



**PRODUTO EDUCACIONAL  
O ENSINO DE ONDAS SONORAS POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA**

**FABIANA RIBEIRO DE ALMEIDA PAPAIANI**

Produto Educacional da Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientadora: Profa. Dra. Hercília Alves Pereira de Carvalho**

**MARINGÁ/PR  
2021**

# APRESENTAÇÃO

---

Prezado Professor, este Produto Educacional intitulado O ENSINO DE ONDAS SONORAS POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA faz parte de um trabalho elaborado no Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física – Polo UEM – PR considerando a nossa experiência de alguns anos de prática no ensino de Física. Com esta sequência, objetivamos promover aprendizagem significativa do conteúdo de ondas sonoras. A proposta é composta por 07 aulas, com diversas atividades que estão em consonância com ferramentas didáticas tecnológicas e também à leitura. As ações previstas contribuem para a conexão entre os conceitos ensinados na escola e a dimensão prática do dia a dia e reforça a necessidade da contextualização no ensino que responde ao questionamento dos alunos o porquê devo estudar Física, gerando uma consciência dos fatos e fenômenos encontrados no dia a dia dos estudantes.

Este material estará disponível para *download* na página do MNPEF/DFI/UEM (<http://www.dfi.uem.br/dfimestrado/?q=node/60>) e pode ser adaptado de acordo com a realidade de cada série pelo docente interessado.

Maringá, agosto de 2021.

Fabiana Ribeiro de Almeida Papaiani

# RESUMO

---

Apresentamos aqui uma proposta de Produto Educacional definido por uma Sequência Didática para o estudo da ondulatória com ênfase no conteúdo de ondas sonoras para o ensino médio, aplicado no Colégio Estadual Monteiro Lobato da Rede Pública do Paraná. A sequência didática é composta por 7 aulas, com as seguintes atividades: questionário para investigação do conhecimento inicial sobre o assunto; aula expositiva contemplando os conceitos; aula de leitura coletiva com objetivo de debater os perigos do uso indiscriminado de fones ouvido para a audição; experimento sobre a propagação do som em diferentes meios; medição por meio de aplicativos da intensidade sonora; revisão de conceitos com jogo de perguntas e respostas (*quiz*) do aplicativo *Kahoot* para verificar a aprendizagem dos alunos e avaliar mediante construção de painel *Padlet* e formulário *google forms*. Tendo como base de pesquisa a Teoria de aprendizagem de David Ausubel, para Aprendizagem Significativa, utilizando-se como estratégia de aferição de indícios do aprendizado dos alunos por questionário inicial e final, que possam estabelecer diferenças antes e depois da aplicação da sequência didática, construindo um parâmetro de amostragem da consolidação e representação da organização sequencial de cada indivíduo do conteúdo ministrado e encontrando por meio dos entrevistados qual atividade da sequência didática é mais efetiva.

# SUMÁRIO

---

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>11</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:.....</b>	<b>14</b>
<b>PLANOS DE AULAS .....</b>	<b>23</b>
<b>QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>25</b>
<b>ENQUETE - #AULA 02.....</b>	<b>38</b>
<b>#LISTA ONDULATÓRIA - AULA 03.....</b>	<b>44</b>
<b>QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>68</b>
<b>FINALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA. ....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>78</b>

# INTRODUÇÃO

---

O ensino aprendizagem na física tem o propósito de letrar cientificamente os estudantes, além de oferecer compreensão do mundo real ao qual esses sujeitos estão inseridos. Para que o ensino seja concretizado, com base na pesquisa da sua prática, coleta as dificuldades encontradas em sala de aula, reflete sobre sua prática e busca meios para melhorar a aprendizagem dos alunos.

Um dos objetivos que qualquer bom profissional consiste em ser cada vez mais competente em seu ofício. Geralmente se consegue essa melhora profissional mediante o conhecimento e a experiência: o conhecimento das variáveis que intervêm na prática e a experiência para dominá-las (ZABALA, 1998, p. 13).

Com essa preocupação, propomos o ensino de ondas sonoras relacionado ao cotidiano dos estudantes. Sabemos que os jovens usam em demasia fones de ouvido e que desconhecem o mal causado pelo uso da intensidade sonora excessiva ou com grandes intervalos de exposição à mesma.

Para conscientizá-los do risco da perda da audição, este trabalho tem por objetivo ensiná-los a física envolvida na propagação do som em diferentes meios, promover a aprendizagem significativa com auxílio de uma sequência didática que circunde os conteúdos da Ondulatória, mais especificamente as ondas sonoras com atividades como leitura, experimentação e utilização de aplicativos. Nos parâmetros curriculares, encontramos o seguinte destaque:

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade (BRASIL, 2002, p 79).

Pensamos que ao trabalhar com temas que sejam de conhecimento do aluno, que ele de algum modo se sinta inserido no processo e possa despertar interesse em aprender os conceitos envolvidos e o modelo matemático.

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física do Paraná sugerem que, ao preparar sua aula, o professor deve ter em vista que a produção científica não é uma cópia fiel do mundo ou da realidade perceptível pelo senso comum,

mas uma construção racional, uma aproximação daquilo que se entende ser o comportamento da natureza. Assim,

- O processo de ensino-aprendizagem, em Física, deve considerar o conhecimento trazido pelos estudantes, fruto de suas experiências de vida em suas relações sociais. Interessam, em especial, as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes e que influenciam a aprendizagem de conceitos do ponto de vista científico;
- A experimentação, no ensino de Física, é importante metodologia de ensino que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar;
- Ainda que a linguagem matemática seja, por excelência, uma ferramenta para essa disciplina, saber Matemática não pode ser considerado um pré-requisito para aprender Física. É preciso que os estudantes se apropriem do conhecimento físico, daí a ênfase aos aspectos conceituais sem, no entanto, descartar o formalismo matemático (PARANÁ, 2008, p 56).

Assim, não se trata de simplificar a compreensão em detrimento do modelo matemático, e sim de contextualizar para elevar a compreensão dos modelos, para que faça sentido.

A proposta que apresentamos é fundamentada na *Aprendizagem Significativa* de David Ausubel. Um dos pontos fundamentais nessa concepção é o conhecimento prévio, pois é ele que vai ancorar o novo conhecimento. Essa interação é substantiva e não-arbitrária, que interage com o conhecimento relevante que existe na estrutura cognitiva do aprendiz, denominada *Subsunçor* ou ideia-âncora. Nesse processo acontecerá a aprendizagem de novos conceitos e significados ou o fortalecimento da estrutura cognitiva para que ela se estabilize, facilitando novas aprendizagens ou criando novos subsunçores.

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva” (MOREIRA, 2010, p. 2).

As atividades da sequência foram planejadas para que os novos conhecimentos façam sentido, que possam agregar ao conhecimento prévio uma estrutura mais elaborada que vai ao encontro da aprendizagem significativa.

Para acontecer a aprendizagem significativa, além do conhecimento

prévio, é essencial que: o material de aprendizagem (MOREIRA, 2010) seja potencialmente significativo e o aprendiz tenha predisposição para aprender. O material potencialmente significativo, como livros, aulas, aplicativos, jogos, apostilas, deve ter significado lógico, que tenha uma estrutura cognitiva apropriada e relevante, relacionável de forma não-arbitrária o que significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e não-literal (não ao pé da letra). Ou seja, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter os subsunçores necessários, assim, o produto educacional, propõe uma linguagem próxima ao do aprendiz e se relacionam com a tecnologia e ações do cotidiano do mesmo, buscando alcançar a segunda condição, que implica, que o aluno queira relacionar os novos conhecimentos, mas não quer dizer que ele goste, ou se interesse apenas pelo que é ensinado, mas que ele próprio faça as suas relações de forma não-arbitrária e não-literal, uma predisposição em aprender objetivando alcançar os subsunçores que são conhecimentos prévios relevantes, que podem ser modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais, conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para que o aprendizado seja significativo, Ausubel sugere o uso de *organizadores prévios* para que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Para ele, o uso de organizadores prévios é a estratégia para manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa, de acordo com Moreira, 2001:

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Contrariamente a sumários, que são ordinariamente apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados num nível mais alto. Segundo Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (MOREIRA, 2001).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL,

2017), ao se levar em conta o conhecimento prévio dos estudantes, o professor deve considerar que a ciência atual rompe com o imediato, o perceptível, o que pode ser tocado e que, para adentrar ao mundo da ciência, é preciso um processo de enculturação no qual o estudante apropria-se das teorias científicas.

Avaliação segundo Ausubel, deve ser predominantemente formativa e recursiva, onde se busca evidências sobre a aprendizagem significativa no aprendiz e na recursividade, o aprendiz refaz, mais de uma vez as tarefas externalizando os significados, explicando, justificando suas respostas, na sequência didática inserida nesse produto, contempla a avaliação com caráter formativo quando insere o conteúdo de maneira trivial ao mais complexo e também inclui a recursividade com diversas atividades para que o estudante possa fazer, refazer, elaborar suas perguntas, respostas e construir o seu aprendizado (MOREIRA, 2010).

O papel do professor neste contexto é de suma importância, pois ele agrega a posição do detentor do conhecimento e também é o agente que faz a inter-relação com ele (conhecimento) e o aprendiz. Como pré-requisito essencial ao que se pretende é uma postura inovadora, que consiga navegar nas várias facetas e situações que possam aparecer na aplicação do produto educacional (ZABALA,1998).

Numa sequência didática a forma como se articula as atividades e como elas são expostas podem determinar traços essenciais na aprendizagem do estudante, como enfatiza Antoni Zabala:

Os tipos de atividades, mas sobretudo sua maneira de se articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas. Evidentemente, a exposição de um tema, a observação, o debate, as provas, os exercícios, as aplicações, etc., podem ter um caráter ou outro segundo o papel que se atribui, em cada caso, aos professores e alunos, à dinâmica grupal, aos materiais utilizados, etc. (ZABALA, 1998, p. 53).

A organização deste trabalho em relação à sequência didática apresenta-se da seguinte forma: apresentação do problema a ser discutido e estudado com leitura de textos; exposição dos conceitos; experimentação para articular e ancorar os conhecimentos prévios dos fenômenos envolvidos, com o diferencial na fixação do material através de uso de aplicativos (*SLP Meter*); jogo interativo (*kahoot*) e vídeos (*FilmoraGo, XRecorder, e youtube*). Para Zabala (1998), para



a aprendizagem de conceitos ou princípios, existem condições que permitem que as aprendizagens sejam mais significativas:

Trata-se de atividades complexas que provocam um verdadeiro processo de *elaboração e construção* pessoal do conceito. Atividades experimentais que favoreçam que os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem substantivamente com os conhecimentos prévios; atividades que promovam uma forte atividade mental que favoreça estas relações; atividades que outorguem significado e funcionalidade aos novos conceitos e princípios; atividades que suponham um desafio ajustado às possibilidades reais, etc. Trata-se sempre de atividades que favoreçam a compreensão do conceito a fim de utilizá-lo para a interpretação ou o conhecimento de situações, ou para a construção de outras ideias (ZABALA, 1998, p.43).

A aplicação do produto educacional aconteceu em dois momentos, realizadas no Colégio Estadual Monteiro Lobato que está localizado na Cidade de Colorado-PR. A primeira amostragem (TURMA A), contou com três turmas de terceiro Ano (A, B e C) do ensino médio do ano letivo 2020, em ensino regular no período matutino e a segunda amostragem (TURMA B) aconteceu com 5 (cinco) turmas (A, B, C, D e E) do segundo ano do ensino médio do período matutino do ano letivo 2021, no contraturno. A faixa etária dos alunos que participaram da pesquisa é de 16 a 18 anos. Espera-se com esse Produto Educacional, chamar a atenção dos alunos para os problemas de audição causados pelo uso incorreto de fones de ouvido a longo prazo, para auxiliá-los numa compreensão do problema pela perspectiva do conhecimento, por meio de experimentação (correlacionar) e da leitura (fazer notar e compreender), incluí-los no próprio processo de aprendizagem com auxílio de diferentes ferramentas tecnológicas. Enfim, tornar a aprendizagem significativa aos alunos de maneira envolvente, didática, formativa e dinâmica, saindo do padrão normal de aulas ditas formais por meio desta sequência didática.

## OBJETIVO GERAL

---

- Promover a Aprendizagem Significativa do conteúdo Ondas Sonoras para alunos do Ensino Regular Público;

## OBJETIVO ESPECÍFICOS

---

- Compreender o que é uma Onda Sonora, saber classificar, identificar suas características e também saber como ela se propaga em diferentes meios.
- Trabalhar metodologias e instrumentos de avaliações diversificadas associadas às tecnologias a fim de envolver os alunos no processo de ensino e aprendizagem de forma significativa.
- Incentivar e desenvolver a leitura de textos de reportagens de jornais (físico ou via internet) da física contextualizada aplicada no cotidiano dos alunos.
- Discutir, debater, entender o processo de audição e conscientizar os alunos sobre o uso excessivo de fones de ouvido e as causas da surdez nos jovens;

# JUSTIFICATIVA

---

Mediante o cenário atual de uma escola incluída no ensino e aprendizagem voltado para uso das tecnologias e da necessidade de compreensão da Física de maneira mais significativa, ensinar com metodologias diversas, a fim de chamar atenção do nosso aluno aos problemas de saúde pelo mau uso dos fones de ouvido, justifica-se este trabalho.

Os jovens têm cada vez mais utilizado em seu cotidiano os fones de ouvido para ouvir músicas, assistir a filmes ou séries e/ou atender às chamadas em seus respectivos smartphones, o uso inadequado do instrumento em questão, poderá causar danos, às vezes, irreversíveis à audição. No estudo das ondas sonoras, podemos compreender que o som é uma onda capaz de deslocar energia em diferentes meios, quando captado pelo ouvido, pode provocar vibrações e até rompimento da membrana timpânica. Portanto, a Física trabalhada no presente produto educacional pode alertar de forma concisa e consciente, sobre os inúmeros malefícios oriundos de uso incorreto dos fones de ouvido.

Os alunos estão cada vez mais distantes da escola, do conhecimento historicamente acumulado e cada vez mais perto das tecnologias com o uso de celulares, smartphones e computadores, nesse ínterim pensar em novas estratégias de ensinar utilizando as tecnologias é uma maneira de proporcionar a aproximação entre a escola e os jovens.

# METODOLOGIA

---

A sequência didática é um conjunto de 7 aulas, sobre ondas sonoras, composta por várias atividades, tais como: aplicação de questionário (inicial e final) para investigação do nível de conhecimento sobre o tema e definição da melhor atividade proposta; aula expositiva sobre os conceitos de ondas sonoras; aula de leitura coletiva com objetivo de debater os perigos do uso indiscriminado de fones ouvido; verificação da propagação do som em diferentes meios com auxílio de uma caixa de som amplificada e também a propagação no ouvido humano por meio de um protótipo construído com materiais de baixo custo; medição da intensidade sonora por meio de aplicativos da telefonia móvel; revisão dos conceitos com jogo de perguntas e respostas (*quiz*) do aplicativo *Kahoot* para verificar a aprendizagem dos alunos e avaliar mediante construção de painel *Padlet* através de produções de minivídeos abrangendo o tema do projeto e também formulário *google forms*.

A aplicação foi realizada no Colégio Estadual Monteiro Lobato que está localizado na Cidade de Colorado-PR. A primeira amostragem (TURMA A), contou com três turmas de terceiro Ano (A, B e C) do ensino médio do ano letivo 2020, em ensino regular no período matutino e a segunda amostragem (TURMA B) aconteceu com 5 (cinco) turmas (A, B, C, D e E) do segundo ano do ensino médio do período matutino do ano letivo 2021, no contraturno. A faixa etária dos alunos que participaram da pesquisa é de 16 a 18 anos. Os alunos devem possuir *smartphones* para realização das atividades e acompanhamento das aulas.

No Quadro 2, apresentamos um cronograma das atividades a serem desenvolvidas por aula, sendo cada aula de 50 minutos.

**Cronograma da aplicação do PE.**

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ATIVIDADES</b>
#Aula 1	Investigação Inicial	✓ Apresentação do produto educacional; ✓ Aplicação do questionário inicial;
#Aula 2	Leitura	✓ Leitura de reportagens de jornais através da ( <i>web</i> e/ou físico) da física contextualizada aplicada no

		cotidiano dos alunos relacionada ao conteúdo de Ondas Sonoras;
#Aula 3	Ondas Sonoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aula expositiva com conteúdo “Ondas Sonoras e suas propriedades;</li> <li>✓ Visualizar vídeos sobre a aplicação das ondas sonoras em diferentes contextos;</li> <li>✓ Resolver lista de exercícios de fixação (#lista de ondulatória);</li> <li>✓ Correção da lista de exercícios e discussão sobre as perguntas e respostas;</li> </ul>
#Aula 4	Experimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Experimento 1: Caixa de som amplificada com inúmeras imagens formadas;</li> <li>✓ Experimento 2: Ouvido Humano;</li> <li>✓ Experimento 3: Aplicativo com Decibelímetro;</li> </ul>
#Aula 5	Grupo de Verbalização versus Grupo de Observação (GV x GO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Construção de um painel no aplicativo <i>PadLet</i> com de perguntas, repostas e vídeos;</li> <li>✓ Debate sobre as questões e vídeos apresentadas no painel <i>Padlet</i>;</li> </ul>
#Aula 6	Jogo <i>Kahoot</i> (quiz teórico)	✓ Jogo de perguntas e respostas com o aplicativo <i>Kahoot</i> ;
#Aula 7	Investigação Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aplicação do questionário final;</li> <li>✓ Finalização da sequência didática;</li> </ul>

**Quadro 1: Fonte:** o autor, 2021.

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

---

## ONDULATÓRIA

Estamos imersos num mundo cheio de ondas, quando ouvimos uma música ou conversamos com uma pessoa, ondas luminosas quando vemos um objeto ou uma luz, ondas de rádio, ondas numa corda ao fazer um treino de *crossfit* na academia, muitas delas estão no nosso cotidiano com infinitas utilidades e outras são utilizadas na medicina, indústrias, tecnologias e na ciência.

Onda é a propagação de energia em uma região do espaço, através de uma perturbação, porém, sem transportar matéria, em relação à sua natureza podem ser mecânicas ou eletromagnéticas.

As ondas mecânicas são governadas pelas Leis de Newton, necessitam de um meio físico para se propagarem, como exemplo, podemos pensar em uma corda tensionada que ao receber um pequeno impulso transversal é percorrida por uma perturbação, na forma de um pulso ondulatório, como na figura 01 (HALLIDAY, 1996, p. 112) .



Figura 1: Fonte o autor, 2021.

Neste caso, a deformação é a modificação da forma da corda em relação à sua forma de equilíbrio. A propagação se faz graças à interação de cada segmento da corda com os segmentos adjacentes. Cada segmento da corda (o meio perturbado) desloca-se numa direção perpendicular à direção da corda, na propagação do pulso. Ondas desse tipo, em que a perturbação é perpendicular à direção da propagação, são ondas **transversais**. As ondas que a perturbação é paralela à direção de propagação são **longitudinais**, como descrito na figura 2, pulso da onda em um tubo contendo ar e um embolo que se move

longitudinalmente.

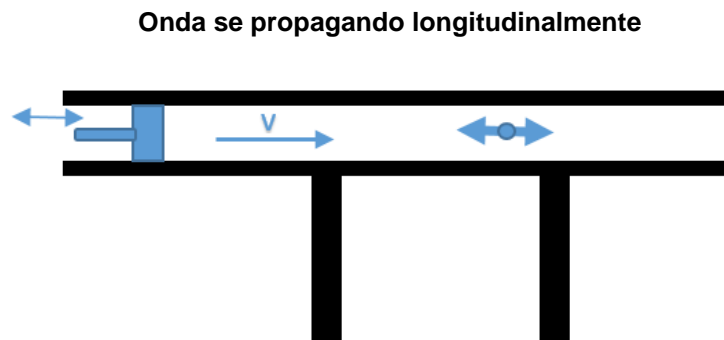


Figura 2: Fonte o autor, 2021.

As ondas eletromagnéticas abrangem a luz, as ondas de rádio, os raios x, os raios gamas, as micro-ondas e outros tipos de radiação. As diferentes ondas eletromagnéticas distinguem-se exclusivamente pelo comprimento de onda e pela frequência. Estas ondas não precisam de um meio para se propagarem. No vácuo propagam-se com a velocidade  $c$ , que é uma constante universal,  $c \approx 3 \times 10^8$  m/s (HALLIDAY, 1996, P. 112).

Em relação à direção de propagação, elas podem ser unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. **Unidimensionais**, quando se propagam em apenas uma dimensão, por exemplo ondas em cordas, **Bidimensionais**, se propagam em um plano, como, por exemplo, ondas na superfície líquida e **Tridimensionais**, que se propagam em todo espaço, por exemplo, ondas luminosas e ondas sonoras (VILLAS BÔAS, 2013, p. 130).

São elementos da Onda, **Cristas** ou picos, **Vale** ou depressão, **Amplitude (A)** e **Comprimento de Onda ( $\lambda$ )**:

### Elementos de uma onda

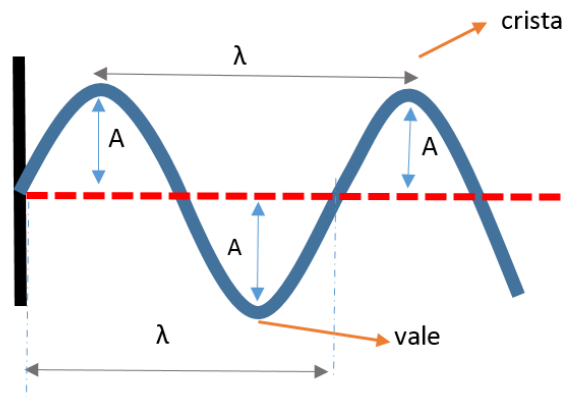


Figura 3: Fonte o autor, 2021.

- Cristas: os pontos mais altos de uma onda são as cristas.
- Vale: os pontos mais baixos de uma onda forma os vales.
- Amplitude: é a distância da posição da corda em repouso a uma crista ou a um vale.
- Comprimento de onda: é a distância entre duas cristas sucessivas ou dois vales sucessivos.

As ondas são associadas às grandezas físicas como **amplitude (A)**, **período (T)**, **frequência (f)** e **comprimento de onda (λ)**.

Uma onda pode ter muitas formas, mas o fundamental em cada uma delas é o **comprimento de onda λ** e a **frequência (f)**. O comprimento de onda é a distância ao longo do eixo x após o qual a forma da onda começa a se repetir. A frequência da onda é aquela em que qualquer elemento da corda repete sua oscilação transversal, devido a passagem da onda.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Eq. 01}$$

A unidade de medida de frequência no S. I. é o **hertz (Hz)**.

Definimos o **período T** de uma onda como o intervalo de tempo após o qual o movimento de um elemento oscilante da corda (em qualquer posição fixa x) começa a se repetir. A **Amplitude A**, é a característica da onda que representa a intensidade com que a onda se propaga.



## VELOCIDADE DE UMA ONDA

A rapidez de um movimento periódico ondulatório está relacionada à (f) frequência e ao comprimento de onda ( $\lambda$ ) (HEWITT, 2002, p. 333). Sabemos que velocidade é definida pela razão da distância pelo tempo. No caso de uma onda, a distância é um comprimento de onda e o tempo decorrido é um período, de modo que a velocidade com que uma onda se propaga é dada por:

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{Eq. 02}$$

sendo o período (T) o inverso da frequência, a Equação da **Velocidade** da onda será:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{Eq. 03}$$

## FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

Existem alguns fenômenos físicos que são comuns a todos os tipos de onda, seja ela mecânica ou eletromagnética, transversal ou longitudinal. São reflexão, refração, difração, interferência, ressonância e a polarização (TORRES, 2010, p.140).

A Reflexão é o fenômeno ondulatório que acontece com qualquer tipo de onda, onde uma onda que se propaga em um meio sofrerá reflexão quando encontrar outro meio de características diferentes, volta a se propagar no meio original sem alterar a velocidade de propagação. A frequência se mantém constante, portanto o comprimento de onda também não varia na reflexão. Como exemplo a reflexão, temos a reflexão em ondas sonoras: a Reverberação e o Eco (TORRES, 2010, p.141).

Denomina-se Refração o fenômeno ondulatório em que uma onda passa de um meio para outro com características diferentes. Nesse caso, a frequência se mantém constante, porém a velocidade de propagação muda, devido à mudança de meio. A refração acontece com qualquer tipo de onda. Um exemplo de refração, é a passagem da onda sonora se propagando dentro da água e logo após o ar, onde verificamos uma alteração na velocidade de propagação da onda.

Outro fenômeno, é a Difração, que pode ser explicado pelo Princípio de Huygens<sup>1</sup>, que é o desvio de uma onda quando a mesma encontra um obstáculo à sua propagação, exemplificando, com a situação de podermos ouvir uma música de uma sala ao lado com a porta aberta (TORRES, 2010, p. 146).

Quando duas ou mais ondas ocupam um determinado espaço ao mesmo tempo, os deslocamentos causados por cada uma delas se adicionam em cada ponto. Observando então o Princípio da Superposição. Assim, quando a crista de uma onda se superpõe à crista de outra, seus efeitos individuais se somam e produzem uma onda resultante com amplitude maior, denomina-se Interferência Construtiva. Quando a crista de uma onda se superpõe com o ventre de outra, seus efeitos individuais são reduzidos. Isso é chamado de Interferência destrutiva. A interferência é uma característica de todo movimento ondulatório, seja de ondas se propagando na água, ondas sonoras ou ondas luminosas (HEWITT, 2002, p. 335).

Quando uma onda está em Ressonância (ressoar ou soar novamente), significa que o sistema recebe energia por meio de excitações de frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração. Fenômeno esse que é encontrado nas ondas que aumentam sua amplitude quando recebem energia após atingir a frequência original da onda (HEWITT, 2002, p. 351).

A Polarização é o fenômeno que acontece apenas com ondas transversais, aquelas em que a direção de vibração é perpendicular à de propagação, a luz e a onda produzida em uma corda podem ser polarizadas. A onda será polarizada quando a vibração ocorrer em uma única direção, e para isso acontecer, usa – se filtros polaróides para filtrar a luz e fendas para filtrar a onda na corda (TORRES, 2010, p. 150).

Daqui em diante, trataremos especificamente das ondas sonoras.

---

1 Princípio de Huygens: Christian Huygens (1629-1695), publicou a Obra Tratado da Luz onde propôs um método de construção gráfica de frentes de onda que ficou conhecido como Princípio de Huygens. Que enuncia: Cada ponto de uma frente de onda comporta-se como uma nova fonte de ondas elementares, que se propagem para além da região já atingida pela onda original e com a mesma frequência que ela.

## ONDAS SONORAS

A onda sonora (o som) é um tipo de onda existente em nosso cotidiano, como as músicas em nossos rádios e aplicativos de som em nossos smartphones, são equipamentos de radiofrequência, na medicina com exames de imagem com a ultrassom, os animais como morcegos e golfinhos emitem sons para se locomover e caçar, assim como, os navios e os submarinos também possuem sonares para localização e locomoção no fundo mar. Utilizamos vários equipamentos tecnológicos, eletrodomésticos e eletroeletrônicos. Quando estudamos as ondas sonoras, suas classificações, suas características e os fenômenos que as envolvem, estamos estudando o que chamamos de Acústica.

Usando uma definição geral, ondas sonoras são ondas mecânicas que podem se propagar através de gases, líquidos ou sólidos, ou seja, em qualquer meio material. São longitudinais, ondas que se propagam paralelamente à direção de propagação. Tridimensionais que se propagam em três dimensões, ou seja, se propagam, no espaço (HALLIDAY, 1996, P. 137).

A propagação de Ondas Sonoras é a forma que ela se desloca e varia a pressão nos diferentes meios. Elas podem ser percebidas pelo sistema auditivo dos seres humanos e muitos outros animais. No caso dos seres humanos, a sensibilidade é de uma frequência entre 20 Hz a 20 000 Hz, aproximadamente, que varia de pessoa por pessoa e de acordo com a idade de cada indivíduo. Como forma de classificação entre os sons audíveis dos seres humanos e outros tipos de sons, temos o Espectro Sonoro abaixo apresentado:

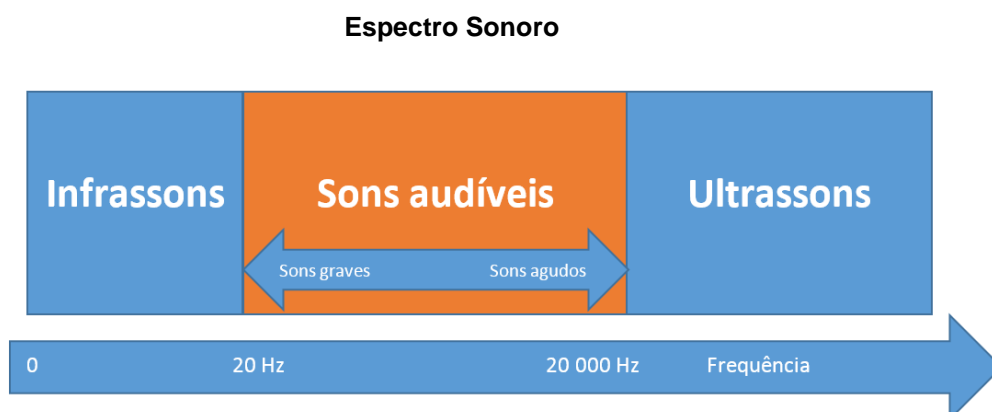


Figura 4: Fonte o autor, 2021

Os sons com frequências menores que 20 Hz, são denominados **infrassons** e os sons com frequências maiores que 20 000 Hz são chamados de **ultrassons**, esses tipos de frequências não são ouvidos pelos seres humanos, mas alguns ultrassons podem ser ouvidos por animais, como o cachorro, golfinho ou morcegos (TORRES, 2010, p.160).

O cérebro de um adulto normal é capaz de distinguir, aproximadamente, 400.000 sinais diferentes e convertê-los em sons correspondentes (TORRES, 2010). Os sons para serem distinguidos devem apresentar características convenientes, são as características, **Altura, Intensidade e Timbre**.

A **altura** de uma onda sonora é a característica relacionada à frequência de uma onda sonora: sons altos, com altas frequências, são sons agudos, sons baixos, com baixas frequências, são sons graves, como identificado na Figura 4.

A **intensidade sonora** de um som é a característica que está relacionada à quantidade de energia que ela transmite em uma determinada área, ela define quão forte ou fraco é um som, quanto mais forte é o som maior será a intensidade sonora e maior será o seu volume, quanto mais fraco é o som, menor será o volume e conseqüentemente menor será a intensidade sonora (TORRES, 2010, p.160).

A intensidade sonora ( $I$ ) também pode ser definida como a potência sonora ( $P$ ) recebida por unidade de área da superfície ( $A$ ):

$$I = \frac{P}{A} \quad Eq. 04$$

No SI, a potência da fonte é medida em watts (W), a área atingida pela onda, em  $m^2$ , e a intensidade da onda, em  $W/m^2$ .

Para que uma pessoa possa perceber uma onda sonora como som, a intensidade sonora deve estar no período aproximadamente entre  $10^{-12} W/m^2$  (limiar da audição) a  $1 W/m^2$  (limiar da dor), considerada sensação auditiva dos seres humanos (onde os sons são perceptivos), abaixo dessa faixa de intensidade sonora audível tem-se silêncio absoluto e acima tem-se sons com desconforto e dor (TORRES, 2010, p.160).

Para identificação da quantização da intensidade sonora emitida, tem-se outra grandeza física que mede o **nível de intensidade sonora**, representada do  $\beta$ , medido em **decibel** (dB):

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad \text{Eq. 05}$$

Em que  $I_0$  é a intensidade mínima de referência (limiar da audição)  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  (TORRES, 2010, p.161).

De forma ilustrativa temos na Figura 5 exemplos de alguns sons e suas respectivas Intensidades Sonoras e Níveis Sonoros:

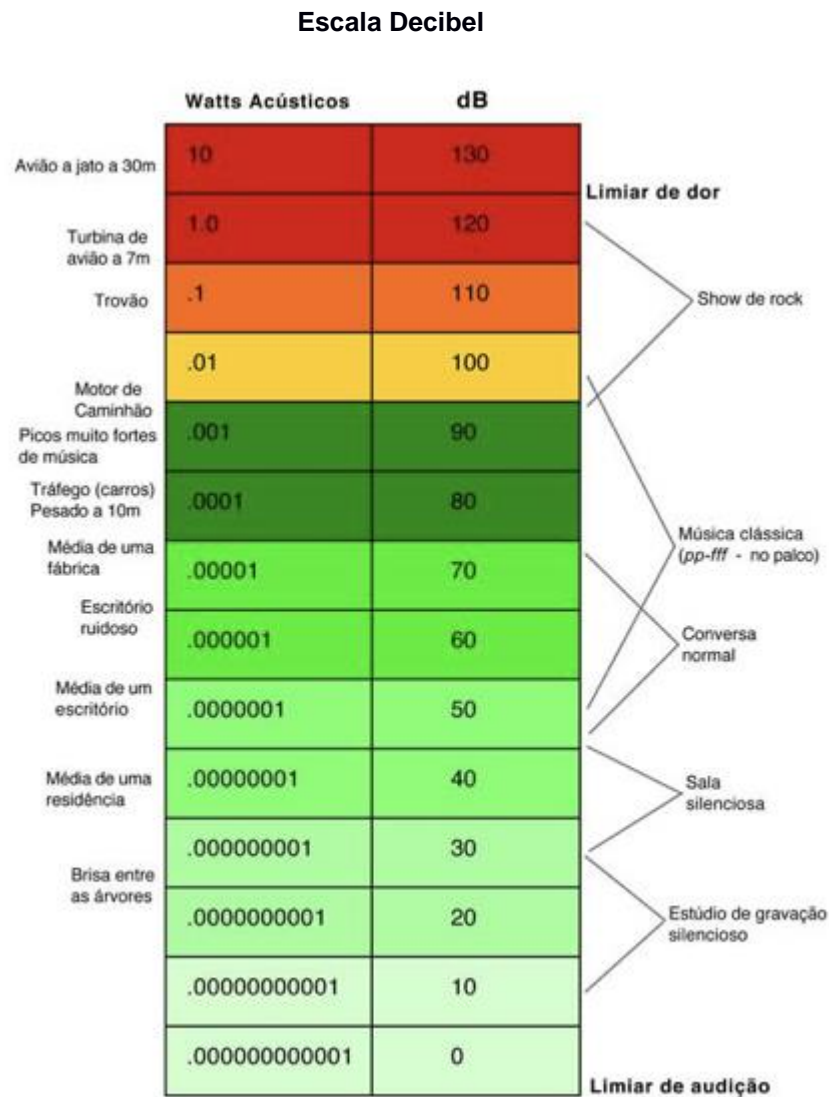


Figura 5: Fonte: <https://musicaemercado.org/como-montar-seu-home-studio-capitulo-vi/>

## OUVIDO HUMANO E A AUDIÇÃO

O ouvido humano é o órgão responsável pela audição dos diversos sons audíveis existentes, junto ao cérebro captam vibrações no ar, transformam em impulsos elétricos e convertem esses em sinais sonoros, ele é dividido em três

partes, ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno, as quais cada uma dessas partes exercem diferentes funções no caminho das ondas sonoras, quanto à captação, transmissão e percepção das mesmas.

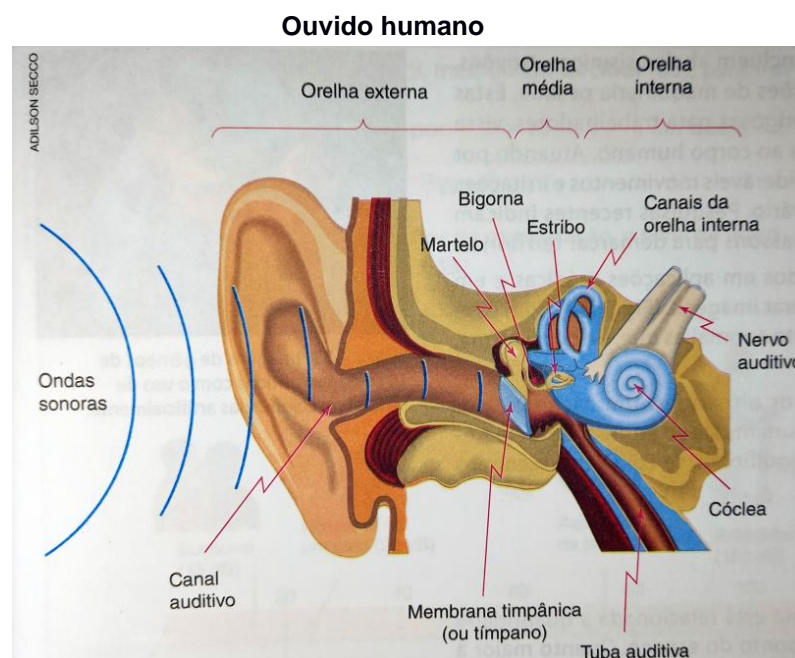


Figura 6: Fonte: Adilson Seco: Livro didático: TORRES, C.M.A. Física – Ciência e Tecnologia: volume 2. 2. Ed – São Paulo: Moderna, 2010. Pág 159.

O ouvido externo ou orelha externa é constituído de orelha ou pavilhão auditivo, o conduto auditivo e tímpano (membrana timpânica). O ouvido médio ou orelha externa é composto pelos minúsculos ossos ou ossículos (martelo, bigorna e estribo). São essas duas partes responsáveis por captar e transmitir a energia sonora por através vibrações mecânicas até o ouvido interno ou orelha média, constituído de janela oval ou janela circular, cóclea, trompa de eustáquio e o nervo auditivo, onde as vibrações são transformadas em pulsos elétricos codificados, sendo então encaminhados ao sistema nervoso central para a interpretação e percepção (ERROBIDART, 2014).

Ouvimos com a captação do som pelo pavilhão auditivo leva-o até ao canal auditivo onde se encontra o tímpano, membrana fina e flexível que se move, ao vibrar ele transmite essas vibrações para os ossículos (cadeia óssea articulada) que estão ligados a janela oval e depois para cóclea. O líquido se move contraindo as células ciliadas, criando sinais neurais que posteriormente serão captados pelo nervo auditivo e, por fim, serão levados ao cérebro onde interpretará como sons (ERROBIDART, 2014).

# PLANOS DE AULAS

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>U E M N P E F</b></p> <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

#AULA 01	
<b>TÍTULO</b>	<b>INVESTIGAÇÃO</b>
<b>HORAS-AULA</b>	1 aula
CONTEÚDOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do produto educacional;</li> <li>• Questionário inicial;</li> </ul>	
OBJETIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os objetivos, metodologias e avaliações do produto educacional e da sequência didática;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar o questionário inicial;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema a ser trabalhado (Ondas Sonoras);</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Averiguar dentro de diversos contextos se os alunos relacionam o seu cotidiano às aplicações das ondas sonoras;</li> </ul>	
METODOLOGIA	
<p>Na aplicação da aula na referida sequência didática por meio do ensino presencial ou híbrido/remoto utilizaremos o aplicativo Aula Paraná, será disponibilizado o link da videochamada pelo aplicativo <i>Google meet</i>, para a sala de aula dentro da plataforma <i>Classroom</i> e partir daí, por aula expositiva em apresentação <i>powerpoint</i>, definiremos os objetivos, metodologia e avaliações do Produto Educacional e da Sequência Didática.</p>	
<p>Aplicaremos o Questionário Inicial em formulário <i>google</i> durante a aula de forma direcionada.</p>	
<p>O link para acesso ao formulário ficará disponível para os alunos que não participaram da videochamada durante toda a aplicação do produto.</p>	
RECURSOS	
<p>Computadores ou <i>Smartphones</i>;</p>	

Rede wifi ou 4 G de internet;
Aplicativo Aula Paraná;
Aplicativo <i>Google meet</i> ;
<b>AVALIAÇÃO</b>
Análise do questionário inicial
<b>REFERÊNCIAS</b>
<b>ALMEIDA, F. R..</b> <i>Formulário Google: Questionário Inicial. Disponível em: &lt;<a href="https://forms.gle/ipdfmuYpLZoz2dgZA">https://forms.gle/ipdfmuYpLZoz2dgZA</a>&gt; . Acesso em 06/06/2021.</i>
<b>MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S.</b> <i>Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel.</i> São Paulo: Centauro, 2001.

## #Aula 01: INVESTIGAÇÃO

Para iniciarmos a sequência didática, indicamos caso o professor assim desejar, uma curta apresentação do produto educacional: “**O Ensino de Ondas Sonoras por meio de uma Sequência Didática**” por meio de apresentação de slides *powerpoint*, na tentativa de localizar os sujeitos participantes da pesquisa.

A **#aula 1: Investigação**, é constituída por um questionário de investigação (Questionário Inicial) tem como objetivo encontrar nos estudantes os conhecimentos prévios sobre o tema a ser trabalhado e averiguar dentro de diversos contextos ali retratados se os alunos relacionam o seu cotidiano às aplicações das ondas sonoras.

O questionário inicial está disponível em formulário *google forms*: <https://forms.gle/ipdfmuYpLZoz2dgZA> é composto por 3 seções:

- 1) **Apresentação do que se refere ao produto, sequência e identificação da pesquisadora;**
- 2) **Identificação dos pesquisados, constituído de identificação do nome (opcional), idade e turma;**
- 3) **Questionário, constituído de questões de múltipla escolha e subjetivas, com situações problema que relacionam Ondas Sonoras e o cotidiano dos alunos.**

Sugere-se o acompanhamento da aplicação do presente questionário a fim de motivá-los e orientá-los às questões quando houver dúvidas.



# Questionário Inicial

---

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física - Polo UEM

Mestranda Fabiana Ribeiro de Almeida de Almeida Papaiani

Produto Educacional : O Ensino de Ondas Sonoras por meio de uma sequência didática.

---

O e-mail do participante (**null**) foi registrado durante o envio deste formulário.

**\*Obrigatório**

1. E-mail \*

---

## Seção 1/3

Identificação

Prezado aluno (a)

Esse é um questionário que faz parte da investigação inicial do Produto Educacional acima citado, ele sugere desenvolver uma sequência didática contextualizada para ensino de física, pedimos a vossa colaboração em responder com a sua opinião e conhecimentos até agora adquiridos. Não há necessidade de mencionar o seu nome. Desde já agradecemos

## Seção 2/3

2. Nome

---

3. Idade \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 16 anos  
 17 anos  
 18 anos  
 19 anos  
 Mais de 20 anos

4. Série

*Marcar apenas uma oval.*

- 2A  
 2B  
 2C

- 2D
- 2E

5. Série

*Marcar apenas uma oval.*

- 3A
- 3B
- 3C

### Seção 3/3

Responda a questões abaixo

6. 01) O que você entende por ondas sonoras?

---

---

---

---

7. 02) Você sabe como o som chega até ao seu ouvido?



FIGURA 1: Fonte: <https://br.depositphotos.com/162284200/stock-illustration-ear-listening-hearing-audio-sound.html>

---

---

---

---

8. 03) Duas vizinhas conversam separadas por um muro muito espesso em uma região plana, cada uma em sua respectiva casa, sem outros obstáculos, como mostra a figura. Elas não se veem, mas, apesar do muro, se ouvem claramente.

a) Explique por que elas podem se ouvir. b) Explique por que elas não podem se ver.

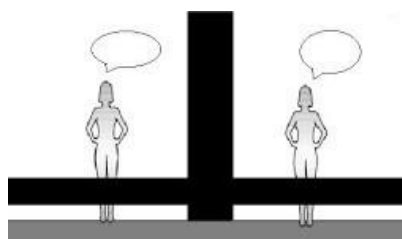


FIGURA 2: Fonte autor

---

---

---

9. 04) Quando colocamos a mão ao lado da boca e “gritamos”, nós produzimos um som que chega as pessoas que estão mais longe. Por que será que conseguimos fazer com que as pessoas que estão distantes nos ouçam?



FIGURA 3: Fonte: GUIMARÃES, Osvaldo. Física – 1 ed. – São Paulo: Ática, 2013. Pág 184.

---

---

---

10. 05) Você sabe alguma aplicação das ondas sonoras na sua vida cotidiana?

---

---

---

11. 06) Ultrassom é o nome popular dado ao exame de ultrassonografia. Trata-se de um exame que captura imagens em tempo real do interior do corpo humano por meio da reflexão e da absorção de ondas sonoras de altas frequências. O exame de ultrassom é bastante utilizado em aplicações médicas e em outros campos, principalmente para gerar imagens, a fim de diagnosticar anomalias que de outra forma não poderiam ser investigadas, este exame contribui para a saúde e diagnósticos de doenças. Assim como o ultrassom, cite algum benefício causado pelas ondas sonoras?



FIGURA 4: Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-ultrassom.htm>

---

---

---

12. 07) Tsunami é o nome que se dá a uma série de ondas oceânicas catastróficas que são geralmente causadas por um terremoto submarino, deslizamento de terra submarino ou até mesmo pela erupção de vulcões. Os tsunamis também podem ser o resultado do impacto de um meteoro ou cometa em uma vasta área coberta de água, embora fenômenos dessa magnitude sejam bastante raros. A origem da palavra tsunami vem da língua japonesa e significa “onda portuária”. O Tsunami pode causar muita destruição. Cite algum malefício causado pelas ondas sonoras?



FIGURA 5: Fonte: <https://www.tricurioso.com/2018/09/02/o-que-e-um-tsunami/>

---

---

---

13. 08) (FAFIPA – 2018) Uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde. Médico de Itapetininga (SP) orienta sobre cuidados com o uso do fone. Dependendo da intensidade os problemas podem ser irreversíveis. O uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde. Ele explica que o sintoma de uma lesão auditiva por exposição a ruído alto é zumbido. “É um alerta que a pessoa está tendo uma perda de audição. Se o zumbido for intermitente, sumir, for temporário, a lesão em parte reverteu. Mas se ele for permanente a lesão provavelmente também é.” Texto adaptado: <http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2014/06/uso-em-excesso-do-fone-de-ouvido-com-som-altocausa-danos-saude.html>. De acordo com o texto,

*Marcar apenas uma oval.*

- a) os fones em formato de concha não são recomendados.
- b) o zumbido no ouvido pode ser um alerta para quem está fazendo uso inadequado do fone de ouvido.
- c) como o limite de tolerância ao ruído está relacionado ao tempo de uso e à intensidade do som, quanto mais alto for o som, maior é o tempo que a pessoa pode ficar com os fones nos ouvidos.
- d) Os fones de ouvido podem ser usados sem restrições.

14. 09) (MundoEducação) Marque a alternativa correta a respeito da intensidade sonora.

*Marcar apenas uma oval.*

- a) De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade sonora é uma grandeza determinada em dB (decibel).
- b) A intensidade mínima audível corresponde a  $1 \text{ W/m}^2$ .
- c) A intensidade mínima audível corresponde a  $1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .
- d) A intensidade sonora está diretamente relacionada com a frequência das ondas sonoras.
- e) A intensidade sonora determina o formato das ondas produzidas por uma fonte sonora.

15. 10) (ENEM – 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

*Marcar apenas uma oval.*




  
  
  
  

- a) A altura da onda sonora.
- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado  
pelo Google.

Google Formulários

	 <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 02

**TÍTULO**

**LEITURA**

**HORAS-AULA**

2 aulas

### CONTEÚDOS

Leitura de reportagens de jornais através da (web e/ou físico) da física contextualizada aplicada no cotidiano dos alunos;

Ondulatória;

Ondas Sonoras (Acústica);

### OBJETIVOS

Incentivar e desenvolver a leitura de textos de reportagens de jornais (físico ou via internet).

Encontrar nos textos conceitos físicos da Ondulatória, especificamente Ondas Sonoras.

Discutir, debater, entender o processo de audição e conscientizar os alunos sobre o uso excessivo de fones de ouvido e as causas da surdez nos jovens;

### METODOLOGIA

Leitura coletiva dos textos “*Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez*” e “*Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido, alerta Conselho Federal de Fonoaudiologia*” e “*Surdez tem afetado cada vez mais jovens*” por meio de videochamada no aplicativo *Google meet*.

Debate sobre os problemas causados pelo mal uso dos fones de ouvido e fontes sonoras.

Responder à Enquete - # Aula 2 - Leitura disponível em formulário *google* de forma individual.

### RECURSOS

Textos impressos para leitura coletiva;

Computadores ou *Smartphones*;

Rede *wifi* ou 4 G de internet;

Aplicativo Aula Paraná;

Aplicativo *Google meet*;

## AVALIAÇÃO

Debate;

Enquete;

## REFERÊNCIAS

**BORGES, F.** *Surdez tem afetado cada vez mais jovens*. Jornal Impresso: Folha de Londrina –13/02/2012 – página 09.

**VERDÉLIO, A.** *Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido, alerta conselho*. Agência Brasil, Brasília-DF, 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-11/jovens-estao-perdendo-audicao-por-causa-de-fones-de-ouvido-alerta-conselho>>. Acesso em 01/08/2018.

**CREVILARI, V.** *Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez*. Jornal da USP, São Paulo – SP, 2017. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/quase-30-milhoes-de-brasileiros-sofrem-de-surdez/>> Acesso em 01/08/2018.

## #Aula 02: LEITURA

Na proposta da aula de leitura, o objetivo é incentivar e desenvolver a leitura de textos que envolvam a Física e também possa ajudar em todas as áreas do conhecimento, bem como chamar a atenção dos estudantes para os problemas relacionados ao uso incorreto dos fones de ouvido, alertá-los e envolvê-los na situação-problema da sequência didática.

A leitura deve ser feita de maneira coletiva para que todos possam discutir, opinar, descrever situações próximas às encontradas nos textos escolhidos e questionar, caso seja necessário, sobre algo não especificado ou não entendido possibilitando trocas de informações e aprendizados entre alunos/alunos e alunos/professor. Sendo assim, o professor será peça principal do debate, identificado aqui como o organizador da aula em questão, necessitando da característica motivadora e instigadora no processo.

Essa aula, **#Aula 2** terá o período de mais ou menos 2 hora/aulas (100 minutos), necessitando de espaço para as participações e eventuais dúvidas e leitura de todos os textos:

- Texto 1: Surdez tem afetado cada vez mais jovens,
- Texto 2: Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido,

alerta conselho

- Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez

Logo após, os alunos responderão a Enquete: #Aula 2 que está disponível em formulário *google forms* (<https://forms.gle/MSB9TqLzztU776x3A>) e inclui questões relacionadas às situações de uso das ondas sonoras, ao uso pessoal de fones de ouvido, os possíveis ruídos e problemas na audição e a opinião sobre a vigente atividade, a enquete também é constituída de três seções:

- 1) Identificação da enquete e dos respondentes por turma cursada;
- 2) Enquete, constituída de 8 (oito) questões de múltipla escolha e caixas de seleção;
- 3) Opinião, constituída de 2 (duas) questões subjetivas.

Caso não haja internet disponível aos alunos em sala de aula ou o tempo de duas aulas disponibilizadas não seja suficiente, sugere-se que os alunos respondam a enquete em casa. Também indicamos disponibilizar o *link* no aplicativo *Whatsapp*.

No retorno da próxima aula, fazer a apresentação e debate dos resultados aos alunos para o fechamento dessa exposição.



## #Aula 02: TEXTOS

### Texto 1: Surdez tem afetado cada vez mais jovens

Fernanda Borges

Folha de Londrina – 13/02/2012 – página 09

***“Cinco milhões de pessoas no Brasil sofrem de algum grau de surdez; problema comum na terceira idade tem afetado cada vez mais jovens”***

Há um tempo atrás, os principais ruídos da modernidade se resumiam em sons dos automóveis pelas ruas, toques de telefones ou música um pouco mais alta que o normal num final de semana qualquer.

Hoje, com as novas tecnologias e a correria diária, o ser humano – em especial os jovens – tem se “viciado” no som cada vez mais alto, seja dentro de um carro com o volume máximo, caminhando pelas ruas com fone de ouvido ou frequentando boates. Este perfil tem preocupado especialistas na saúde auditiva, que alertam que uma vez perdido nunca mais se recupera o sentido da audição.

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), apontam que 28 milhões de pessoas no Brasil sofrem de zumbido e outras 5 milhões apresentam algum tipo de surdez. Para a OMS, a segunda maior causa de redução de qualidade de vida é a perda de audição.

O médico otorrinolaringologista, Murilo Henrique de Carvalho, explica que é comum a perda de audição por volta dos 50 anos de idade, quando acontece um envelhecimento natural nas células auditivas. Porém, atualmente, tem sido grande a procura de jovens para tratar de problemas auditivos que poderiam ser evitados.

“O excesso de ruídos dentro de indústrias, boates, carros com equipamentos de som, tem causado surdez no ser humano. Não há uma educação correta por parte das pessoas para prevenir problemas de audição. Por isso, hoje temos tido cada vez mais caso de perda auditiva induzida pelo ruído”, diz.

### **Evite a surdez**

Dicas de prevenção para evitar a perda de audição induzida por ruído excessivo:

- **Manter o aparelho de som em um volume razoável;**
- **Diminuir a exposição e o volume do fone de ouvido;**
- **Optar o headphone ao fone de ouvido interno, pois acredita-se que o uso destes são prejudiciais;**
- **Não ultrapassar a metade do volume do dispositivo de som (Mp3, celular, Ipad, etc), geralmente fixada em 60 dB;**
- **Evitar ambientes muito barulhentos;**
- **Usar protetores auriculares quando necessário;**
- **Ter um período de repouso em silêncio após exposição a sons muito altos;**

### **Terapia auditiva**

Uma nova tecnologia desenvolvida na Coréia foi lançada no Brasil recentemente com o objetivo de restaurar e proteger a audição dos males da poluição sonora. Trata-se de um programa de computador que atua gerenciando a audição do paciente por meio da emissão de sinais acústicos formados por tons de frequência e amplitudes moduladas. A partir do diagnóstico, no qual são verificadas quais as reais condições de ameaças sofridas pelo aparelho auditivo, o programa divide a gama de frequências audíveis em faixas. Cada grupo de frequência tem a sua sensibilidade auditiva analisada pelo programa a fim de que sejam identificados possíveis danos. O software, disponível para download gratuitamente para teste no site da Biosom ([www.biosom](http://www.biosom)), roda na maioria dos computadores e pode ser utilizado em qualquer pessoa que queira proteger a sua audição dos males da poluição sonora cotidiana e melhorar sua sensibilidade auditiva.

Cerca 35% dos problemas auditivos diagnosticados no Hospital das Clínicas de São Paulo foram causados por ruído excessivo – pelo uso frequente de fones de ouvido em volume alto ou até mesmo secador de cabelos (que emitem cerca 90 decibéis). Carvalho diz que, na maioria das vezes, quando o jovem percebe já apresenta uma surdez neurossensorial irreversível. “Se os jovens ouvissem música ou qualquer outra coisa numa altura como quando conversando no telefone, por exemplo, não haveria problemas. O ouvido humano aguenta 85 decibéis em ambiente fechado durante oito horas sem sofrer danos. Acima disso vai haver lesão na audição”, aponta.

## **Texto 2: Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido, alerta conselho**

**Andréia Verdélio**

**Reportagem Agência Brasil 10/11/2017**

A cada dia, mais jovens estão apresentando perda de audição causada pelo uso irregular de fones de ouvido. O alerta é feito pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFa). “Os adolescentes usam esse equipamento de som com volume muito alto. A gente vem notando que a audição deles não é tão normal como antigamente, já tem mais perda. E se continuar a usar esse som alto, eles terão uma perda irreversível, não volta mais ao normal”, disse a presidente do CFFa, Thelma Costa.

Segundo ela, as perdas auditivas por causa de ruído estão aumentando entre a população, tanto por ruído industrial, quanto por equipamentos de som. Ela cita como exemplo o caso dos músicos, lembrando que existem protetores auditivos que selecionam o som. “Então, eles conseguem seguir com a profissão e estão se prevenindo, o que não acontece com os adolescentes.

A presidente do CFFa orienta os pais e responsáveis a monitorar o volume dos fones de ouvido. “Se você estiver a 1 metro da pessoa e ouvir o que ela está escutando, ela provavelmente terá uma perda de audição. A 1 metro de distância, você não deve ouvir o que a pessoa está escutando no fone de ouvido”, reforçou Thelma, que é especialista em fonoaudiologia.

A orientação é baixar o volume. Segundo ela, já houve uma proposta de projeto de lei no Congresso Nacional para que esses equipamentos tenham controle máximo de volume, mas ele não foi aprovado. Além disso, a fonoaudióloga explicou à Agência Brasil que as escolas precisam pensar melhor na estrutura das salas de aulas, para que sejam construídas em locais mais silenciosos ou com melhor acústica.

Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-11/jovens-estao-perdendo-audicao-por-causa-de-fones-de-ouvido-alerta-conselho>>.

### **Texto 3: Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez**

**Vinicius Crivelari**

**Reportagem Jornal da USP 18/09/2017**

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), de 2015, apontam que no Brasil existe um total de 28 milhões de pessoas com surdez. Isso representa 14% da população brasileira. A OMS aponta que 10% da população mundial tem alguma perda auditiva e boa parte dessas pessoas teve a audição danificada por exposição excessiva a sons.

Fones de ouvido com volume elevado podem degenerar a audição – Ricardo Bento, professor titular de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina (FM) da USP, afirma que o número de pessoas com surdez no Brasil tende a aumentar por diversos fatores. Um deles é o aumento da expectativa de vida dos brasileiros. O Brasil possui mais cidadãos idosos do que em décadas passadas, e como entre 60 e 65 anos o indivíduo começa a ter perdas significativas de audição, intensificada com o passar dos anos, é natural que a porcentagem de brasileiros que sofrem com a perda de audição seja maior em relação aos anos anteriores.

Outro fator, segundo o professor, é a exposição ao ruído “de modo geral e não só nas grandes cidades”. Ele cita que em locais de trabalho como oficinas mecânicas, metalúrgicas e pequenas indústrias, o risco de prejuízos à audição é maior, pela falta do uso de protetor auditivo e pela ausência de fiscalização eficiente. O otorrinolaringologista também cita o uso de aparelhos de som, fones de ouvido e celulares com volumes elevados, que “vão degenerando a audição, cronicamente e ao longo do tempo”. “Hoje, pessoas com 45, 50 anos de idade já começam a ter perdas de audição”, afirma.

**Disponível em:** <https://jornal.usp.br/atualidades/quase-30-milhoes-de-brasileiros-sofrem-de-surdez/>

# Enquete - #Aula 02

---

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física - Polo UEM

Mestranda Fabiana Ribeiro de Almeida de Almeida Papaiani

Produto Educacional : O Ensino de Ondas Sonoras por meio de uma sequência didática.

Textos:

Surdez tem afetado cada vez mais jovens

Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez

Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido, alerta Conselho Federal de Fonoaudiologia

---

O e-mail do participante (**null**) foi registrado durante o envio deste formulário. **\*Obrigatório**

## SEÇÃO 1/3

E-mail \*

---

### 1. Série \*

Marcar apenas uma oval.

- 2A
- 2B
- 2C
- 2D
- 2E

## SEÇÃO 2/3

ENQUETE

Prezado aluno(a) responda as questões abaixo informando o que acontece com você em cada situação

### 2. SELECIONE OS PRINCIPAIS RUÍDOS QUE VOCÊ ENCONTRA NO SEU COTIDIANO:

\*

*Marque todas que se aplicam.*

- Músicas em aparelho de som em casa
-

Músicas em fones de ouvido

- Sons dentro do carro
- Sons de automóveis pela rua
- Ruídos no trabalho
- Músicas em
- Festas
- Uso de telefone
- Nenhum
- Outro: \_\_\_\_\_

**3. Quando ouve músicas, qual volume utiliza: \***

Marcar apenas uma oval.

- Baixo
- Médio
- Alto
- Não ouve músicas

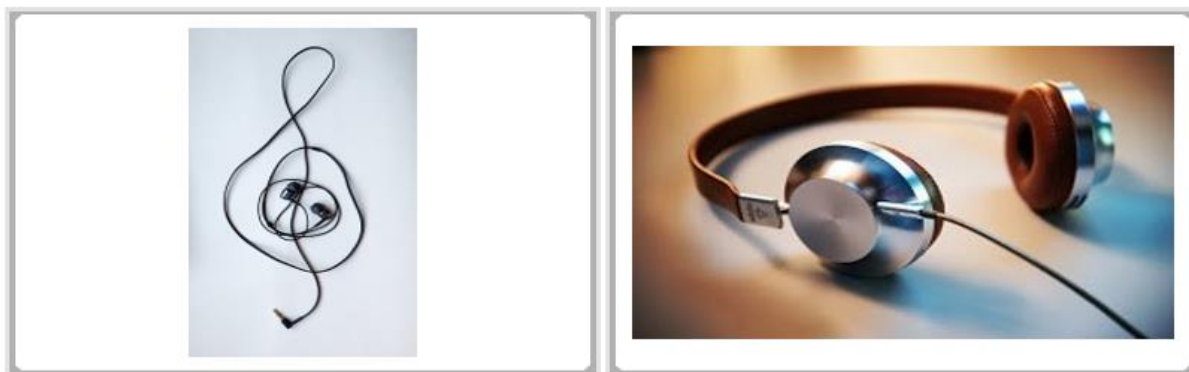
**4. VOCÊ UTILIZA FONES DE OUVIDO? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Às Vezes
- Nunca

**5. Se utiliza fones de ouvido, qual modelo? \***

Marcar apenas uma oval.



Fone de ouvido interno

Fone headphone

Não utilizo

6. Quanto tempo você utiliza os fones de ouvido por dia? \*

Marcar apenas uma oval.

1 hora

4 horas

8 horas

12 horas

24 horas

Não utilizo

7. Você já ouviu zumbido no ouvido? \*

Marcar apenas uma oval.

Não

Sim

m

8. Você já fez algum tipo de exame auditivo? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

9. Você sabe de algum parente próximo que tem problemas auditivos: \*



Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

### SEÇÃO 3/3

#### OPINIÃO

Queremos saber sua opinião sobre o projeto de leitura

10. Qual é a sua opinião sobre esse trabalho?



---

11. Deixe aqui sua conclusão. O que foi mais importante para você nesse no trabalho?

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado  
pelo Google.

Google Formulários

 <b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 <b>U E M N P E F</b> Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 <b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 03

**TÍTULO**

**ONDAS SONORAS**

**HORAS-AULA**

**3 aulas**

### CONTEÚDOS

Ondulatória;

Ondas Sonoras e suas propriedades;

### OBJETIVOS

Compreender os conceitos da Ondulatória com ênfase em Ondas Sonoras;

Relacionar o estudo das ondas sonoras a diferentes contextos do cotidiano dos estudantes;

Fixar o conteúdo estudado;

### METODOLOGIA

Aula expositiva com conteúdo “Ondas Sonoras e suas propriedades”, em apresentação em *Power Point* por meio do aplicativo *google meet*.

Visualizar vídeos sobre a aplicação das ondas sonoras em diferentes contextos;

Resolver lista de exercícios (#lista de ondulatória) para fixação do conteúdo;

Correção da lista de exercícios e discussão sobre as perguntas e respostas;

### RECURSOS

Computadores ou *Smartphones*;

Rede *wifi* ou 4 G de internet;

Aplicativo Aula Paraná;

Aplicativo *Google meet*;

Aplicativo ou site : *Youtube*

### AValiação

Resolução da #lista ondulatória com discussão sobre as perguntas e respostas;

### REFERÊNCIAS

**HALLIDAY, D. e RESNICK, R. Física.** Volume 2. Rio de Janeiro, Ao livro técnico

S. A, 1973.

**ALMEIDA PAPAANI, F. R. *Formulário google: #lista ondulatória***. Disponível em: <<https://forms.gle/XCyf5nT1gRHBfyfV8>>. Acesso em 03/04/2021.

**ENSINO&TAL - GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO DIGITAL. *Ponte de Tacoma***.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dvRHK4yA8rc>>. Acesso em: 03 Março, 2021.

### **#Aula 03: ONDAS SONORAS**

Iniciamos agora a exposição do conteúdo Ondulatória, com auxílio de apresentação de slides no *power point*, **#Aula3** que consiste em abranger o conteúdo:

**Aula Ondulatória:**

- **Conceito de onda;**
- **Classificação das ondas;**
- **Elementos de uma onda;**
- **Equação da onda;**
- **Fenômenos Ondulatórios;**

**Aula Ondas Sonoras:**

- **Definição da Acústica;**
- **Definição de onda sonora e suas classificações;**
- **Apresentação do espectro sonoro;**
- **Características do Som: Altura, Intensidade e Timbre;**
- **Nível Sonoro;**

Durante a exposição do conteúdo também foi apresentado vídeos relacionados ao assunto abordado: Ressonância (Ponte de Tacoma), Propagação do som em meios diferentes (som em placas com partículas) e velocidade do som (avião supersônico).

Para fixar o conhecimento estudado recomenda-se uma lista de exercícios, intitulada como **#lista ondulatória** (teóricos e práticos) como tarefa de casa, em formulário *google forms* (<https://forms.gle/bvwn2WxqWFRoYQjX7>) e correção de forma dirigida, a fim de verificar o aprendizado adquiridos até o momento e debater sobre as perguntas e respostas. Disponibilizar o *link* da lista no aplicativo *Whatsapp*.

## #Lista Ondulatória - Aula 03

---

Colégio Estadual Monteiro Lobato

Conteúdo: Ondulatória

Professora: Fabiana Ribeiro de Almeida Papaiani

---

O e-mail do participante (**null**) foi registrado durante o envio deste formulário.

### 1. E-mail \*

---

Questionário

Responda as questões abaixo:

2. 01) Um relógio de ponteiros possui dois ponteiros, um para as horas e outro para os minutos. Assinale a afirmativa que contém o período de rotação do ponteiro das horas.

*Marcar apenas uma oval.*

- a) 1 hora  
 b) 12 horas  
 c) 24 horas  
 d) 6 horas

3. 02) (Enem - 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle. A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de:

*Marcar apenas uma oval.*

- a) terem fases opostas.  
 b) serem ambas audíveis.  
 c) terem intensidades inversas.  
 d) serem de mesma amplitude.  
 e) terem frequências próximas.

4. 03) As ondas produzidas em uma corda de violão são caracterizadas como

ondas:

*Marcar apenas uma oval.*

- a) eletromagnéticas, pois podem se propagar no vácuo.
- b) eletromagnéticas, porque são transversais.
- c) mecânicas, porque são longitudinais.
- d) mecânicas, pois se propagam em um meio material.

5. 04) As ondas eletromagnéticas são :

*Marcar apenas uma oval.*

- a) unidimensionais
- b) bidimensionais
- c) transversais
- d) longitudinais

6. 05) As vibrações de um sino característico da China antiga, faz vibrar um outro sino de mesmas características que se encontra em seus arredores. Este tipo de vibração estimulada, é denominada:

*Marcar apenas uma oval.*

- a) ressonância.
- b) reflexão.
- c) refração.
- d) difração.

7. 06) (Enem - 2018) Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido contam com uma fonte de energia elétrica para poderem funcionar. Esses novos fones têm um recurso, denominado “Cancelador de Ruídos Ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo de frequência fixa. No entanto, para que o cancelamento seja realizado, o sinal sonoro produzido pelo circuito precisa apresentar simultaneamente características específicas bem determinadas. Quais são as características do sinal gerado pelo circuito desse tipo de fone de ouvido?

*Marcar apenas uma oval.*

- a) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $90^\circ$  em relação ao sinal externo.
- b) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $180^\circ$

em relação ao sinal externo.

- c) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $45^\circ$  em relação ao sinal externo.
- d) Sinal de amplitude maior, mesma frequência e diferença de fase igual a  $90^\circ$  em relação ao sinal externo.
- e) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e mesma fase do sinal externo.

8. 07) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

*Marcar apenas uma oval.*

- a) A altura da onda sonora.
- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

9. 08) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo. Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

*Marcar apenas uma oval.*

- a) 17 m
- b) 34 m
- c) 68 m
- d) 1 700 m
- e) 3 400 m

10. 09) A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito



DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

mostrado na tirinha é caracterizada como

*Marcar apenas uma oval.*

- a) visível.
- b) amarela.
- c) vermelha.
- d) ultravioleta.
- e) infravermelha.


11. 10) (Enem - 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor. Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são:

*Marcar apenas uma oval.*

- a) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- c) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- d) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- e) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

Não esqueça de enviar sua resposta e também marcar como concluída!

Prof Fabi Ribeiro

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 04

<b>TÍTULO</b>	<b>EXPERIMENTOS</b>
<b>HORAS-AULA</b>	<b>5 aulas</b>

### CONTEÚDOS

A propagação da Onda Sonora em diferentes meios materiais:

- *Experimento 1:* Caixa de som amplificada com inúmeras imagens formadas;
- *Experimento 2:* Ouvido Humano

Intensidade Sonora:

- *Experimento 3:* Aplicativo com Decibelímetro;

### OBJETIVOS

Diferenciar os tipos de onda de acordo com a propagação;

Diferenciar as diferentes velocidades da onda sonora em diferentes meios de propagação;

Perceber a relação do artefato experimental com o ouvido humano;

Compreender como é a audição humana fisicamente;

Medir os níveis de intensidade sonora em diferentes meios;

Compreender que a intensidade sonora elevada pode ser prejudicial;

Desenvolver habilidades nos estudantes para a construção do conhecimento em aplicar a observação da propagação do som de meios diferentes;

Ampliar os conhecimentos dos alunos com o uso das tecnologias, aplicativos e montagem de vídeos.

### METODOLOGIA

Apresentar por intermédio de videochamada, os vídeos sobre os experimentos e após apresentar a sequência de experimentos respectivamente, 1,2 e 3.

Experimentar os diversos materiais (açúcar, líquido não-newtoniano, água) onde o som pode se propagar ;

Demonstrar no aparato experimental do Ouvido Humano:



- As partes do ouvido humano; função e funcionamento de cada um;
- a propagação do ar mediante do vibração do som;
- a diferença de pressão quando colocamos o pistão no tubo;

Medir a intensidade Sonora em diferentes ambientes e como tarefa de casa, medir, anotar e comparar as diferentes intensidades sonoras em diversos ambientes;

Ainda como tarefa da aula, observar alguma propagação do som em outros meios e gravar. Montar vídeo para posterior apresentação à turma e avaliação.

### RECURSOS

Computadores ou *Smartphones*;

Rede <i>wifi</i> ou 4 G de internet;
Aplicativo Aula Paraná;
Aplicativo <i>Google meet</i> ;
Aplicativo ou site : <i>Youtube</i> ;
Caixa de som amplificada;
Aparato Ouvido Humano;
Aplicativo com decibelímetro;

### AVALIAÇÃO

Análise de dados dos experimentos realizados;

Verificar a aprendizagem dos alunos frente ao uso do aplicativo de leitura de intensidade sonora;

Construção de vídeo demonstrando a propagação do som em diferentes meios;

### REFERÊNCIAS

**ANDY ELLIOTT CRAFT & CREATIONS.** “*Liquid Sound Wave Tests*” (“Testes com líquidos na onda sonora”). Disponível em:

<[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=3&v=JVhYuqr03IQ&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=JVhYuqr03IQ&feature=emb_logo)>. Acesso em: 20 de março de 2020.

**TheDr4g0n.** “*Salt Sound Waves*” (“Ondas sonoras de sal”). Disponível em :

<[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=rf3rfTMvyHQ&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=rf3rfTMvyHQ&feature=emb_logo)>. Acesso em 20 de março de 2020.

**ERROBIDART, H. A.** “*A utilização de dispositivos experimentais para ensinar ondas*”. Disponível em:

<<https://repositorio.ufms.br:8443/jspui/bitstream/123456789/1615/1/Hudson%20Azevedo%20Errobidart.pdf>> . Acesso em: 19 de agosto de 2020.

## #Aula 04: EXPERIMENTOS

A denominada **#Aula 4**, constituída de três experimentos. Os experimentos estão divididos em propostas distintas:

A propagação da Onda Sonora em diferentes meios materiais:

- Experimento 1: Caixa de som amplificada com inúmeras imagens formadas;
- Experimento 2: Ouvido Humano

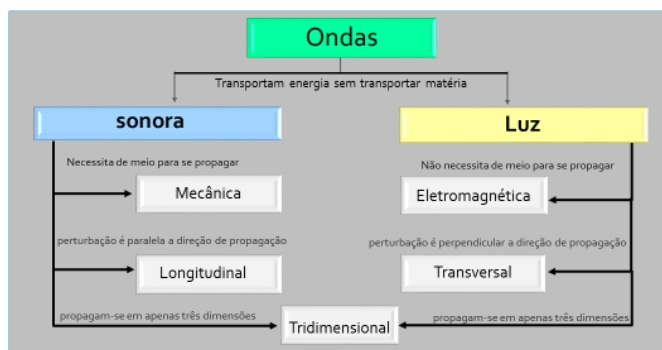
Intensidade Sonora:

- Experimento 3: Aplicativo com Decibelímetro;

Cada conteúdo dos experimentos propostos foram, apresentados assim como a construção e utilização dos mesmos em slides no *power point*.

**Quadro 2:** Experimento 1:





\*caixa de som aplicada;

\*amplificador;



\* Água

\* Sal

\* Líquido Não Newtoniano;

\* Farinha de trigo;

\* Sal grosso;

\* Açúcar.

\* Corante;



[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=FTMvyHQ&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=FTMvyHQ&feature=emb_logo)

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=JvhYugonlC&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=JvhYugonlC&feature=emb_logo)

**Quadro 3:** Experimento 2:

**EXPERIMENTO 2**

#AULA 4

Professora: Fabiana Ribeiro de Almeida Papaiani

Experimento 2

Nível Sonoro ( Decibelímetro)



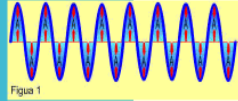
Retomando:

**CARACTERÍSTICAS  
DO SOM**

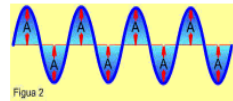
## ALTURA:

Diferencia sons graves (baixo) de sons agudos (alto).

Está relacionado a **frequência** da onda



agudo

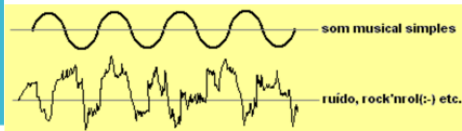


grave

## TIMBRE:

Diferencia sons de mesma altura, mesma intensidade tocados em instrumentos diferentes.

Esta relacionado com a **forma** da onda.

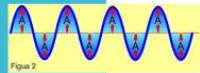


## INTENSIDADE

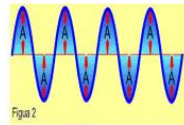
(VOLUME):

Diferencia sons fortes de sons fracos.

Está relacionado a **Amplitude** da onda



Fraço



Forte

## INTENSIDADE SONORA

### INTENSIDADE SONORA

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad I = \frac{P}{A}$$

#### DEFINIÇÃO:

- É a quantidade de energia sonora que atravessa a unidade área de uma superfície disposta perpendicularmente à direção de propagação, na unidade de tempo.
- A unidade de potência no SI é watt (W);
- A unidade de intensidade é  $w/m^2$ .

NÍVEL SONORO:

É a relação entre a intensidade do som ouvido pela intensidade mínima.

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

unidade: decibel (dB)

LIMIAR DA DOR :

$$I = 1 \text{ W/m}^2$$

LIMIAR DE AUDIÇÃO:

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$



Sensação  
auditiva

EXEMPLO 1:

Um som possui intensidade de  $10^{-7} \text{ W/m}^2$ . Calcule o nível sonoro, em dB.

$$\beta = 10 \cdot \log \left( \frac{10^{-7}}{10^{-12}} \right)$$

$$\beta = 10 \cdot \log(10^5)$$

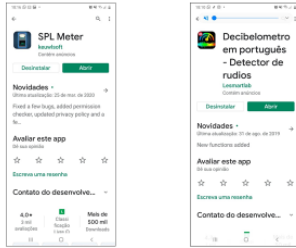
$$\beta = 50 \text{ dB}$$

EXEMPLO 2:  
Calcule o nível sonoro, em dB do limiar da audição e do limiar da dor.



Para casa:

- 1) Baixar em seu celular qualquer um dos aplicativos abaixo:
- 2) Medir o nível sonoro em diferentes ambientes e anotar.



ESCALA DECIBEL

	Watts	dB	
Avião a jato a 300m	10	130	Limiar de dor
Turbinas de avião a 70m	1,0	120	
Trovão	1	110	Shree de rock
Máquina de Costuras	0,1	100	
Prata moída (ondas de ruído)	0,01	90	Música clássica (20-40% ruído)
Talho (corte) Foice a 10m	0,001	80	
Música de uma rádio	0,0001	70	Conversa normal
Escritório ruído	0,00001	60	
Música de um restaurante	0,000001	50	Sala silenciosa
Música de uma residência	0,0000001	40	
Bisco entre as árvores	0,00000001	30	Estádio de gravação silenciosa
	0,000000001	20	
	0,0000000001	10	
	0,00000000001	0	Limiar de audição

Quadro 4: Experimento 3:

Experimento 3

Profa Fabiana Ribeiro de Almeida Papaiani

Experimento 3

Aparato Experimental do Ouído Humano

## Objetivos

- As partes do ouvido humano; função e funcionamento que cada um;
- a propagação do ar mediante do vibração do som;
- a diferença de pressão quando colocamos o pistão no tubo;

## Ouvido Humano

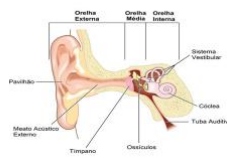


## Ouvido Humano

- Órgão responsável pela captação de vibrações no ar (sons) e transformação desses em impulsos nervosos;
- Relacionado com o equilíbrio do corpo.
- Fornece informações sobre a posição dos nossos corpos.

## Ouvido Humano

É dividido em três partes:



- Ouvido externo
- Ouvido Médio
- Ouvido Interno

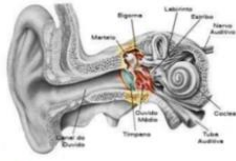
## Ouvido Externo



- **Pavilhão auricular (orelha)** – coleta e encaminha o som para dentro do canal auditivo;
- **Canal auditivo (canal auditivo externo)** – direciona o som para o ouvido.



## Ouvindo Médio

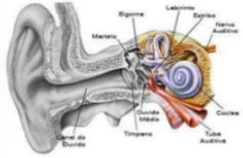


- **Tímpano (membrana timpânica)** – transforma sons e vibrações;
- **Martelo, Bigorna e Estribo** – este conjunto de pequenos ossos (ossículos) transferem as vibrações para o ouvido interno.

O ouvido médio contém três pequenos ossos:  
**martelo, bigorna e estribo.**



## Ouvindo Interno



- **Cóclea** – contém líquido e "células ciliadas" extremamente sensíveis.
- **Sistema ou aparelho vestibular** – contém células que controlam o equilíbrio;
- **Nervo auditivo** – envia sinais da cóclea ao cérebro.

Como ouvimos?

• Vocês conseguem me dizer?

Como ouvimos?

Com a entrada do som pelo canal auditivo o tímpano se move, ao vibrar ele transmite essas vibrações para os ossículos e depois para a cóclea. O líquido se move contraindo as células ciliadas, criando sinais neurais que posteriormente serão captados pelo nervo auditivo e por fim serão levados ao cérebro onde interpretará como sons.



• As ondas sonoras perceptíveis pelo ouvido humano oscilam aproximadamente entre 20 Hz aos 20 KHz com comprimentos de onda entre os 17,15 e os 0,0172 m.

## Referências

ERROBIDART, H. A. "A utilização de dispositivos experimentais para emitir ondas". Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/8442/pu481bstream/124459/8448126/1/ondas%20errobidart.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.  
Figuras: [www.wikipedia.com.br](http://www.wikipedia.com.br)

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 05

**TÍTULO** Grupo de Verbalização versus Grupo de Observação  
(GV x GO)

**HORAS-AULA** 1 aula

### CONTEÚDOS

Ondulatória;  
Ondas Sonoras;  
Características do Som;

### OBJETIVOS

Retomar os conteúdos trabalhados;  
Compreender e fixar as características do som;

### METODOLOGIA

Com a utilização do site *PadLet*, teremos a inclusão de um painel de perguntas e repostas.

O aluno deverá deixar uma questão e responder uma questão do colega.

O aluno também produzirá um vídeo curto para demonstrar algum fenômeno relacionado ao tema estudado e postará o mesmo no painel *PadLet*,

Após o término da atividade, debater as questões não respondidas e as respondidas que houver dúvidas, para o grande grupo de alunos em uma mesa redonda por videochamada no aplicativo *google meet*.

### RECURSOS

Site [www.padlet.com](http://www.padlet.com);  
Computadores ou Smartphones;

Rede wifi ou 4 G de internet;

Aplicativo Aula Paraná;

Aplicativo Google meet;

### AVALIAÇÃO

Participação nas produção de questões e respostas;

Análise das questões, respostas, inferências e curiosidades sobre o tema;

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. R.. Padlet: *Ondas Sonoras: GV x GO: Grupo de Verbalização versus Grupo de Observação*. Criado 09/09/2020. Disponível em: <<https://padlet.com/afabiana/6tdfrhheebddjex>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

DOCA, Ricardo Helou, BISCUOLA, Gualter José, VILLAS BÔAS, Newton. *Física*, vol. 3 . 2. 3ª ed. São Paulo. Saraiva, 2016.

HALLIDAY, D. e RESNICK, R. *Física*. Volume 2. Rio de Janeiro, Ao livro técnico S. A, 1973.

### #Aula 05: Grupo de Verbalização versus Grupo de Observação

Independente da atividade ser presencial ou remota, ela tem o objetivo de trabalhar a capacidade dos alunos de verbalizar sobre o conteúdo estudado ou transcrever o conhecimento adquirido através da construção de vídeos e experimentos. A presente atividade serve como avaliação para verificação da compreensão total do conteúdo estudado. O site/aplicativo *Padlet*, tem a possibilidade de inserir comentários, incluir imagens ou vídeos curtos e também a possibilidade de avaliação no próprio painel.

Aula apresentada para os alunos:

- Com a utilização do site *PadLet*, teremos a inclusão de um painel de perguntas e repostas.
- O aluno deverá deixar uma questão e responder uma questão do colega.
- Após o término da atividade, debater as questões não respondidas e as respondidas que houver dúvidas, para o grande grupo de alunos em uma mesa redonda por videochamada no aplicativo *google meet*.
- Inserir um vídeo curto (máximo de duração de 5 minutos) de própria autoria no *Padlet* com imagens, situações de vibração do som em algum meio material ou um experimento relacionado com ondas sonoras.

Para a construção e edição dos vídeos, indica-se dois aplicativos *FilmoraGo* e *XRecorder* (**figura 6**):

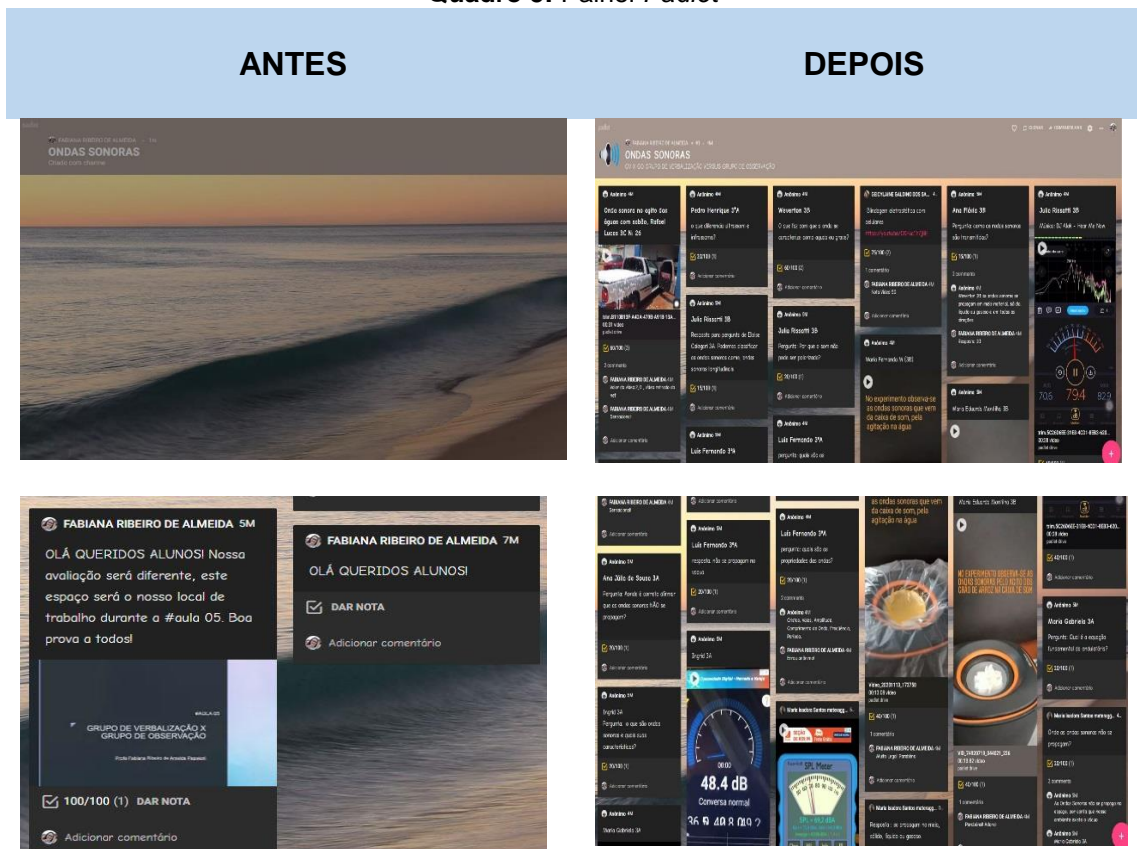
## Aplicativos para edição de vídeos



Figura 6: Fonte o autor, 2021.

No **Quadro 5**, apresenta-se o painel *Padlet* antes e depois da inserção das perguntas, respostas e vídeos dos alunos.

Quadro 5: Painel *Padlet*



 <b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 <b>U E M N P E F</b> Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 <b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 06

**TÍTULO** **Jogo kahoot (quiz teórico)**

**HORAS-AULA** 1 aula

### CONTEÚDOS

Ondas Sonoras

### OBJETIVOS

Desenvolver habilidades com perguntas e respostas em um tempo determinado;  
Compreender o que é uma Onda Sonora e suas características;  
Resignificar através de símbolos, questões rápidas e figuras o conteúdo de ondas sonoras;

### METODOLOGIA

Utilizando os dispositivos eletrônicos e projetor, montar perguntas e respostas sobre ondas sonoras em grupos.

Utilizar o aplicativo *Kahoot*

### RECURSOS

Site [www.kahoot.it](http://www.kahoot.it)

### AVALIAÇÃO

Quem mais pontuar no jogo ganha a competição;

Analisar a participação, acertos e erros;

### REFERÊNCIAS

**ALMEIDA, F. R. *Kahoot: Ondas Sonoras*. Edição Julho, 2020. Disponível em: <https://create.kahoot.it/details/b803ec7d-c77f-42b9-9b02-f324c54ae85a>.**

Acesso em: 22 de novembro de 2020.

**DELLOS, R. *Kahoot! A digital game resource for learning. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Volume 12(n. 4), 49-52. Disponível em:**

**<<https://create.kahoot.it/share/ondas-sonoras/b803ec7d-c77f-42b9-9b02-f324c54ae85a>>. Acesso em: 27 de julho de 2020.**

## #Aula 06: JOGO KAHOOT (QUIZ TEÓRICO)

A #Aula 6 tem o intuito de desenvolver habilidades com perguntas e respostas em um tempo determinado, fazendo com que os alunos respondam de maneira rápida e ágil, além de responder corretamente, compreender as Ondas Sonoras e ressignificar através de símbolos, questões rápidas, figuras ou cenas que apresentem o conteúdo estudado, mostradas no **Quadro 6**, no total de 20 questões, que variam de questões de múltipla escolha ou verdadeiro ou falso.

O site e/ou aplicativo *Kahoot*, disponibiliza rodadas de jogo em grupo de alunos ou individuais e o escore de cada participante. Pode ser aplicado durante a aula ou em casa, pois o professor pode indicar o tempo da rodada.

A atividade pode ser avaliada com pontos a cada questão correta respondida.

**Quadro 6:** Lâminas das questões do quiz teórico

The image displays three Kahoot quiz cards. Each card includes a question, a 20-second timer, a point value of 1000, and a 'Revelação de imagem' (Image reveal) section. The first card asks 'Ondas sonoras são?' (Sound waves are?) with a waveform image. The second card asks 'Qual das opções não é uma qualidade fisiológica do som?' (Which option is not a physiological quality of sound?) with a musical note image. The third card asks 'O som se propaga no vácuo.' (Sound propagates in a vacuum.) with a satellite image. The fourth card asks 'O som pode se propagar em diferentes meios materiais como o sal grosso?' (Sound can propagate in different material media like coarse salt?) with a salt image. The fifth card asks 'A velocidade do som na água é menor que a velocidade do som no ar?' (The speed of sound in water is less than the speed of sound in air?) with a water image. The sixth card asks 'Ultrassom é o nome popular dado ao exame de ultrassonografia. São imagens que:' (Ultrasound is the popular name for the ultrasound exam. These are images that:) with an ultrasound image. Each card has four answer options with radio buttons and a 'Remove' button.

**Card 1:** Ondas sonoras são?  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of sound waves]  
Opções de resposta:  
▲ Ondas eletromagnéticas (radio button)  
◆ Ondas mecânicas (radio button, checked)  
● Ondas transversais (radio button)  
■ Ondas superficiais (radio button)

**Card 2:** Qual das opções não é uma qualidade fisiológica do som?  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of musical notes]  
Opções de resposta:  
▲ Intensidade (radio button)  
◆ Amplitude (radio button, checked)  
● Altura (radio button)  
■ Timbre (radio button)

**Card 3:** O som se propaga no vácuo.  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of satellite]  
Opções de resposta:  
◆ True (radio button, checked)  
▲ False (radio button)

**Card 4:** O som pode se propagar em diferentes meios materiais como o sal grosso?  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of salt]  
Opções de resposta:  
◆ True (radio button, checked)  
▲ False (radio button)


**Card 5:** A velocidade do som na água é menor que a velocidade do som no ar?  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of water]  
Opções de resposta:  
◆ True (radio button)  
▲ False (radio button, checked)

**Card 6:** Ultrassom é o nome popular dado ao exame de ultrassonografia. São imagens que:  
Prazo: 20 seg, Pontos: 1000, Opções de resposta: Seleção única.  
Revelação de imagem: [Image of ultrasound]  
Opções de resposta:  
▲ representam a luz dos ossos humanos. (radio button)  
◆ refletem ondas sonoras em altas frequências. (radio button, checked)  
● representam a luz dos órgãos humanos. (radio button)  
■ refletem ondas sonoras em baixa frequências. (radio button)



O valor da velocidade do som no ar é aproximadamente?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000  
Opções de resposta: Seleção única



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

300.000 km/s  3,6 m/s   
 340 m/s  1800 m/s

Infrassons são sons que estão abaixo de 20 Hz

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000




Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

A zona audível do ser humano está na faixa ?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000  
Opções de resposta: Seleção única



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

20 a 60 Hz  acima de 20 000 Hz   
 abaixo de 20 Hz  20 a 20 000 Hz

Quando a frequência for baixa, o som é grave.

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

Quando a altura é maior, o som é agudo.

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

São ossículos do ouvido médio:



Clóclea, Tímpano e Bigorna.  Bigorna, Alicete e Estribo.   
 Clóclea, Martelo e Estribo  Bigorna, Martelo e Estribo.

Quando o nível sonoro está em 40 dB indica que temos um nível audível confortável?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000




Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

Golfinhos emitem sons debaixo d'água para sua locomoção?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

O uso incorreto de fones de ouvido podem causar problemas auditivos?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000



Revelação de imagem: Original, 3x3, 6x6, 9x9

True  False

O tímpano é a membrana que transforma os sons em vibração.



True  False



Qual a qualidade do som que diferencia sons do piano e do violão quando estão na mesma frequência?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000  
Opções de resposta: Seleção única



Revelação de Imagem: Original, 2x2, 3x3, 5x5, 8x8

▲ Timbre     ◆ Intensidade

● Altura     ■ Amplitude

Nível sonoro é medida em ?

Prazo: 20 seg  
Pontos: 1000  
Opções de resposta: Seleção única



Revelação de Imagem: Original, 2x2, 3x3, 5x5, 8x8

▲ Decibel     ◆ Metros

● Hertz     ■ Metros por segundo

Qual é o aparelho que mede o nível sonoro?



▲ Decibelímetro     ◆ Termômetro

● Nivelímetro     ■ Sonar

O ouvido humano está dividido em três partes, são elas:



▲ Ouvido pequeno, Ouvido médio e Ouvido grande.     ◆ Ouvido médio, Ouvido intenso e Ouvido fraco.

● Ouvido Externo, Ouvido médio e Ouvido Interno.     ■ Ouvido bom, Ouvido médio e Ouvido ótimo.

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Exatas Departamento de Física Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PLANO DE AULA

### #AULA 07

**TÍTULO** INVESTIGAÇÃO FINAL

**HORAS-AULA** 1 aula

### CONTEÚDOS

Questionário final

### OBJETIVOS

Encontrar o nível de aprendizado significativo dos alunos em relação às Ondas Sonoras;

### METODOLOGIA

Disponibilizar o link do Questionário Final através da videochamada no aplicativo google meet.

Determinar qual atividade do produto educacional foi potencialmente significativa para os alunos

### RECURSOS

Computadores ou Smartphones;

Rede wifi ou 4 G de internet;

Aplicativo Aula Paraná;

Aplicativo Google meet;

### AValiação

Análise do Questionário Final;

Comparar os Questionários prévios e os posteriores ao produto educacional.

### REFERÊNCIAS

**ALMEIDA, F. R..** *Formulário Google: Questionário Final*. Disponível em: < <https://forms.gle/R3KVxbVV8XTJT46B6> >. Acesso em 06/09/2020.

**HALLIDAY, D. e RESNICK, R.** *Física*. Volume 2. Rio de Janeiro, Ao livro técnico S. A, 1973.

**MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S.** *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David*

**Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

## **#Aula 07: INVESTIGAÇÃO FINAL**

A fim de encontrar o resultado de aprendizado significativo dos alunos em relação às Ondas Sonoras, propõem-se aplicar o Questionário Final (<https://forms.gle/SJtauzV4kx19oMjx5>), formulário *google forms*. Com as mesmas questões apresentadas no questionário inicial (3 Seções) e com questões que envolvem a opinião sobre a sequência didática (Seção 4), qual atividade mais gostou, qual atividade foi mais fácil e mais difícil.

Como metodologia, em situação de aulas presenciais e a falta de internet nos dispositivos dos alunos, sugere-se disponibilizar o questionário via *Whatsapp* ou responder em casa.

# Questionário Final

---

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física - Polo UEM

Mestranda Fabiana Ribeiro de Almeida de Almeida Papaiani

Produto Educacional: O ENSINO DE ONDAS SONORAS POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

---

O e-mail do participante (**null**) foi registrado durante o envio deste formulário.

**\*Obrigatório**

Seção

1/4

1. E-mail \*

---

Identificação

Seção 2/4

Prezado aluno (a)

Esse é um questionário que faz parte da investigação inicial do Produto Educacional acima citado, ele sugere desenvolver uma sequência didática contextualizada para ensino de física, pedimos a vossa colaboração em responder com a sua opinião e conhecimentos até agora adquiridos.

Não há necessidade de mencionar o seu nome. Desde já agradecemos

2. Nome

---

3. Idade \*

*Marcar apenas uma oval.*

16 anos

17 anos

18 anos

19 anos

20 Mais de 20 anos

4. Série

*Marcar apenas uma oval.*

- 2A
- 2B
- 2C
- 2D
- 2E

### Seção 3/4

Responda a questões abaixo

5. 01) O que você entende por ondas sonoras?

---



---



---

6. 02) Você sabe como o som chega até ao seu ouvido?



FIGURA 1: Fonte: <https://br.depositphotos.com/162284200/stock-illustration-ear-listening-hearing-audio-sound.html>

---



---



---

7. 03) Duas vizinhas conversam separadas por um muro muito espesso em uma região plana, cada uma em sua respectiva casa, sem outros obstáculos, como mostra a figura. Elas não se veem, mas, apesar do muro, se ouvem claramente.

a) Explique por que elas podem se ouvir. b) Explique por que elas não podem se ver.

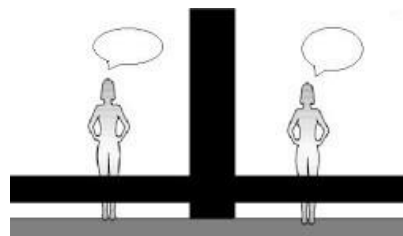


FIGURA 2: Fonte autor

---



---



---

8. 04) Quando colocamos a mão ao lado da boca e “gritamos”, nós produzimos um som que chega as pessoas que estão mais longe. Por que será que conseguimos fazer com que as pessoas que estão distantes nos ouçam?



FIGURA 3: Fonte: GUIMARÃES, Osvaldo. Física – 1 ed. – São Paulo: Ática, 2013. Pág 184.

---

---

---

9. 05) Você sabe alguma aplicação das ondas sonoras na sua vida cotidiana?

---

---

---

10. 06) Ultrassom é o nome popular dado ao exame de ultrassonografia. Trata-se de um exame que captura imagens em tempo real do interior do corpo humano por meio da reflexão e da absorção de ondas sonoras de altas frequências. O exame de ultrassom é bastante utilizado em aplicações médicas e em outros campos, principalmente para gerar imagens, a fim de diagnosticar anomalias que de outra forma não poderiam ser investigadas, este exame contribui para a saúde e diagnósticos de doenças. Assim como o ultrassom, cite algum benefício causado pelas ondas sonoras?



FIGURA 4: Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-ultrassom.htm>

---

---

---

11. 07) Tsunami é o nome que se dá a uma série de ondas oceânicas catastróficas que são geralmente causadas por um terremoto submarino, deslizamento de terra submarino ou até mesmo pela erupção de vulcões. Os tsunamis também podem ser o resultado do impacto de um meteoro ou cometa em uma vasta área coberta de água, embora fenômenos dessa magnitude sejam bastante raros. A origem da palavra tsunami vem da língua japonesa e significa “onda portuária”. O tsunami pode causar muita destruição. Cite algum malefício causado pelas ondas sonoras?



FIGURA 5: Fonte: <https://www.tricurioso.com/2018/09/02/o-que-e-um-tsunami/>

---

---

---

12. 08) (FAFIPA – 2018) Uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde. Médico de Itapetininga (SP) orienta sobre cuidados com o uso do fone. Dependendo da intensidade os problemas podem ser irreversíveis. O uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde. Ele explica que o sintoma de uma lesão auditiva por exposição a ruído alto é zumbido. “É um alerta que a pessoa está tendo uma perda de audição. Se o zumbido for intermitente, sumir, for temporário, a lesão em parte reverteu. Mas se ele for permanente a lesão provavelmente também é.” Texto adaptado: <http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2014/06/uso-em-excesso-do-fone-de-ouvido-com-som-altocausa-danos-saude.html>. De acordo com o texto,

*Marcar apenas uma oval.*

- a) os fones em formato de concha não são recomendados.
- b) o zumbido no ouvido pode ser um alerta para quem está fazendo uso inadequado do fone de ouvido.
- c) como o limite de tolerância ao ruído está relacionado ao tempo de uso e à intensidade do som, quanto mais alto for o som, maior é o tempo que a pessoa pode ficar com os fones nos ouvidos.
- d) Os fones de ouvido podem ser usados sem restrições.

13. 09) (MundoEducação) Marque a alternativa correta a respeito da intensidade sonora.

*Marcar apenas uma oval.*

- a) De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade sonora é uma grandeza determinada em dB (decibel).
- b) A intensidade mínima audível corresponde a  $1 \text{ W/m}^2$ .
- c) A intensidade mínima audível corresponde a  $1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .
- d) A intensidade sonora está diretamente relacionada com a frequência das ondas sonoras.
- e) A intensidade sonora determina o formato das ondas produzidas por uma fonte sonora.

14. 10) (ENEM – 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

*Marcar apenas uma oval.*

- a) A altura da onda sonora.
- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

### Seção 3/4

15. 11) Qual das atividades trabalhadas na sequência didática de Ondas Sonoras você mais gostou? Por quê?

---

---

---

---

---

16. 12) Qual das atividades trabalhadas na sequência didática de Ondas Sonoras você mais compreendeu?

*Marcar apenas uma oval.*

- Aula de Leitura
- Aula de Ondas Sonoras
- Aula de GV x GO
- Aula Quiz
- Aula Experimental

17. 13) Qual das atividades foi a mais difícil de entender?

*Marcar apenas uma oval.*

- Aula de Leitura
- Aula de Ondas Sonoras
- Aula de GV x GO
- Aula Quiz



Aula Experimental

18. 14) O que achou mais interessante nesse trabalho?

---

---

---

---

19. 15) Na sua opinião qual é o conceito sobre a Sequência Didática Ondas Sonoras.

*Marcar apenas uma oval.*

Ruim

Regular

Boa

Muito boa

Ótima

Obrigada pela sua Participação!

Fabiana Ribeiro de Almeida Papaiani

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado  
pelo Google.

Google Formulários

## FINALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

---

Entender a intervenção pedagógica exige situar-se num modelo em que a aula se configura como um microsistema definido por determinados espaços, uma organização social, certas relações interativas, uma forma de distribuir o tempo, um determinado uso dos recursos didáticos, etc., onde os processos educativos se explicam como elementos estreitamente integrados neste sistema. Assim, pois, o que acontece na aula só pode ser examinado na própria interação de todos os elementos que nela intervêm (ZABALA, 1998, p. 16). Contudo, para aplicação da referida sequência didática, vai depender dos sujeitos envolvidos, a organização e planejamentos devem ser destinados a cada realidade apresentada.

Ela pode ser aplicada em qualquer nível do Ensino Médio e também pode ser utilizada na íntegra ou apenas com as atividades e/ou aulas que mais se aproximem da realidade de cada sala de aula e dos alunos, como sugestão de abordagem, pode ser inserida com o conteúdo de velocidade ou de forma interdisciplinar com a biologia.

Após a aplicação da atividade caso seja necessário recuperar os alunos que não alcançaram a aprendizagem, pede-se ainda uma retomada de conteúdo para depois uma RECUPERAÇÃO. No caso desse trabalho específico, foi realizada em formulário *google forms*.

Futuramente com a implementação da Base Nacional Comum Curricular no Ensino Médio e o Referencial Curricular do Paraná para o Novo Ensino Médio, o conteúdo Acústica (Ondas Sonoras) estará em encarte separado como Itinerário Formativo da Formação Geral Básica, para o presente trabalho, considera-se que a sequência didática seja uma eficaz forma de trabalhar o conteúdo, explorando as ondas sonoras e contextualizando-as para os alunos.

# REFERÊNCIAS

---

ALMEIDA PAPAANI, F. R. *Formulário Google: Projeto Leitura EM Física*. Disponível em: <<https://forms.gle/MSB9TqLzztU776x3A>>. Acesso em 01/05/2019.

\_\_\_\_\_. *Formulário Google: Questionário Final*. Disponível em: <<https://forms.gle/SJtauzV4kx19oMjx5>>. Acesso em 06/09/2020.

\_\_\_\_\_. *Formulário Google: Questionário Inicial*. Disponível em: <<https://forms.gle/ipdfmuYpLZoz2dgZA>>. Acesso em 15/09/2020.

\_\_\_\_\_. *Kahoot: Ondas Sonoras*. Edição Julho, 2020. Disponível em: <<https://create.kahoot.it/details/b803ec7d-c77f-42b9-9b02-f324c54ae85a>>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.

\_\_\_\_\_. *Padlet: Ondas Sonoras: GV x GO: Grupo de Verbalização versus Grupo de Observação*. Criado 09/09/2020. Disponível em: <<https://padlet.com/afabiana/6tdfrhheebddjex>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2020.

\_\_\_\_\_. *Formulário google: #lista ondulatória*. Disponível em: <<https://forms.gle/bvwn2WxqWFRoYQjX7>>. Acesso em 03/04/2021.

ANDY ELLIOTT CRAFT & CREATIONS. *Liquid Sound Wave Tests (“Testes com líquidos na onda sonora”)*. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=3&v=JVhYuqr03IQ&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=JVhYuqr03IQ&feature=emb_logo)>. Acesso em: 20 de março de 2020.

BRASIL, **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: ENSINO MÉDIO**. BRASÍLIA: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2002, p 79. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>>. Acesso em 06/06/2021.

\_\_\_\_\_, **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA. BNCC – BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: ENSINO MÉDIO**. BRASÍLIA: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio>>. Acesso em 06/06/2021.

BÍSCUOLA, G. J. *Física 2: Termologia, Ondulatória, Óptica*. Gualter José Biscuola, Newton Villas Bôas, Ricardo Helou Doca. 3ª edição – São Paulo, Saraiva: 2016.

BORGES, F. *Surdez tem afetado cada vez mais jovens*. Jornal Impresso: Folha de Londrina –13/02/2012 – página 09.

CREVILARI, V. **Quase 30 milhões de brasileiros sofrem de surdez.** Jornal da USP, São Paulo – SP, 2017. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/quase-30-milhoes-de-brasileiros-sofrem-de-surdez/>> Acesso em 01/08/2018.

DELLOS, R. **Kahoot! A digital game resource for learning.** *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Volume 12(n. 4), 49-52. Disponível em: <<https://create.kahoot.it/share/ondas-sonoras/b803ec7d-c77f-42b9-9b02-f324c54ae85a>>. Acesso em: 27 de julho de 2020.

DOCA, R. H., BISCUOLA, G. J., VILLAS BÔAS, N. **Física**, vol. 3 . 2. 3ª ed. São Paulo. Saraiva, 2016.

ENSINO&TAL - GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO DIGITAL. **Ponte de Tacoma.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dvRHK4yA8rc>>. Acesso em: 03 Março, 2021.

ERROBIDART, H.A. **Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora.** Hudson Azevedo Errobidart, Shirley Takeco Gobara, Sérgio Luiz Piubelli, Nádia Cristina Guimarães Errobidart. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, 1507 (2014).

GUIMARÃES, O. **Física** – 1 ed. – São Paulo: Ática, 2013.

HALLIDAY, D. e RESNICK, R. **Física**. Volume 2. Rio de Janeiro, Ao livro técnico S. A, 1973. Julho, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK R. **Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 4a ed.. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, Vol. 2, Cap. 17 e 18. (1996).

HEWITT, P.G.. **Física Conceitual**. 9 edição. Bookman Porto Alegre/RS - 2002.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre – RS, 2010. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em Set/ 2020.

PARANÁ, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTE DO PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Disponível em: < [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_fis.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf) >. Acesso: 27 de junho de 2021.

THEDR4G0N." **Salt Sound Waves**" (“**Ondas sonoras de sal**”). Disponível em : <[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=rf3rfTMvyHQ&feature=e](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=rf3rfTMvyHQ&feature=e)>

[mb\\_logo](#)>. Acesso em 20 de março de 2020.

**TORRES, C.M.A. Física** – Ciência e Tecnologia: volume 2. 2. Ed – São Paulo: Moderna, 2010.

**VERDÉLIO, A. Jovens estão perdendo audição por causa de fones de ouvido, alerta conselho.** Agência Brasil, Brasília-DF, 2017. Disponível em:<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-11/jovens-estao-perdendo-audicao-por-caoa-de-fones-de-ouvido-alerta-conselho>>. Acesso em 01/08/2018.

**VILLAS BÔAS, NEWTON. Física 2:** Newton Villas Bôas, Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola. 2. Ed – São Paulo: Saraiva, 2013.

**ZABALA, ANTONI. A prática educativa: como ensinar.** Trad Ernãni E da F. Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

# APÊNDICE 1

---

## RESULTADOS ESPERADOS

### Gabarito #Questionário Inicial e Final

**1) O que você entende por ondas sonoras?**

**Resposta:** É o som ou são vibrações que causam sensações auditivas no ouvido humano, são ondas que se propagam em todos os tipos de meio e não se propagam no vácuo, por serem ondas mecânicas, necessitam de um meio material para se propagarem.

**2) Você sabe como som chega até ao seu ouvido?**

**Resposta:** Com a entrada do som pelo canal auditivo o tímpano se move, ao vibrar ele transmite essas vibrações para os ossículos e depois para cóclea. O líquido se move contraindo as células ciliadas, criando sinais neurais que posteriormente serão captados pelo nervo auditivo e por fim serão levados ao cérebro onde interpretará como sons.

**3) Duas vizinhas conversam separadas por um muro muito espesso em uma região plana, cada uma em sua respectiva casa, sem outros obstáculos. Elas não se veem, mas, apesar do muro, se ouvem claramente.**

**a) Explique por que elas podem se ouvir.**

**Resposta:** Elas podem se ouvir porque a onda sonora é capaz de contornar obstáculos, fenômeno esse chamado de difração.

**b) Explique por que elas não podem se ver.**

**Resposta:** Apesar da Onda Luminosa também ser capaz de contornar obstáculos ela não consegue com o exemplo do muro, pois para difratar a onda tem que ter a ordem igual ao do tamanho da abertura ou da fenda. No dia a dia, a luz não difrata por ter um comprimento de onda muito pequeno  $\lambda = 10^{-6}m$ .

**4) Quando colocamos a mão ao lado da boca e “gritamos”, nós produzimos um som que chega às pessoas que estão mais longe.**

**Por que será que conseguimos fazer com que as pessoas que estão distantes nos ouçam?**

**Resposta:** Quando colocamos as mãos próximas à boca, estamos fazendo com que a onda sonora fique concentrada, sem que haja a dispersão da mesma em todas as direções (onda tridimensional).

**5) Você sabe alguma aplicação das ondas sonoras na sua vida cotidiana?**

**Resposta:** Ondas Sonoras estão presentes nas nossas casas através de músicas, vídeos e conversas entre pessoas, nos ruídos de diferentes aparelhos, fenômenos e de diversos seres vivos, sonares dos navios e submarinos, na medicina com ultrassons, ondas sísmicas de um terremoto e etc.

**6) Ultrassom é o nome popular dado ao exame de ultrassonografia. Trata-se de um exame que captura imagens em tempo real do interior do corpo humano por meio da reflexão e da absorção de ondas sonoras de altas frequências. O exame de ultrassom é bastante utilizado em aplicações médicas e em outros campos, principalmente para gerar imagens, a fim de diagnosticar anomalias que de outra forma não poderiam ser investigadas, este exame contribui para a saúde e diagnósticos de doenças. Assim como o ultrassom, cite algum benefício causado pelas ondas sonoras?**

**Resposta:** Ondas sonoras podem trazer benefícios, como por exemplo, na locomoção de navios e submarinos, com o uso de emissão de ondas sonoras em sonares para verificar grandes cardumes e obstáculos no fundo do mar.

**7) Tsunami é o nome que se dá a uma série de ondas oceânicas catastróficas que são geralmente causadas por um terremoto submarino, deslizamento de terra submarino ou até mesmo pela erupção de vulcões. Os tsunamis também podem ser o resultado do impacto de um meteoro ou cometa em uma vasta área coberta de água, embora fenômenos dessa magnitude sejam bastante**

raros. A origem da palavra tsunami vem da língua japonesa e significa “onda portuária”. O Tsunami pode causar muita destruição. Cite algum malefício causado pelas ondas sonoras?

**Resposta:** Existem alguns malefícios que as ondas sonoras podem provocar, como por exemplo, com o uso incorreto de fones de ouvido em altas intensidades sonoras e com tempo muito longo de exposição podem causar a longo prazo problemas na audição.

- 8) (FAFIPA – 2018) Uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde Médico de Itapetininga (SP) orienta sobre cuidados com o uso do fone. Dependendo da intensidade os problemas podem ser irreversíveis. O uso em excesso do fone de ouvido com som alto causa danos à saúde. Ele explica que o sintoma de uma lesão auditiva por exposição a ruído alto é zumbido. “É um alerta que a pessoa está tendo uma perda de audição. Se o zumbido for intermitente, sumir, for temporário, a lesão em parte reverteu. Mas se ele for permanente a lesão provavelmente também é. De acordo com o texto,

**Resposta:** b) o zumbido no ouvido pode ser um alerta para quem está fazendo uso inadequado do fone de ouvido.

- 9) (MundoEducação) Marque a alternativa correta a respeito da intensidade sonora.

**Resposta:** c) A intensidade mínima audível corresponde a  $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ .

- 10) (ENEM – 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

**Resposta:** b) A amplitude da onda sonora.



### **Gabarito #Lista Ondulatória – Aula 03**

- 1) Um relógio de ponteiros possui dois ponteiros, um para as horas e outro para os minutos. Assinale a afirmativa que contém o período de rotação do ponteiro das horas.

**Resposta:** b) 12 horas

- 2) (Enem - 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle. A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de:

**Resposta:** e) terem frequências próximas.

- 3) As ondas produzidas em uma corda de violão são caracterizadas como ondas:

**Resposta:** d) mecânicas, pois se propagam em um meio material.

- 4) As ondas eletromagnéticas são:

**Resposta:** c) transversais

- 5) As vibrações de um sino característico da China antiga, faz vibrar um outro sino de mesmas características que se encontra em seus arredores. Este tipo de vibração estimulada, é denominada:

**Resposta:** a) ressonância.

- 6) (Enem - 2018) Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido contam com uma fonte de energia elétrica para poderem funcionar. Esses novos fones têm um recurso, denominado “Cancelador de Ruídos Ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo de frequência fixa. No entanto, para que o cancelamento seja

realizado, o sinal sonoro produzido pelo circuito precisa apresentar simultaneamente características específicas bem determinadas. Quais são as características do sinal gerado pelo circuito desse tipo de fone de ouvido?

**Resposta:** b) Sinal com mesma amplitude, mesma frequência e diferença de fase igual a  $180^\circ$  em relação ao sinal externo.

7) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas. Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

**Resposta:** b) A amplitude da onda sonora.

8) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo. Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

**Resposta:** a) 17 m

Resolução:

$$\Delta t = 0,1s$$

$$v = 340 \frac{m}{s}$$

$$\Delta S = ?$$

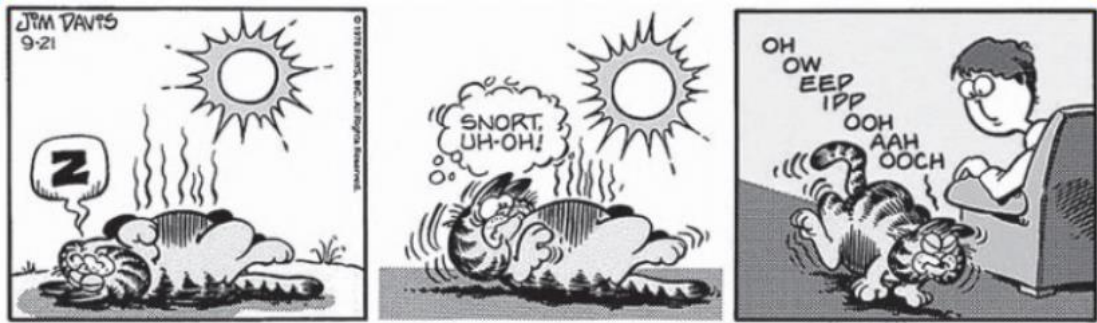
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$340 = \frac{\Delta S}{0,1}$$

$$\Delta S = 34m$$

Na reflexão esse deslocamento é considerado para ida e volta da onda sonora, portanto, considera-se esse deslocamento à metade para menor distância entre o observador e o anteparo igual a 17 m.

- 9) A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como



DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

Resposta: d) ultravioleta.

- 10) (Enem - 2010) Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor. Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são:

Resposta: b) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.

## Gabarito #Aula 04: Experimentos

### Experimento 2:

**Exemplo 2:** Calcule o nível sonoro, em dB do limiar da audição e do limiar da dor.

Como nível sonoro se dá pela equação:

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

a intensidade sonora no limiar da dor vale

$I = 1 \text{ W/m}^2$  e no limiar de audição vale

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

assim teremos:

Nível sonoro no limiar da dor  
audição

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{10^{-12}} \right)$$

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{10^0}{10^{-12}} \right)$$

$$\beta = 10 \cdot \log_{10}(10^{0+12})$$

$$\beta = 10 \cdot \log_{10}(10^{12})$$

Nível sonoro no limiar da

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{10^{-12}}{10^{-12}} \right)$$

$$\beta = 10 \cdot \log_{10}(10^0)$$

$$\beta = 10 \cdot 0$$

$$\beta = 0 \text{ dB}$$

$$\beta = 10 \cdot 12 = 120$$

$$\beta = 120 \text{ dB}$$