análise; Série histórica para Ano; Indicador A4- Domicílios com acesso à internet e Classe social para o Agrupamento.

dominante de sua época, possuindo em sua constituição, vocações uniformizadora, homogeneizante e normalizadora, que eram necessárias a burguesia fabril, mas, em tempos anteriores ao seu surgimento, afirma a autora:

Não havia a necessidade de adestrar os corpos pré-modernos para que fossem capazes de trabalhar em fábricas ou se comportar como bons patriotas a serviço da nação, [...] os ofícios ou profissões se cultivavam diretamente nos ateliês onde um aprendiz desenvolvia sua perícia assistindo ao profissional já versado na habilidade específica a ser adquirida (SIBILIA, 2012, p. 200)

Tendo esses argumentos como base, os questionamentos levantados pela autora se mostram muito precisos: de que maneiras as pessoas se sentem e percebem o mundo? Que tipo de produção gostaríamos de estimular hoje em dia, pensando tanto em nosso presente como em nosso futuro enquanto sociedade?

O atrito que ocorre entre as peças constituintes da máquina escolar se deve, segundo a autora, ao fato de que a escola seria uma máquina antiquada, de modo que seus componentes e funcionamento são cada vez mais conflitantes com nossos jovens. Vale ressaltar que essa incompatibilidade não é nova e já vem sendo notada há um tempo, porém se tornou mais incontestável e acentuada nos anos mais recentes, quando foi se gerando um encaixe entre esses mesmos corpos e subjetividades, por um lado, e, por outro, os aparelhos móveis de comunicação e informação, tais como os telefones celulares e os computadores portáteis com acesso à internet.

Podemos nos utilizar do pensamento de Foucault (1977) para demonstrar e legitimar as argumentações, visto que para o mesmo a atividade que se desenvolvia nos colégios foi reforçada por todo um conjunto de instituições de confinamento, do lar familiar à prisão, da fábrica aos quartéis, dos hospitais e asilos aos reformatórios e universidades. A escola idealizada pelas sociedades industriais devia ser uma instituição na qual “cada corpo se constitui como peça de uma máquina” (FOUCAULT, 1977, p. 148). Mas os corpos que se constituem na contemporaneidade são cada vez mais diversos entre si e entre os que, um dia, fizeram parte da maquinaria escolar, hoje são outros os corpos e as subjetividades que se tornaram necessárias. Esses corpos não são mais facilmente docilizáveis e mudam de forma tão acelerada quanto o tempo no qual se constituem, de forma que o descompasso entre suas necessidades e as da escola se acentuam cada dia mais e essas instituições perdem seu sentido histórico.

A sociedade contemporânea está profundamente impregnada pelos recursos de transmissão de conteúdo audiovisual e, recentemente, essa geração e propagação de conteúdos aumentou consideravelmente com a difusão cada vez maior dos aparelhos portáteis, essas novas

formas de interação geram “uma profunda transformação da linguagem que atinge os modos de expressão e comunicação em todos os âmbitos, inclusive em campos como a construção de si, os relacionamentos com os outros e a formulação do mundo” (SIBILIA, 2012, p. 206), de maneira que as qualidades pessoais e valores da atualidade que se destacam são “o bem-estar corporal, emocional, laboral e afetivo [...] e principalmente a capacidade individual de administrá-las com êxito e sem pausa, projetando-as” (SIBILIA, 2012, p. 203) de maneira artificial, irreal e inalcançável na própria imagem para o restante do mundo.

Essa nova cultura dissemina uma adoração pelo desempenho individual, que deveria ser progressivamente mais evidente e eficiente, enquanto “a educação parece ter se tornado um produto pouco atraente, destinado a um consumidor disperso e insatisfeito, que por sua vez se vê seduzido pela variada oferta emanada pelo mercado do entretenimento” (SIBILIA, 2012, p. 206-207). Nesse sentido, o aluno é visto de maneira dual pela escola que, ora o excluí, ora o assimila de forma criteriosa. De qualquer forma, “a tríplice aliança entre mídia, tecnologia e consumo costuma concorrer com vantagens – e, por conseguinte, com sucesso – para conquistar a atenção dos entediados alunos do século XXI” (SIBILIA, 2012, p. 207).

Por fim, podemos retomar à crise e, principalmente, às ideias e caminhos que pretendemos tomar para diminuir seus efeitos tendo em perspectiva que “as novas gerações falam uma língua bem diferente daquela usada por aqueles que foram educados tendo a escola como seu principal ambiente de socialização e a cultura letrada como seu horizonte de realização” (SIBILIA, 2012, p. 210).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é trazer uma proposta para desenvolver o conteúdo de acústica com estudantes de ensino médio de modo a oportunizar uma aprendizagem significativa do tema.

Faz-se necessário destacar o termo “uma proposta” por dois motivos. O primeiro é em relação ao artigo indefinido “uma”, no sentido que este TCC se propõe a apresentar uma das inesgotáveis possibilidades de se abordar o conteúdo em sala de aula, tais quais os trabalhos de Martins; Verdeaux; Souza (2009), Coelho; Machado (2015), Borges (2002) e Rodrigues (2022), por exemplo. O segundo ponto de observação da sentença em destaque é que a sequência de ensino investigativa apresentada é uma proposta de ensino, não sendo objetivo deste trabalho a sua aplicação em um ambiente real de sala de aula.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Em se tratando dos objetivos específicos, este trabalho almeja:

- Elaborar uma sequência de ensino investigativa que possa ser reproduzida por outros professores em diferentes contextos;
- Apresentar referências que possam subsidiar a pesquisa inicial de outros professores nas áreas de ensino por investigação e aprendizagem significativa, contribuindo assim para o desenvolvimento desses campos.
- Analisar a inserção de recursos didático - pedagógicos que favoreçam a aprendizagem dos alunos e ajudem os profissionais de educação a atuar como agentes na melhoria da qualidade do ensino no país;

### 3 JUSTIFICATIVA

Os estudantes da Educação Básica ao chegarem ao Ensino Médio, ou, a depender da instituição de ensino, ao nono ano do Ensino Fundamental, têm o seu primeiro contato com as disciplinas de Física, Química e Biologia.

Ainda é comum encontrar professores que façam uma abordagem tradicional dessas matérias, ou seja, aulas centradas na transmissão de conteúdos conceituais que, de acordo Pozo; Crespo (2009), envolvem fatos, conceitos e princípios.

Em aulas nas quais a atividade de ensinar é centrada apenas na figura do professor, que expõe e interpreta a matéria, perguntas como “para que eu preciso saber isso?” ou afirmativas como “isso não serve para nada!” são muito frequentes entre os estudantes e dos estudantes para os seus professores.

Os pontos apresentados anteriormente são reforçados por Moreira (2012) ao afirmar que uma porção considerável da educação oferecida nas escolas é de natureza mecânica, ou seja, consiste em aprendizagem meramente memorística, pouco duradoura, monótona e limitada apenas a situações familiares (no sentido de já conhecidas, repetidas).

É a partir de fatores como esses, atrelados à discussão sobre a crise das escolas, a necessidade de tornar a educação mais acessível e as perspectivas apresentadas por autoras como Candau (2012) e Sibilia (2012), que propõem uma concepção mais democrática e participativa para a educação, em que o aluno tenha protagonismo e a escola esteja mais conectada com a comunidade, que este presente trabalho propõe a inserção de uma atividade investigativa nas turmas de Ensino Médio na expectativa de (re)significar a aprendizagem de Ciências da Natureza (Física) para estes estudantes, com o intuito de promover uma aprendizagem significativa (AS) de determinados conteúdos de ondulatória relacionados à audição humana.

Por fim, vale destacar que um dos objetivos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é “à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018, p. 7), diretriz essa que caminha paralela com o pensamento de Sasseron (2015), visto que a construção de uma sociedade democrática e inclusiva pode ser feita a partir do “desenvolvimento dos estudantes para atuação e pertencimento à sociedade em que vivem, conhecendo e reconhecendo seus problemas ajudando a enfrentá-los.” (SASSERON, 2015, p. 65).

De modo que a superação da forma mecânica e meramente memorística do ensino precede da inserção de propostas que auxiliem os estudantes a significar os conhecimentos

vistos no espaço escolar e que não se limite simplesmente a apresentação de conteúdos de caráter conceitual.

## 4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

### 4.1 Aprendizagem significativa (AS)

Considerando que um dos propósitos deste estudo é oportunizar uma aprendizagem significativa aos estudantes em determinados tópicos de acústica, é necessário a compreensão do que essa aprendizagem envolve. Pois é com o entendimento da teoria de aprendizagem significativa e os processos necessários para alcançá-la que é possível planejar estratégias de ensino mais eficazes (no que tange a construção da aprendizagem) e engajadoras, proporcionando um ensino mais relevante e duradouro para os estudantes.

Em Moreira (2012) encontramos que a proposição do pesquisador norte-americano David Paul Ausubel, conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa, preconiza que a aprendizagem significativa consiste em reconstruir e ampliar ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, permitindo a conexão dessas ideias a novos contextos. Moreira enfatiza ainda a importância do conhecimento prévio para a AS:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio[...]. (MOREIRA, 2012, p.7)

Portanto, para Ausubel, o que o aluno já sabe é de extrema importância no processo de aprendizagem e, como nos dizem Pozo e Gómez Crespo,

O objetivo do aprendizado significativo é que, na interação entre os materiais de aprendizagem (o texto, a explicação, a experiência etc.) e os conhecimentos prévios ativados para dar-lhe sentido, esses conhecimentos prévios sejam modificados, fazendo surgir um novo conhecimento; (POZO; CRESPO, 2009, p. 87)

Um ponto que merece destaque dentro da teoria surge quando Ausubel, segundo Moreira (2012), destaca em seus estudos que a maior parte da aprendizagem que ocorre nas escolas é mecânica, ou seja, uma aprendizagem puramente memorística, de curta duração, repetitiva e pouco aplicável a situações novas. Nesse sentido podemos concluir, erroneamente, que a aprendizagem significativa se resume àquela que o indivíduo nunca esquece, mas conforme destacam Pozo e Gómez Crespo “[...] o aprendizado e o esquecimento não são processos opostos. Um sistema cognitivo que faz cópias literais de toda a informação, como um computador, é um sistema que não esquece e, portanto, que também não é capaz de aprender” (POZO; CRESPO, 2009, p. 22), ou seja, o esquecimento é natural em qualquer processo de aprendizado, mas se a aprendizagem for significativa haverá um resíduo do que foi aprendido

na estrutura de conhecimento específico ao qual esse novo conceito se ligou durante o processo de aprendizagem.

A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que a aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa (MOREIRA, 2012, p.4)

Além do já exposto, não se pode deixar de destacar a linguagem como elemento de suma importância dentro da teoria de Ausubel, visto que é através da linguagem que acontecem as negociações de significado. A AS envolve a captação de significados que “[...] implica diálogo, negociação de significados. O aluno tem que **externalizar** os significados que está captando.” (MOREIRA, 2012, p.22, grifo nosso)

O homem vive na linguagem. Portanto, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p.22).

No entanto, no ensino mecânico, como nos disse Moreira (2012), a participação dialógica dos alunos não é incentivada, seus conhecimentos prévios não recebem o destaque que deveriam e grande parte do estímulo que lhes é ofertado se dirige para a memorização que objetiva a aprovação em testes.

#### **4.2 Ensino por investigação e sequências de ensino investigativas (SEIs)**

Os pressupostos teóricos apresentados nesse item se baseiam nas produções elaboradas, desde a década de 70, pelos membros do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LaPEF), que são professores de Metodologia do Ensino de Física, alunos de iniciação científica, professores da rede pública, mestrandos e doutorandos dos programas de Pós-Graduação em Educação e Interunidades em Ensino de Ciências.

De acordo com os trabalhos de Carvalho (2014) e Carvalho (2018), uma parte relevante do conhecimento sobre ensino por investigação e SEIs foi estruturado tendo como pano de fundo os trabalhos de Piaget e Vygotsky.

A psicogênese do conhecimento científico é um tema central nos trabalhos de Piaget e colaboradores. Eles investigaram como o ser humano constrói o conhecimento científico e identificaram as principais estruturas do pensamento envolvidas nesse processo. Segundo

Piaget (1977), o desenvolvimento cognitivo ocorre através de estágios sequenciais, nos quais as estruturas mentais se desenvolvem e se tornam mais complexas ao longo do tempo.

Já os trabalhos de Vygotsky enfatizam a importância do outro na construção do conhecimento científico. Vygotsky (1998) argumentou que o desenvolvimento intelectual do aluno é influenciado pelo ambiente social e cultural em que ele está inserido, e que a interação com os outros desempenha um papel fundamental nesse processo. Além disso, Vygotsky (2007) caracteriza a linguagem como um instrumento crucial no desenvolvimento cognitivo, pois permite ao aluno comunicar seus pensamentos e ideias, bem como receber feedback e orientação dos outros. E, como destaca Carvalho:

Inicialmente os educadores se debateram entre esses dois referenciais teóricos – o piagetiano e o vigotskiano – e suas possíveis influências no ensino. No entanto, por meio de pesquisas realizadas em ambientes escolares, o conflito entre as teorias se mostrou inexistente e o que se constata hoje é, ao contrário de décadas anteriores, uma complementaridade entre as ideias desses dois campos do saber quando aplicadas em diferentes momentos e situações do ensino e da aprendizagem em sala de aula. (CARVALHO, 2014, p. 2)

Assim, o ensino por investigação veio a ser utilizado como uma das estratégias possíveis para dirimir os efeitos causados por um ensino exclusivamente diretivo e expositivo. Nessa modalidade de ensino os conhecimentos (conceitos, teorias, procedimentos e expressões), transmitidos pelo professor, eram apresentados como produtos acabados, os alunos eram avaliados com base em sua capacidade memorísticas e a repetição do que haviam estudado era a estratégia preponderante.

A proposta do ensino por investigação é ensinar aos alunos a linguagem científica de forma simplificada e, para isso, se utiliza de processos que se assemelham, na medida do possível, aos processos próprios das ciências. Um dos objetivos é que os alunos “[...]possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica, [...] se alfabetizando cientificamente (SASSERON; CARVALHO, 2008).” (CARVALHO, 2014, p.9). Desta forma, de maneira sintética, Carvalho define o ensino por investigação como:

[...]o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p.766)

Após a compreensão do que se trata o ensino por investigação, mesmo que de maneira básica, se faz necessário trazer dois conceitos bastante relevantes dentro desse campo: o grau de liberdade intelectual dado aos alunos pelo professor, e a elaboração do problema.

Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações. (CARVALHO, 2018, p. 767)

As ideias que norteiam a liberdade intelectual dada aos alunos pelo professor foram baseadas nos trabalhos de Pella (1969) e Borges (2004). De forma simplificada a liberdade intelectual envolve “[...]criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar[...]” (CARVALHO, 2018, p.767). Dentro de uma perspectiva de ensino por investigação o erro não é visto de forma negativa.

É nesta etapa da aula que o professor precisa, ele mesmo, tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos. Essa também é uma condição piagetiana. É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto. O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio. (CARVALHO, 2014, p.3).

A partir dos dois artigos supracitados Carvalho et al (2010) formularam quadros mostrando o grau de liberdade intelectual que o professor proporciona para seus alunos em atividades comuns nas salas de aula de ciências.

Valendo-nos do quadro elaborado no contexto de atividades experimentais, exemplificaremos esses graus de liberdade. Ressalta-se, no entanto, que o mais relevante aqui não é a especificidade da atividade e sim as classificações.

**Figura 1 –Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais**

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: (CARVALHO; RICARDO; SASSERON; ABIB; PIETROCOLA, 2010, p. 55 apud CARVALHO 2018, p.768)

A figura 1 mostra uma progressão de graus de liberdade nas atividades experimentais. No grau 1 tem-se o ensino diretivo, no qual o docente expõe a questão, as conjecturas e explica todas as etapas do esquema de atividades, restando aos estudantes apenas seguir as instruções

preestabelecidas. À medida em que se avançam as colunas, os alunos passam a receber mais liberdade, sendo progressivamente responsáveis pelas hipóteses, plano de trabalho, culminando no grau 5, no qual “[...]o problema é escolhido e proposto pelo aluno ou grupo de alunos, é muito raro nos cursos fundamentais e médios. Encontramos, muito raramente, esses casos em Feiras de Ciências.” (CARVALHO, 2018, p.769).

Segundo Carvalho (2018) a terceira e a quarta coluna já caracterizam atividades de ensino por investigação.

Diferentemente dos graus 1 e 2, quando o aluno procurava entender o raciocínio do professor, nos graus 3 e 4 é o aluno que está com a parte ativa do raciocínio intelectual. Um grupo pode errar, mas poderá ser o grupo que mais vai aprender, pois os alunos deste grupo terão de refazer o raciocínio buscando onde cometeram o engano. (CARVALHO, 2018, p.769).

O outro elemento essencial ao ensino por investigação se encontra na formulação do problema. E é necessário explicitar que na perspectiva do ensino por investigação os problemas não são simples questões de aplicação de fórmulas ou exercícios de repetição mecânica para fixação de conteúdos conceituais. É necessário a elaboração de um bom problema.

Um dos pontos mais importantes da epistemologia das Ciências, e que coincide com os referenciais teóricos já descritos é a posição de Bachelard (1938) quando propõe que todo o conhecimento é a resposta de uma questão. Entretanto não deve ser uma questão ou um problema qualquer. Essa questão ou este problema, para ser uma questão para os alunos, deve estar dentro de sua cultura, sendo interessante para eles de tal modo que se envolvam na busca de uma solução e na busca desta solução deve-se permitir que exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto. (CARVALHO, 2014, p.6).

Segundo Carvalho (2018), um bom problema é aquele que, além de outras coisas, dá aos alunos

[...]condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo; dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo; dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem; dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar. (CARVALHO, 2018, p.771-772).

De acordo com Carvalho (2014), independentemente do tipo de problema ou atividade (atividades experimentais, aulas de resolução de problemas, laboratório, discussões de textos históricos, entre outras), é essencial que exista um conjunto de passos sistemáticos, a fim de permitir que os alunos possam formular e avaliar suas hipóteses, avançar de um processo de manipulação física para um processo intelectual que estruture seu pensamento, e que seja capaz de apresentar argumentos discutidos tanto com seus colegas quanto com o professor.

É tendo em mente a importância da estruturação dos problemas e das atividades (o que não significa rigidez ou a adoção de um procedimento algorítmico) que as sequências de ensino investigativas entram em cena.

Sasseron (2015) define SEIs como o “encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados.” (SASSREON, 2015, p. 59). Em adição, Carvalho (2014) nos apresenta uma perspectiva mais detalhada sobre as SEIs.

Nesse contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (CARVALHO, 2014, p.9)

Em outras palavras, a não existência de rigidez ou a não adoção de um procedimento algorítmico não significa que as SEIs podem ser executadas de qualquer maneira. Pelo contrário, são atividades planejadas, de modo a cumprir objetivos pedagógicos bem definidos.

Tendo em vista que um dos objetivos das SEIs é incentivar o estudante a desenvolver um conceito específico, é aconselhável começar uma sequência investigativa com atividades práticas que, gradualmente e com a orientação do professor, permitam que os alunos percebam como o problema foi resolvido a partir de suas próprias ações. Carvalho aponta elementos importantes dentro de uma SEI, mas não expõe como fazer e nem o que fazer em cada etapa, pois o mais relevante é a mudança de postura do professor face a um ensino que se propõe investigativo.

Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. (CARVALHO, 2014, p.9)

## **5 A SEI PROPOSTA**

Neste capítulo faremos a descrição de cada atividade que comporá a SEI. A unidade temática em questão está inserida em Acústica, e para atingir os objetivos pedagógicos propostos para um público-alvo de estudantes de ensino médio regular, são necessários 4 encontros de 1 hora de 40 minutos cada.

É importante destacar que, da forma como foi construída, a SEI apresentada é composta de atividades que estariam no grau 3 (figura 1) de liberdade intelectual, já que apenas os problemas são exclusivamente propostos pelo professor e os demais itens são elaborados pelos alunos ou em conjunto com o professor.

### **5.1 Atividade 1 – Aplicação do questionário prévio**

Na etapa inicial desse primeiro encontro, o professor explica para a turma que os próximos 4 encontros serão destinados ao estudo de ondas sonoras, acústica, e que, nesse primeiro momento, eles responderão um questionário, para que o professor conheça seus conhecimentos prévios. É importante ressaltar que não serão avaliados pelo percentual de acertos, mas sim pela participação nas atividades que compõem a SEI. Dessa maneira, os estudantes tendem a responder o que verdadeiramente compreendem (JAMES, 2006).

Em seguida, o professor destina o restante desse primeiro encontro para a aplicação de um questionário prévio, de modo a verificar os conhecimentos iniciais (concepções prévias) dos alunos sobre ondulatória. O apêndice A apresenta uma sugestão de questionário a ser aplicado, que contém 10 questões abertas, de cunho conceitual, baseado no questionário prévio presente no anexo A da dissertação de Nunes (2019), com algumas modificações.

### **5.2 Atividade 2 - Mini amplificador Sonic 2000 e fogos de artifício**

Pretende-se que essa atividade seja realizada em 2 tempos de aula (100 min), ela será dividida em duas partes. Inicialmente, para a parte I, apresentaremos o comercial de um produto, o Mini amplificador Sonic 2000, e com o auxílio do Roteiro de atividades I – Parte I (Apêndice B) pediremos que os alunos, em grupos de 4 ou 5, discutam as possibilidades reais de implementação desse produto no cotidiano, elenquem pontos positivos e negativos que o uso desse objeto pode proporcionar. Para a parte dois contaremos com a leitura de duas reportagens e o Roteiro de atividades I- Parte II (Apêndice C), no qual pediremos que os alunos, também em grupos, discutam e apresentem, de maneira escrita, quais fatores são mais relevantes para entender as situações apresentadas nas reportagens.

A evolução das respostas é essencial no decorrer dessa atividade, de forma que devemos recolher os roteiros respondidos ao final de cada etapa para que os alunos e o professor possam comparar as respostas antes e depois de alguma intervenção formal.

A intenção é que o material (vídeo ou reportagens) que será apresentado possibilite intercâmbios didáticos entre os alunos e destes com o professor. Para isso é importante que eles interajam com o material e entendam bem a proposta que consta nos roteiros de atividade e cabe ao docente se certificar (circulando pelos grupos, estando atento a existência ou não de discussão, fazendo questionamentos) que os alunos entenderam os comandos e possam, por meio do diálogo e colaboração, identificar dados e informações relevantes para o cumprimento da atividade. Vale ressaltar, durante a execução dos roteiros, que não existe uma resposta certa, o importante é dar liberdade aos alunos para expressar seus conhecimentos e hipóteses.

O vídeo apresenta um produto supostamente capaz de amplificar a audição das pessoas que o utilizam. Segundo o comercial, ao utilizarmos o aparelho seria possível, entre outras coisas, escutar, mesmo estando em outro cômodo separado por uma parede, o som produzido por uma agulha ao bater no chão. Já as reportagens tratam do estresse sofrido por animais de estimação, durante festividades com queima de fogos, e da audição desses animais.

Após o recolhimento dos roteiros preenchidos, o professor pode questionar, tendo como base o vídeo e as reportagens, o que é necessário para ouvir um som e o que faz com que os cães escutem “melhor” do que os humanos. Depois de uma breve discussão com os alunos, seria um bom momento para relembrar ou introduzir conceitos sobre ondulatória, como por exemplo: conceito de onda, natureza da onda, frequência, amplitude e, também, conceitos mais específicos de acústica como as qualidades fisiológicas do som (altura, intensidade e timbre).

### **5.3 Atividade 3 – Perda de audição e gerador de frequência**

Nessa etapa da SEI daremos continuidade aos questionamentos levantados na aula anterior sobre o funcionamento da audição humana. Para isso vamos apresentar duas reportagens que falam sobre a perda de audição gerada por explosivos. A intenção é que, após a leitura das reportagens, os alunos discutam, em grupo, e levatem hipóteses sobre as grandezas que podem ter influenciado nos acidentes relatados, assim como sejam capazes de identificar situações similares e pensem em procedimentos para testar suas hipóteses

Após a coleta das hipóteses, que será feita com o auxílio do Roteiro de atividades II – Parte I (Apêndice D), será utilizado o aplicativo Gerador de Frequência, que nos permite, entre outras coisas, gerar sons de frequência específica.

Com o aplicativo no celular, colocaremos uma frequência acima de 20 kHz e perguntaremos aos alunos quais deles estão ouvindo o som. Progressivamente vamos baixando o valor da frequência até que os alunos do fundo ouçam. Tendo encontrado uma frequência na qual todos os alunos estejam escutando, alteramos o volume do celular e continuaremos a indagar quem está ouvindo. Por fim, podemos caminhar pela sala com uma frequência e volume fixos e seguir com as indagações. Após esses procedimentos pediremos que os alunos, em grupos de 4 ou 5, respondam as questões apresentadas no Roteiro de atividades II – Parte II (Apêndice E).

Tendo recolhido as respostas dos alunos podemos retomar o conceito de intensidade sonora, relembrar sua relação com a energia distribuída em determinada área, apresentar o limiar da audição e o limiar da dor, finalizando com a exposição do nível sonora e a escala bel de comparação de intensidades. Espera-se que essa atividade seja executada em 2 tempos de aula (100 min).

#### **5.4 Atividade 4 – Medição do nível sonoro**

Nesta atividade pretende-se investigar maneiras de medir o nível sonoro de uma onda e fazer com que os alunos entendam como varia a intensidade sonora com a distância. Para isso, vamos medir o nível sonoro provocado pelo estouro de um balão e, também, obter dados para a construção de gráficos de nível sonoro por distância e intensidade sonora por distância para uma fonte com frequência e amplitude fixas.

Para a mediação do nível sonoro provocado pelo estouro de um balão sugere-se utilizar aplicativos como o *Arduino Science Journal* ou o *Physics Toolbox* e balões de festa. A ideia é que os estudantes pesquisem, na internet, maneiras de medir o nível sonoro e se deparem com aplicativos como os sugeridos. Aplicativos desse tipo utilizam sensores existentes nos próprios smartphones para coleta de dados, nesse caso usaremos o sensor que funciona como um decibelímetro para determinar o nível sonoro do estouro do balão. Pediremos que os alunos façam essa medição para duas distâncias diferentes, 1 m e 2 m, e depois comparem os resultados encontrados com os dos outros grupos e discutam a compatibilidade dos resultados encontrados. É recomendado que cada grupo realize as medições em espaços separados para não haver interferência de um estouro com os demais.

Após essa atividade forneceremos uma caixa de som que produz um som com frequência e volume fixos e trenas. Pediremos que os alunos esboquem gráficos de nível sonoro por distância e intensidade por distância usando 5, 10 e 15 dados coletados com o auxílio da trena e dos aplicativos acima mencionados. Pediremos que eles identifiquem o tipo de gráfico

e discutam os motivos para as formas assumidas por esses gráficos. Ao longo da execução da atividade os alunos devem preencher o Roteiro de atividade III (Apêndice F).

Reiteramos a importância de, ao final de cada atividade, um momento de sistematização do conhecimento. Esses momentos foram explicitamente apontados como relevantes por Carvalho (2014) e podemos encontrar suporte em Morreira (2012) quando o autor afirma que os alunos precisam externar o conhecimento adquirido. Para além de externar os conhecimentos, esses momentos são importantes para que os alunos percebam como o novo conhecimento foi sendo construído, de forma que se sugere que os últimos 10 ou 15 minutos da aula sejam reservados para esse fim.

## **6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS**

Tendo em vista que o objetivo geral deste trabalho é trazer uma proposta para desenvolver o conteúdo de acústica, com estudantes de ensino médio, visando a aprendizagem significativa desse conteúdo e, em específico, fornecer caminhos para que outros professores possam explorar o ensino por investigação, pretendemos nesse item apresentar resposta que esperamos que surjam ao longo do desenvolvimento da SEI. Poderíamos, por exemplo, proceder como Lucena (2021) que se propõe a responder uma série de questionamentos, extraídos de Sasseron e Machado (2017), que orientam o trabalho para promover uma alfabetização científica.

Para este trabalho, vamos expor as intenções iniciais que surgiram durante a formulação da SEI respondendo às perguntas contidas nos roteiros de atividades, mas sem deixar de lado que os alunos podem apresentar respostas/soluções inesperadas para a qual o professor não havia se atentado durante a formulação das atividades que compõem a SEI.

### **6.1 Possibilidades de respostas para a atividade 1**

A atividade 1 é diagnóstica e sua intenção é captar os conhecimentos prévios dos alunos e/ou concepções alternativas sobre acústica. Além disso as respostas podem direcionar o trabalho do professor durante as etapas finais de elaboração da SEI. Essas respostas poderiam servir, por exemplo, como um ajuste fino dando ao professor dados que lhe permitam focar mais em um conceito ou remover uma etapa de alguma atividade previamente planejada da SEI. Tendo esses pontos em mente não responderemos as questões presentes no apêndice A.

### **6.2 Possibilidades de respostas para a atividade 2**

Na atividade 2 temos dois roteiros (apêndices B e C), a primeira parte da atividade (apêndice B) é iniciada com a questão: “Após terem assistido ao vídeo da propaganda do Mini amplificador Sonic 2000, discutam com os colegas a viabilidade de uso desse aparelho no cotidiano e descrevam suas conclusões.” Existem muitos pontos relevantes no vídeo, mas a intenção inicial do professor ao elaborar o roteiro era que os alunos pudessem perceber:

a) que esse aparelho amplificaria todos os sons, tanto os que o usuário quer ouvir quanto os ruídos, o que entra em contradição com a fala de uma personagem apresentada no vídeo (tempo 0:34) quando diz que, ao usar o aparelho, “Tudo é mais nítido e claro “;

b) que a amplificação seria melhor para sons que são produzidos perto do usuário, e esse ponto contradiria o narrador ao sugerir, com a pergunta “Dificuldade para ouvir de longe?” (tempo 0:38), que esse aparelho resolveria o problema.;

c) que nenhuma das demonstrações de funcionamento do aparelho apresentadas no vídeo são factíveis (tempos 0:04, 0:23, 0:28, 0:43, 0:55, 1:15). E uma possível conclusão que os alunos poderiam apresentar é que a compra desse produto não seria recomendada já que existem muitos indícios de propaganda enganosa.

A segunda questão é: “Apontem características positivas do produto.” Nesse caso alguns pontos positivos, que foram inicialmente pensando pelo autor, seriam os usos apresentados nos tempos:

a) (0: 49) no qual o pai consegue assistir televisão com o volume baixo enquanto a filha está no mesmo ambiente, mas, ao mesmo tempo, esse problema seria facilmente contornável com o uso de fones de ouvido.

b) (0:40 e 1:15) que apresentam situações similares, nas quais pessoas tem que ouvir algum som em ambientes grandes (como salas de cinema, teatro, templos, auditórios). O uso do aparelho nesse caso permitiria que o palestrante falasse em um volume menor, forçando menos suas cordas vocais e atingisse um público maior, que seriam os usuários do aparelho.

A terceira pergunta é: “Quais os possíveis malefícios do produto?” Para essa questão a intenção do autor era que os alunos pudessem perceber, como exposto anteriormente, que esse aparelho amplificaria todos os sons e, portanto, estaríamos expostos a sons mais intensos que, a longo prazo ou em situações excepcionais como uma explosão, poderiam gerar danos no aparelho auditivo do usuário.

Para a segunda parte da atividade iniciamos com a seguinte questão: “Converse com os colegas do grupo, vocês se identificam com a situação apresentada na reportagem? Que fatores fazem com que os animais de estimação (cachorros, gatos etc.) se estressem tanto durante eventos com queima de fogos (Ano novo, festas juninas, São Jorge, finais de campeonato etc.)? Apresentem justificativas para a escolha dos fatores apontados.” E nesse caso espera-se que os alunos apresentem situações vivenciadas por eles e percebam que:

a) nessas situações o estresse é gerado pela presença de uma quantidade grande de estímulos (luminosos e sonoros) de alta intensidade. Estamos pensando em quantidade de estímulos e intensidade sonora, visto que mesmo distante ainda é possível escutar o estampido de um foguetório.

b) os pets são, geralmente, mais sensíveis a esses estímulos do que os humanos. Estamos pensando nesse caso na anatomia do aparelho auditivo dos animais que lhe permite ouvir sons em uma faixa de frequência maior do que a do ser humano.

c) em meios urbanos esses eventos acontecem, como no caso de uma pessoa que mora ao lado de um estádio, mais próximo dos pets. Para esse caso estamos tentando associar a distância com a intensidade dos sons.

A próxima questão é: “Após a leitura da reportagem ao lado, o grupo alteraria a resposta dada ao item 4? Em caso positivo, expliquem os motivos.”. Para essa pergunta espera-se que, caso os alunos não tenham citado nada sobre anatomia do aparelho auditivo ou faixa de frequência da audição animal, eles sejam capazes de extrair essas informações do texto e acrescentem esses itens na resposta dessa questão.

Por fim a última pergunta, para essa parte da SEI, é: “Tendo como base a resposta dos itens 2 e 3, apresentem maneiras de testar a influência (positiva e negativa) das características apontadas pelo grupo.”, a intenção é que essa questão sirva com junção entre as partes da atividade.

Pretende-se que os alunos, de acordo com as suas discussões e preenchimento dos roteiros, sejam capazes de sugerir formas de testar hipóteses, por exemplo: poderiam sugerir que, munidos do mini amplificador e de um celular, um dos integrantes do grupo fosse para a sala ao lado e coloca-se um áudio no celular com o volume baixo e outro integrante, que permaneceu em sala e está utilizando o mini amplificador, transcrevesse o que é dito no áudio.

Está questão também pode servir como gancho para iniciar a atividade de integração e sistematização dos conhecimentos trabalhos ao longo dessa parte da SEI.

### **6.3 Possibilidades de respostas para a atividade 3**

Essa atividade é iniciada com a leitura das reportagens e com o Roteiro de atividades II – parte I (apêndice D) cuja primeira pergunta é: “A partir dos acidentes relatados nas reportagens, discutam e levantem hipóteses sobre o que pode ter influenciado nesses casos. Como vocês testariam essas hipóteses?”

Como essa etapa se desenvolve durante o terceiro encontro espera-se que tenha acontecido uma intervenção formal sobre os conteúdos de acústica no encontro anterior e, também, que os alunos estejam mais confortáveis com o formato da aula. De forma que seria interessante ver nas respostas dos alunos uma presença maior de termos e jargões científicos do que nas respostas das atividades anteriores.

Tendo em vista o exposto, almeja-se que os alunos consigam perceber, através da leitura das reportagens, que os fatores preponderantes que ocasionaram os acidentes mencionados foram a proximidade das alunas com os artefatos e a grande intensidade do som gerada por uma explosão.

Para os testes de hipóteses eles poderiam sugerir, por exemplo, o uso de uma película extremamente fina que simulasse o tímpano e uma caixa de som que produzissem um som intenso. Colocando a caixa de som no volume máximo relativamente distante da película e depois, gradativamente, mais próximo até ela se romper ou marcando o tempo que ela leva para se romper quando a caixa de som está distante e próxima, no volume máximo e em um volume menor. Poderiam, também, atirar bolinhas contra a película para simular a intensidade som, atirando “forte” e “fraco” para simular a relação com a intensidade do som e atirando “forte” e “fraco” de perto e longe para simular a relação com a distância.

Já para a questão “O grupo consegue apresentar outras situações (talvez menos drásticas) que podem ter consequências danosas para a nossa audição?”, é esperado que os alunos apontem situações como uso prolongado de fones de ouvido com volume no máximo, exposição prolongada a barulhos muito intensos como o som de uma britadeira em uma obra ou em festas.

Na segunda parte da atividade utilizaremos o aplicativo para celular chamado Gerador de frequência e o Roteiro de atividades II – Parte II (apêndice E), a primeira questão a ser respondida nesse roteiro é: “Quais características da onda sonora seu professor estava alterando ao deixar o som cada vez mais grave? Qual característica da onda estava sendo alterada quando seu professor modifica apenas o volume do aparelho celular?”. Queremos que os alunos consigam distinguir frequência de amplitude e, para além disso, consigam perceber e apresentar os diferentes usos, científico e cotidiano, das palavras alto e baixo.

Para a questão: “O que acontece com a percepção de uma onda sonora quando o professor modifica apenas a distância do aparelho até o grupo?”, espera-se que os alunos consigam apresentar a distância com um fator relevante para a intensidade de uma onda e que a frequência da onda não é alterada nesse caso.

Por fim para fechar essa etapa da SEI os alunos devem responder à questão: “Tendo como base suas respostas aos itens 3 e 4, pensem em estratégias que poderiam ter ajudado a diminuir os danos causados pela explosão aos aparelhos auditivos das alunas nas reportagens.”. E uma possível estratégia seria ter se afastado o máximo possível do artefato explosivo ao perceber sua presença. Reforçamos que essa última questão pode ser usada como gancho para

iniciar a atividade de integração e sistematização dos conhecimentos trabalhos ao longo dessa parte da SEI.

#### 6.4 Possibilidades de respostas para a atividade 4

Essa atividade é iniciada após a intervenção formal sobre intensidade, nível sonoro e escala decibel, com o auxílio do Roteiro de atividades III (apêndice F) iniciamos pedindo que os alunos: “Pesquise na internet possíveis maneiras de medir o nível sonoro gerado pela explosão do balão. Realizem a medição com o balão a 1 m e 2 m de distância do celular, conversem com os outros grupos e comparem os valores, eles são compatíveis? Em caso de incompatibilidade, expliquem o que pode estar ocasionando essa diferença.”

Esperamos que os alunos encontrem aplicativos como o *Arduino Science Journal* ou o *Physics Toolbox* e consigam medir o nível sonoro gerado pela explosão do balão, que não encontrem valores compatíveis entre os grupos e consigam atribuir/associar essa incompatibilidade com:

- a) a falta de padronização ao encher os balões;
- b) a interferências externas (sons da rua, da própria escola etc.);
- c) as explosões dos balões dos outros grupos.
- d) a diferença entre os próprios aplicativos ou aparelhos celulares.

Esperamos que essa atividade evidencie aos alunos a necessidade de padronização para realização de experimentos e ao controle de variáveis.

Para a questão 2 e 3 dessa etapa da SEI gostaríamos que, no caso da questão 2 os alunos percebessem que o gráfico de nível sonoro não é linear e tende a uma função logarítmica decrescente com a distância à medida que aumentamos a quantidade de medidas feitas e, para a questão 3, que o gráfico de intensidade por distância também é decrescente e não linear, mas que os dois gráficos não podem representar funções iguais. Imaginamos que, como já expostos, as dificuldades na coleta de dados envolvam ruídos externos.

Por fim para a última questão dessa atividade queremos que os alunos consigam criar um material para averiguar algumas afirmações sobre o vídeo do Roteiro I- parte I. Uma possibilidade de material seria orientar as pessoas do outro grupo a:

- a) Realizar uma medição do nível sonoro de uma agulha caindo para uma distância bem pequena relativa à agulha, por exemplos 1 ou 2 cm.

- b) Medir a distância entre os dois lados da sala.
- c) Calcular por meio das fórmulas de nível sonoro qual seria o nível sonoro dessa onda ao chegar do outro lado da sala. O grupo poderia, também, orientar uma comparação entre os níveis a partir dos gráficos já construindo vendo qual foi o fator multiplicativo na distância.
- d) Calcular qual seria o nível sonoro percebido por uma pessoa usando o sonic 2000.
- e) Tentar realizar a medida do nível sonoro da agulha com o celular do outro lado da sala, possivelmente não será registrado nenhum valor.
- f) Comparar esses resultados e, com essas comparações, concluir sobre a veracidade do produto.

Como esse é o final da SEI, essa última questão pode e deve ser utilizada como forma de integração e sistematização dos conhecimentos trabalhos ao longo dessa parte e da SEI por completo. Além disso, essa última questão poderia ser usada como uma forma de avaliação dos alunos, recomenda-se dar um prazo longo aos alunos para a realização dessa última questão, visto que essa parte pode ser usada para mostrar aos alunos a importância da linguagem e comunicação em ciência, já que o importante da atividade é fazer com o outro grupo seja capaz de entender seu raciocínio ao ler o roteiro. Outra possibilidade de avaliação seria aplicar um pós-teste semelhante ao aplicado durante o início da SEI.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse estudo foi trazer uma proposta para desenvolver o conteúdo de acústica com estudantes de ensino médio de modo a oportunizar uma aprendizagem significativa do tema usando, para isso, uma sequência de ensino investigativa. Assim, foram utilizados os referenciais teóricos apresentados por Foucault (1977), Canário (2006), Candau (2012), Sibilia (2012) e Moreira (2012), aliados a inquietações oriundas da prática do próprio pesquisador, para reforçarmos a necessidade de transformação no ensino de Física.

Destacamos que, propor o ensino por investigação como uma das maneiras de oportunizar melhorias no ensino de Física, como por exemplo em Barrelo Junior (2015), Carmo (2015), Penha, Carvalho; Viana (2015), Souza (2012), Vianna; Carvalho (2001) entre outros, e promover a aprendizagem significativa, não nos leva a ignorar a complexidade da crise no ensino de ciências, como apresentado em Fourez (2003). Entendemos que mudanças nas práticas docentes tradicionais, que são perpetuadas há anos, exigem um grande esforço por parte dos profissionais da educação. O esforço de reflexão e de modificação de concepções e práticas de ensino, necessário para a transformação, não é realizado por parte dos professores pois esses profissionais não estão disponíveis para tal, alguns devido às condições precárias e exaustivas de trabalho, outros no sentido de não estarem dispostos.

É tendo o exposto acima em mente, que esse trabalho propõe uma sequência de ensino investigativa composta de atividades que estariam no grau 3 de liberdade intelectual, pois entendemos que nenhuma mudança significativa acontece de forma drástica e que cada professor conhece sua realidade. Entendendo a necessidade de modificação dessas práticas e reconhecendo as dificuldades da profissão docente sugere-se que o professor vá inserindo, gradativamente, pequenas práticas de caráter investigativo nas suas aulas, para que uma aula tradicional e diretiva, na qual o aluno é coadjuvante, vá se transformando em uma aula na qual é o aluno que está com a parte ativa do raciocínio intelectual.

Faz-se necessário um comentário com relação as tecnologias da informação e comunicação (TIC's), que foram bastantes utilizadas ao longo da SEI, mas que não eram o foco teórico desse trabalho. Não podemos cair em uma falácia de achar que a simples introdução de novos meios tecnológicos no ensino irá produzir efeitos positivos na aprendizagem, pois é esperado que esses, por si só, irão modificar o modo como os professores estão habituados a ensinar e os alunos a aprender. Sabemos que a presença e o uso de computadores em sala de aula não garantem melhoria na aprendizagem, assim como o uso impensado e sem propósito de métodos

e metodologias não garante nenhum benefício no processo de ensino- aprendizagem, portanto depositar esperança nas TIC's sem alteração nas práticas habituais de ensinar não tem sentido.

Ao mesmo tempo, os alunos que estão regularmente cursando o ensino médio hoje, são de uma geração de estudantes que cresceu em um ambiente permeado pela tecnologia da informação e comunicação (TIC), mesmo que o acesso a essas tecnologias seja um fator problematizável. Esses alunos possuem habilidades e competências tecnológicas mais avançadas do que as gerações anteriores, e costumam utilizar as TIC de forma natural e intuitiva em seu cotidiano, inclusive em seus estudos. Por isso acreditamos que a presença das TIC's possa contribuir de forma motivacional para a integração dos alunos ao longo da SEI.

Por fim, esperamos que a proposta apresentada aqui possa inspirar outros profissionais da área a construir aulas nas quais os conhecimentos apresentados possam se mostrar mais relevantes e estimulantes para os alunos. Também que o conteúdo teórico possa servir como material inicial para subsidiar a pesquisa de outros professores na área de Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa. E, para o futuro, esperamos conseguir aplicar a SEI com o objetivo de refiná-la e publicar os resultados

## REFERÊNCIAS

- BARRELO JUNIOR, Nelson. **Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea - uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], ano 2002, v. 19, n. 3, p. 291-312, 1 jan. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 7 abr. 2023.
- BORGES, Thais Ricardo; VASSOLER RODRIGUES, Ernani. Ensino de acústica utilizando sintetizador analógico. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 6, n. Especial, p. 450–457, 2022. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.46006. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/46006>. Acesso em: 7 abr. 2023
- BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular: educação é a base. Brasília: MEC/SEF, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit\\_e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf). Acesso em: 08 jan. 2023.
- CANÁRIO, Rui. **A escola tem futuro?: das promessas às incertezas**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 160 p.
- CANDAU, Vera Maria Ferrão; KOFF, Adelia Maria Nehme Simão (Org.); LEITE, Miriam Soares (Org.); SOUSA, A. (Org.); SODRE, P. (Org.). **Didática Crítica Intercultural: aproximações**. Petrópolis: Vozes, 2012. 251 p.
- CARMO, Alex Bellucco do. **Argumentação matemática em aulas investigativas de física**. 2015. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; RICARDO, Elio Carlos ; SASSERON, Lúcia Helena; ABIB, Maria Lúcia Vital Dos Santos; PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física**. São Paulo, Cengage Learning, 2010, 176 p.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788522115495>. Acesso em: 10 março. 2023.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- COELHO, S. M; MACHADO, G. R. Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 207-222, 2015.
- FOUCAULT, M. **Vigiar e punir: história da violência nas prisões**. Petrópolis: Vozes, 1977

- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- HALLOUN, I.; HESTENES, D. Common sense concepts about motion. **Am. J. Phys.**, v. 53, n. 11, p. 1056-1065, 1985.
- JAMES, M. C. The effect of grading incentive on student discourse in Peer Instruction. **Am. J. Phys.**, v. 74, n. 8, p. 689–691, 2006.
- LUCENA, Roberta Nunes de. **Átomo de bohr e ciência forense: Uma abordagem através de Atividades Investigativas para estudantes do Ensino Fundamental II**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Física na Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2021.
- MARTINS R. L. C. et al, A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 31, n. 3, p. 3401.1 – 3401.12, 2009.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982. 112p.
- MOREIRA, Marco Antônio. O que é, afinal, aprendizagem significativa. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Curriculum**, p. 29-55, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>. Último acesso: 16/05/2023.
- NUNES, Raimundo Héllison Giló, **Uma proposta didática de ensino de ondas auxiliada pela construção de um tubo de Kundt**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física), Universidade Federal do Semi – Árido, Mossoró, 2019.
- PELLA, M. O. (1969). **The Laboratory and Science Teaching. In H. O. Andersen. Reading in Science Education for the Secondary School**. London: MacMillan.
- PENHA, Sidnei Percia; CARVALHO, Anna Maria Pessoa; VIANNA, Deise Miranda. Laboratório didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, n. 2, 2015
- PIAGET, Jean; FIGUEIREDO, Álvaro. **O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom quixote, 1977.
- POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SIBILIA, P. **A escola no mundo hiper-conectado: Redes em vez de muros?** Matrizes, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 195-211, 2012. DOI: 10.11606/issn.1982-8160.v5i2p195-211. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/matrizes/article/view/38333>. Acesso em: 15 março. 2023.

SOUZA, Vitor Fabricio Machado. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de Física**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VIANNA, Deise Miranda; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Do fazer ao ensinar ciência: a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 111-132, 2001

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores / organizadores: Michael Cole ... [et al.]; tradução: Jose Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche**, 1998.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem: obras escolhidas I**. Lisboa: Relógio d'Água. 2007.

**APÊNDICE A**  
**QUESTIONÁRIO PRÉVIO**

Questão 1: O que você entende sobre onda?

Questão 2: O que é uma onda sonora?

Questão 3: Construa um desenho que represente ondas sonoras de acordo com sua imaginação.

Questão 4: O que você entende por acústica?

Questão 5: Qual a diferença entre um som grave e um som agudo?

Questão 6: O som se propaga mais rapidamente no vácuo, no ar, na água? Explique a sua resposta.

Questão 7: De acordo com as qualidades fisiológicas do som, escreva o que você entende sobre: Altura, timbre, intensidade e nível sonoro.

Questão 8: Explique como funciona um instrumento de sopro, pro exemplo uma flauta doce, berrante ou corneta.

Questão 9: Faça um desenho de como estaria uma onda sonora dentro de uma flauta doce.

Questão 10: Você conhece um instrumento musical chamado flauta andina ou flauta de pan? Você sabe o que diferencia esse instrumento de uma flauta doce ou de um uma corneta?

**APÊNDICE B****ROTEIRO DE ATIVIDADES I – PARTE I – ACÚSTICA – MINI AMPLIFICADOR SONIC 2000****Professor:****Aluno(s):**

---

1. Após terem assistido ao vídeo da propaganda do Mini amplificador Sonic 2000, discutam com os colegas a viabilidade de uso desse aparelho no cotidiano e descrevam suas conclusões.

2. Apontem características positivas do produto.

3. Quais os possíveis malefícios do produto?

**Caso queiram assistir ao vídeo novamente utilize o QR-Code**



## APÊNDICE C

### ROTEIRO DE ATIVIDADES I – PARTE II – ACÚSTICA - ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO E FOGOS DE ARTIFÍCIO

Professor:

Aluno(s): \_\_\_\_\_



#### Animais e fogos de artifício: como lidar com o medo dos pets na virada do ano



4. Converse com os colegas do grupo, vocês se identificam com a situação apresentada na reportagem? Que fatores fazem com que os animais de estimação (cachorros, gatos etc.) se estressem tanto durante eventos com queima de fogos (Ano novo, festas juninas, São Jorge, finais de campeonato etc.)? Apresentem justificativas para a escolha dos fatores apontados.

5. Após a leitura da reportagem ao lado, o grupo alteraria a resposta dada ao item 4? Em caso positivo, expliquem os motivos.



6. Tendo como base a resposta dos itens 2 e 3, apresentem maneiras de testar a influência (positiva e negativa) das características apontadas pelo grupo.



**APÊNDICE D**  
**ROTEIRO DE ATIVIDADES II – PARTE I – ACÚSTICA - EXPLOSIVOS E PERDA DE AUDIÇÃO**

**Professor:**

**Aluno(s):**

---

≡ MENU | **g1** RIO DE JANEIRO

## Aluna do Colégio de Aplicação da UFRJ perde parte da audição após bomba explodir do lado dela



≡ **ODIA**

RIO DE JANEIRO

### Polícia investiga explosão de bomba em sala de aula que rompeu tímpanos de aluna

Caso aconteceu em turma do 9º ano em um colégio particular de São Gonçalo, na segunda-feira passada



1. A partir dos acidentes relatados nas reportagens, discutam e levantem hipóteses sobre o que pode ter influenciado nesses casos. Como vocês testariam essas hipóteses?

2. O grupo consegue apresentar outras situações (talvez menos drásticas) que podem ter consequências danosas para a nossa audição?

### APÊNDICE E

#### ROTEIRO DE ATIVIDADES II – PARTE II – ACÚSTICA - GERADOR DE FREQUÊNCIA

**Professor:**

**Aluno(s):**

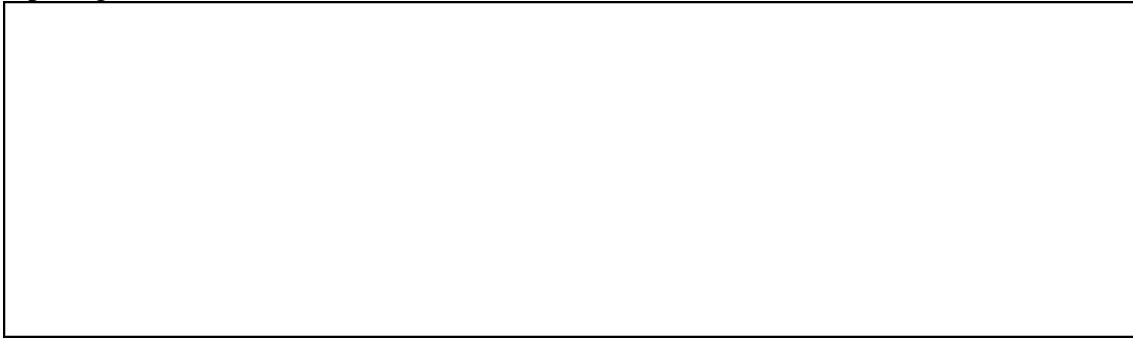
---

3. Quais características da onda sonora seu professor estava alterando ao deixar o som cada vez mais grave? Qual característica da onda estava sendo alterada quando seu professor modifica o apenas volume do aparelho celular?

4. O que acontece com a percepção de uma onda sonora quando o professor modifica apenas a distância do aparelho até o grupo?

5. Tendo como base suas respostas aos itens 3 e 4, pensem em estratégias que poderiam ter ajudado a diminuir os danos causados pela explosão aos aparelhos auditivos das alunas nas

reportagens.



## APÊNDICE F

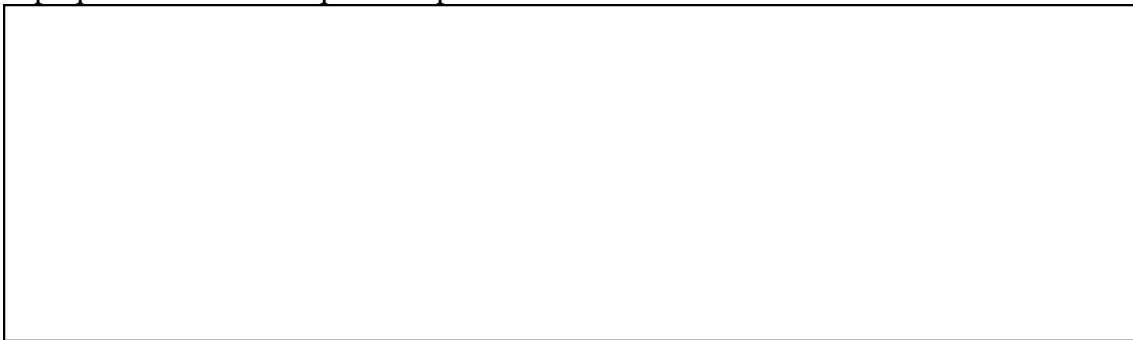
### ROTEIRO DE ATIVIDADES III – ACÚSTICA - NÍVEL SONORO.

**Professor:**

**Aluno(s):**

---

1. Pesquisem na internet possíveis maneiras de medir o nível sonoro gerado pela explosão do balão. Realizem a medição com o balão a 1 m e 2 m de distância do celular, conversem com os outros grupos e comparem os valores, eles são compatíveis? Em caso de incompatibilidade, expliquem o que pode estar ocasionando essa diferença.



2. Construam gráficos de nível sonoro por distância para o som gerado pela caixa de som fornecida pelo professor. Primeiro faça um gráfico usando apenas 5 dados, depois 10 e depois 15.



3. A partir dos gráficos elaborados acima esbocem o gráfico de intensidade por distância para o som gerado pela caixa. Identifique semelhanças e diferenças entre esse gráfico e o da questão anterior. O grupo encontrou alguma dificuldade durante a realização da coleta de dados? Se sim, aponte qual(is).



4. No vídeo sobre o mini amplificador Sonic 2000 é dito pelo narrador que o aparelho é capaz de aumentar seu poder de audição em até 22,87% (tempo 0:19) e, posteriormente (tempo 0:23), o personagem do comercial afirma que consegue ouvir a agulha cair do outro lado da sala. Tendo esses fatos em mente e tudo que foi discutindo ao longo dos últimos encontros, elaborem um roteiro com instruções de forma que um outro grupo possa confirmar ou refutar essas afirmações ao seguir os passos preestabelecidos no roteiro elaborado pelo grupo.