

Volume 2 • Módulo 4 • Física • Unidade 8

Entrando nessa onda

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizados e/ou adaptados, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupo, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 8 – Entrando nessa onda –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física; para isso, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos de ondas. Alguns curiosos experimentos de ondas são apresentados de maneira didática de tal forma que o tema é revisitado pelos professores sob um novo olhar.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	2	4	8	4

Titulo da unidade	Tema
Entrando nessa onda	Ondas
Objetivos da unidade	
Conceituar onda e seus diferentes tipos.	
Identificar as propriedades básicas de uma onda.	
Calcular a frequência de uma onda.	
Calcular o comprimento de onda.	
Aplicar o conceito de intensidade da onda.	
Seções	Páginas no material do aluno
1. O que é uma onda?	235 a 236
2. Tipos de onda	236 a 239
3. Propriedades fundamentais das ondas	239 a 243
4. O som: um exemplo de ondas longitudinais	244
5. Reflexão e velocidade do som	245 a 246
6. Propriedades do som	247 a 248
7. Efeito Doppler	248 a 250

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

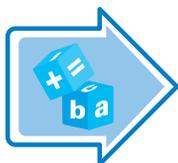
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



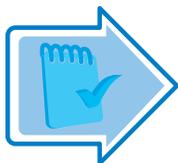
Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



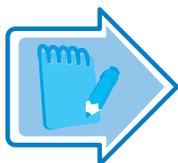
Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.



Avaliação

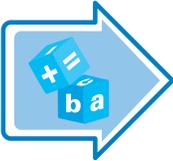
Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.



Exercícios

Proposições de exercícios complementares

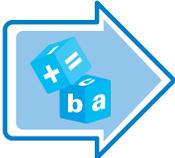
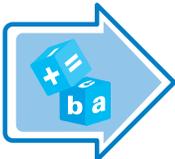
Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Gramofone de papel	Folha de papel A4, fita adesiva, lápis, um disco de vinil e um alfinete.	Neste experimento, utilizaremos materiais de simples aquisição para explorar os conceitos de um instrumento de música muito antigo e conhecido.	O professor interage com toda a turma	20 minutos

Seção 1 – O que é uma onda?

Páginas no material do aluno

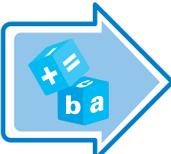
235 a 236

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Onda em uma corda	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec1.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará na introdução do conceito de onda. Com ele, é possível observar a propagação de um pulso e de uma onda em uma corda. Ele também permite mostrar claramente aos estudantes que o que está se propagando é a perturbação do meio.	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Transporte de energia	Cortiça ou isopor, cuba d'água, régua, caneta ou algum gotejador.	Este experimento é desenvolvido com o propósito de evidenciar o fenômeno do transporte de energia associada à perturbação de um meio homogêneo.	Grupos de 4 alunos	45 minutos
	A onda em câmera lenta	Elástico amarelo, TV de tubo.	Nesta prática, um efeito visual impressionante é ilustrado de maneira extremamente simples, cujos recursos se limitam a um elástico e uma TV. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Seção 2 – Tipos de onda.

Páginas no material do aluno

236 a 239

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ondas transversais e longitudinais em uma mola	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec2.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet permite observar a propagação de ondas transversais e longitudinais em uma mola. Nele, os estudantes podem observar as zonas de compressão e de rarefação em uma onda longitudinal. Também é possível ver a trajetória descrita pelas partículas do meio em cada tipo de onda.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	Percebendo ondas mecânicas	Balde, plástico filme para alimentos, fita adesiva, pequeno espelho, monitor de som para PC.	Esta prática envolve, de maneira qualitativa, a percepção das ondas mecânicas, as perturbações ecoam devido à continuidade de um meio material e acabam colidindo com uma superfície elástica; esta, por sua vez, oscila com a mesma frequência do som emitido.	Grupos de 4 ou 5 alunos.	45 minutos
	Percebendo ondas eletromagnéticas	Rádio funcionando em AM, lima metálica, 1 m de fio condutor (em dois pedaços de 50 cm), eliminador de pilha.	Esta prática busca demonstrar, de forma qualitativa, a presença de um tipo de oscilação muito importante para o mundo atual: as ondas eletromagnéticas. A manifestação das ondas eletromagnéticas será evidenciada por meio dos ruídos emitidos em um rádio sintonizado na faixa AM. A variação da corrente elétrica no condutor provoca um trem de ondas eletromagnéticas que atinge a antena do rádio; este interfere no sinal recebido, provocando ruído no alto-falante do rádio.	Grupos de 4 ou 5 alunos	45 minutos
	Ondas numa mola maluca	Uma mola maluca colorida.	Nesse experimento, utilizamos uma mola maluca para ilustrar, de maneira divertida, a formação e algumas características das ondas transversais e longitudinais.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Seção 3 – Propriedades fundamentais das ondas

Páginas no material do aluno

239 a 243

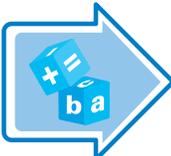
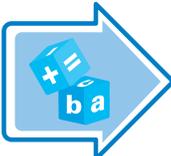
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Propriedades das ondas	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec3.jar), disponível no material anexo do professor.	Com este applet, é possível mostrar para os estudantes o que ocorre com uma onda em uma corda quando variamos seu comprimento de onda, amplitude e frequência. Ele também permite observar como estas variáveis afetam o movimento de cada pedaço da corda.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	A máquina de ondas estacionárias	Pequeno motor retirado de leitores de DVD, interruptor, clip de bateria 9V, bateria 9V, barbante encerado (1,5 m), arame rígido, moldura quadrangular, inúmeras massas distintas, régua ou fitas métricas.	Existem inúmeros modelos para a máquina que construiremos a seguir. Esta máquina nos permite medir o comprimento da onda em função dos harmônicos estabelecidos. Se o professor possuir uma balança sensível o bastante para medir a massa do fio, é possível determinar a frequência de oscilação desta onda.	Grupos de 4 ou 5 alunos.	60 minutos

Seção 4 – O som: um exemplo de ondas longitudinais.

Seção 5 – Reflexão e velocidade do som.

Páginas no material do aluno

244 a 246

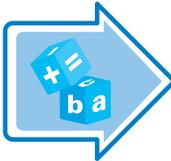
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O som se propagando	Java instalado no computador e o applet (Física_Mod4_Un18_Sec4.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará o estudo da propagação de ondas sonoras no ar. Ele permite visualizar a formação de zonas de compressão e rarefação e o movimento das moléculas do ar.	O professor interage com toda a turma	15 minutos.
	O efeito destruidor do som	Uma garrafa plástica de água ou refrigerante (600 ml), um pedaço de filme PVC de cozinha, uma faca de serra, uma vela e fósforo.	Não podemos ver as ondas sonoras diretamente, mas podemos ver seus efeitos. Neste experimento, mostramos como uma pequena perturbação sonora pode apagar a chama de uma vela. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec4.wmv).	O professor interage com toda a turma	20 minutos.
	Ver a velocidade do som	10 a 20 fitas ou bandeiras com cores vivas, buzina, apito, caixa de som, etc.	Neste experimento, necessitaremos da cooperação de quase todos os integrantes da turma. Além de usar um espaço físico não convencional para uma aula de Física, obteremos visualmente e qualitativamente um padrão para a propagação do som no ar. Para tal, faça uso da rua plana mais próxima da escola ou até mesmo a quadra esportiva da mesma. Execute algum ruído (uma buzina, corneta, etc.) que se propague a longas distâncias e disponha os alunos em uma linha reta com bandeiras ou fitas coloridas, para que os mesmos manifestem-se no exato momento em que sentirem o som em seus ouvidos.	O professor interage com toda a turma	45 minutos.

Seção 6 – Propriedades do som.

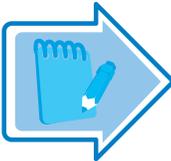
Seção 7 – Efeito Doppler.

Páginas no material do aluno

247 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Música na garrafa	Uma garrafa pequena, de vidro comum e sem rótulo, e água suficiente para enchê-la. Alternativamente, podem ser usadas três (ou mais) garrafas iguais com quantidades diferentes de água.	Utilizando uma garrafa com quantidade de água variável, ilustraremos como os sons graves e agudos são produzidos por instrumentos de sopro, como flauta, saxofone e trompete. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec6.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos.
	Efeito Doppler	Celular, fio de 1m, sinal de 1000,00 Hz (arquivo 1000 Hz.mp3, disponível no material anexo do professor).	Esta prática pretende, de forma qualitativa, demonstrar o que ocorre com sinais sonoros quando a fonte que os emite altera sua posição em função do observador. Como sabemos, fontes estáticas produzem sons a frequências constantes, e fontes em movimento (aproximando ou afastado do observador) sofrem mudanças em suas frequências (levando em conta o observador). Este experimento tenta demonstrar os fatores supracitados.	Grupos de 3 ou 4 alunos	45 minutos.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como comprimento, frequência e intensidade de uma onda. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Gramofone de papel	Folha de papel A4, fita adesiva, lápis, um disco de vinil e um alfinete.	Neste experimento, utilizaremos materiais de simples aquisição para explorar os conceitos de um instrumento de música muito antigo e conhecido.	O professor interage com toda a turma	20 minutos

Aspectos operacionais

Para realizarmos esta experiência, será necessário seguir algumas etapas:

- Enrole uma folha de papel A4 com o intuito de formar um cone (quanto maior a abertura do cone, melhor será o resultado final).
- Utilize uma fita adesiva de tal maneira que o cone não se solte. Na extremidade de menor abertura, faça com que um alfinete atravesse o papel e garanta que o mesmo seja afixado ao cone.
- Utilizando um lápis, prenda-o na abertura circular presente no vinil.
- Utilize uma superfície fixa como uma tábua de madeira para que seja possível apoiar o lápis e girá-lo em torno de um eixo.
- Para que a experiência seja bem-sucedida, é necessário que o alfinete do cone fique apoiado de uma maneira semelhante ao que é mostrado na figura abaixo



Aspectos pedagógicos

O gramofone é um instrumento musical de 1888. O simples fato de reproduzirmos o som que há em um vinil por meio de objetos tão simples desperta a curiosidade não apenas pela maneira como o mesmo se dá, mas como o vinil é construído. O fato é que a vibração do alfinete é amplificada pelo formato do cone; desta maneira, o som passa a ser audível. O fato desperta a curiosidade da turma e ilustra a natureza mecânica das ondas.

Seção 1 – O que é uma onda?

Páginas no material do aluno

235 a 236

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Onda em uma corda	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec1.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará na introdução do conceito de onda. Com ele, é possível observar a propagação de um pulso e de uma onda em uma corda. Ele também permite mostrar claramente aos estudantes que o que está se propagando é a perturbação do meio.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: `java -jar Fisica_Mod4_Un18_Sec1.jar`.





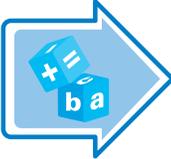
Aspectos pedagógicos

Ao observar o movimento ondulatório de uma corda, alguns estudantes podem pensar que é ela que está se movendo. Chame a atenção deles para as bolinhas azuis oscilando junto com a corda e diga que elas representam o movimento de um pedacinho dela. Comente que cada um deles se desloca apenas na vertical e que o que se propaga para a direita é a perturbação que foi produzida na forma da corda.

Seção 1 – O que é uma onda?

Páginas no material do aluno

235 a 236

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Transporte de energia	Cortiça ou isopor, cuba d'água, régua, caneta ou algum gotejador.	Este experimento é desenvolvido com o propósito de evidenciar o fenômeno do transporte de energia associada à perturbação de um meio homogêneo.	Grupos de 4 alunos	45 minutos

Aspectos operacionais

- Obtenha um pedaço de isopor ou cortiça e o repouse em uma posição central do recipiente contendo água (as arruelas foram acrescentadas para aumentar a penetração do material no espelho d'água).



- Solte gotas d'água ou perturbe a superfície da água com algum objeto, de maneira periódica em uma das extremidades do recipiente.
- Posicione uma régua sobre o isopor ou cortiça e verifique que o mesmo oscila transversalmente.



Aspectos pedagógicos

- Evite que o gotejamento ou perturbação ocorra em uma intensidade demasiadamente alta; isto pode causar perturbações indesejáveis.
- O primordial neste experimento é demonstrar que uma onda só “transporta” energia - nunca matéria. Pode-se observar isso, evidenciando o repouso longitudinal do material flutuante.
- O material flutuante pode ser substituído por outro qualquer: isopor, cortiça, plástico, etc.

Seção 1 – O que é uma onda?

Páginas no material do aluno

235 a 236

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A onda em câmera lenta	Elástico amarelo, TV de tubo.	Nesta prática, um efeito visual impressionante é ilustrado de maneira extremamente simples, cujos recursos se limitam a um elástico e uma TV. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

Para realizar esta experiência, basta utilizarmos um elástico de comprimento razoável e de preferência na cor amarela, para que o efeito seja visível a olho nu. Corte-o, para que seja possível esticá-lo como ilustrado na figura a seguir. Estique-o e faça-o vibrar, para observar o movimento oscilatório usual.

Repita o procedimento anterior, porém em frente a um televisor de tubo. O efeito observado é altamente não intuitivo, pois observamos o elástico mover-se como se estivesse em câmera lenta.



Aspectos pedagógicos

O efeito “mágico” só é visto em monitores e televisores que usam tubo de imagem. Para formar a imagem, um feixe de elétrons varre a tela a uma determinada frequência (em monitores, é possível ajustar essa frequência pelo painel de controle). Se os elásticos vibram em uma frequência próxima da frequência de varredura do monitor, temos o efeito câmera lenta. Isso ocorre, pois vemos o elástico apenas em determinadas posições, quando o monitor está emitindo luz. Assim, temos a impressão de que o movimento é em câmera lenta.

Seção 2 – Tipos de onda.

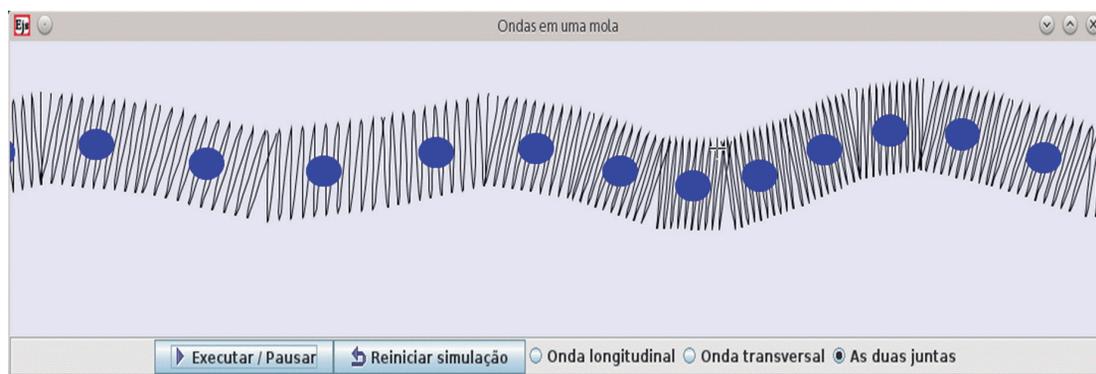
Páginas no material do aluno

236 a 239

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ondas transversais e longitudinais em uma mola	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec2.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet permite observar a propagação de ondas transversais e longitudinais em uma mola. Nele, os estudantes podem observar as zonas de compressão e de rarefação em uma onda longitudinal. Também é possível ver a trajetória descrita pelas partículas do meio em cada tipo de onda.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: `java -jar Fisica_Mod4_Un18_Sec2.jar`.



Aspectos pedagógicos

Alterne entre as ondas longitudinais e transversais, para que os estudantes possam ver como a trajetória descrita pelos pontos azuis, que representam um pedaço de massa da mola, é bastante distinta em cada caso.

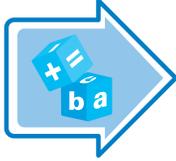
O conceito de propagação de zonas de compressão e de rarefação pode ser abstrato para alguns estudantes. Pause e reinicie a simulação algumas vezes, para que eles possam observar com clareza que cada pedacinho da mola (pontos azuis) se desloca para frente e para trás e que são as zonas de compressão e de rarefação que se deslocam de um lado para o outro.

Alguns estudantes podem perguntar como seria o movimento da mola, se produzíssemos ondas longitudinais e transversais ao mesmo tempo. Escolha esta opção e mostre o resultado para eles.

Seção 2 – Tipos de onda.

Páginas no material do aluno

236 a 239

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Percebendo ondas mecânicas	Balde, plástico filme para alimentos, fita adesiva, pequeno espelho, monitor de som para PC.	Esta prática envolve, de maneira qualitativa, a percepção das ondas mecânicas, as perturbações ecoam devido à continuidade de um meio material e acabam colidindo com uma superfície elástica; esta, por sua vez, oscila com a mesma frequência do som emitido.	Grupos de 4 ou 5 alunos.	45 minutos

Aspectos operacionais

- Repouse o monitor de som para PC no fundo do balde, com o alto-falante voltado para cima.



- Tampe a borda do balde com o plástico filme para alimento



- Cole um espelho sobre a superfície do plástico filme para alimento.



- Ecoe um sinal sonoro, com auxílio de um PC, tablet ou celular e incida sobre o espelho algum espectro luminoso (laser ou luz de uma lanterna).



- Observe um padrão oscilatório na imagem sobre um anteparo ou parede.

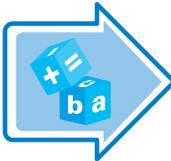
Aspectos pedagógicos

- O fator primordial deste experimento é comprovar que as ondas mecânicas são perturbações provocadas em um meio material. Os alunos comprovarão esta afirmação quando as compressões e rarefações sucessivas colidem com a superfície elástica do plástico filme para alimento; graças ao espelho agregado à superfície da mesma, a oscilação passa a ser observada.
- Você poderá substituir o monitor de som para PC por alguma buzina.
- Algumas colas podem não aderir ao material; podemos substituí-las por fita dupla face.

Seção 2 – Tipos de onda

Páginas no material do aluno

236 a 239

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Percebendo ondas eletromagnéticas	Rádio funcionando em AM, lima metálica, 1 m de fio condutor (em dois pedaços de 50 cm), eliminador de pilha.	Esta prática busca demonstrar, de forma qualitativa, a presença de um tipo de oscilação muito importante para o mundo atual: as ondas eletromagnéticas. A manifestação das ondas eletromagnéticas será evidenciada por meio dos ruídos emitidos em um rádio sintonizado na faixa AM. A variação da corrente elétrica no condutor provoca um trem de ondas eletromagnéticas que atinge a antena do rádio; este interfere no sinal recebido, provocando ruído no alto-falante do rádio.	Grupos de 4 ou 5 alunos	45 minutos

Aspectos operacionais

- Usando um eliminador de pilhas, estabeleça a seguinte conexão.



- Ao atritar o terminal exposto sobre a lima, perceberá ruídos no rádio.



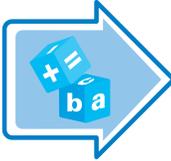
Aspectos pedagógicos

- Quando a sequência de ondas colide com o circuito do receptor (rádio), um sinal audível é percebido. Alguns alunos podem não associar os ruídos emitidos pelo rádio ao pulso eletromagnético emitido pelo atrito com a lima; o nobre professor pode afastar e aproximar a lima do rádio - isso deve variar a intensidade do ruído percebido.
- Algumas fagulhas podem saltar durante o atrito entre a lima e o fio.
- Evite o contato em demasia entre o fio e a lima; isso pode causar um superaquecimento no eliminador de pilhas.

Seção 2 – Tipos de onda.

Páginas no material do aluno

236 a 239

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ondas numa mola maluca	Uma mola maluca colorida.	Nesse experimento, utilizamos uma mola maluca para ilustrar, de maneira divertida, a formação e algumas características das ondas transversais e longitudinais.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Aspectos operacionais

As ondas estão muito presentes no nosso cotidiano e constituem um tema de fundamental importância na Física. O som e a luz são exemplos marcantes de ondas, mas elas também são usadas para descrever o movimento do mar e sistemas oscilatórios em geral.

Apesar de ser amplamente empregado, o conceito de onda é abstrato e, em muitas situações, difícil de ser compreendido. Para torná-lo mais simples, proponha aos alunos um experimento com uma mola maluca. Com este simples instrumento, o fenômeno ondulatório pode ser visualizado e suas características básicas exploradas de maneira divertida.

Siga os passos conforme descritos abaixo:

- Primeiro, escolha um aluno para ajudar na execução do procedimento experimental. (Alternativamente, amarre a extremidade da mola num objeto conveniente, como a maçaneta da porta ou a perna de uma cadeira colocada sobre sua mesa).
- Peça a este aluno para segurar uma extremidade da mola enquanto você segura a outra. Estique a mola até que ela atinja um comprimento confortável (sem ficar muito mole, pendurada, ou rígida demais a ponto de quebrar).
- Para uma demonstração mais clara, peça ao aluno para segurar a extremidade da mola o mais fixo possível, mantendo a mão firme, sem movimento.
- Agora, aplique os pulsos na mola. Comece com as ondas transversais, pois elas são mais facilmente visualizadas. Para obtê-las, faça um movimento firme com a mão para direita e para esquerda numa determinada frequência (veja a Figura 1). Mostre aos alunos a formação das cristas e dos vales das ondas.
- Aplique os pulsos com uma frequência diferente para obter outro modo de vibração (com uma, duas ou três cristas de onda). Chame a atenção dos alunos para a amplitude, frequência e comprimento de onda obtida em cada caso.

- Para obter uma onda longitudinal, aplique os pulsos no sentido da mola. Mantendo fixas as extremidades, comprima uma porção da mola ao longo do seu comprimento e solte (veja a Figura 2). Mostre aos alunos as zonas de compressão e rarefação formadas ao longo da mola. Repita o procedimento, retendo uma porção de mola cada vez maior, para ver como a frequência da onda se comporta em cada caso.
- Ilustre o fenômeno da reflexão. Aplique um único pulso firme e seco na extremidade da mola e observe seu movimento de ida e volta.

Figuras Ilustrativas:



Figura 1

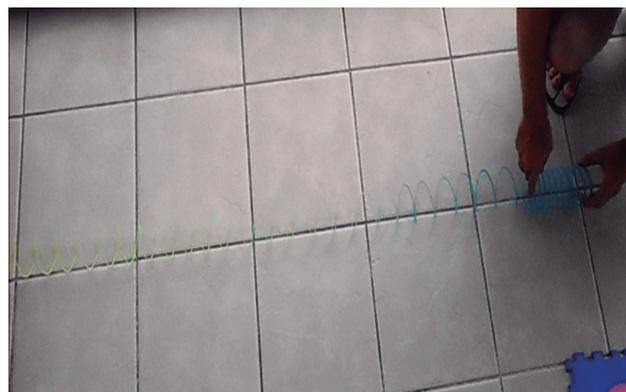


Figura 2

Aspectos pedagógicos

Além do lado lúdico, este experimento oferece uma maneira de visualizar e entender a propagação de ondas. Aqui chamamos a atenção para os conceitos mais básicos, mas, se você desejar, pode também discutir outros pontos, como a relação entre a intensidade dos pulsos com a frequência e a velocidade da onda e a obtenção de ondas estacionárias.

O procedimento experimental é bastante simples, mas a execução pode ser prejudicada se a mola for muito mole. Caso isso ocorra, tente realizar o experimento no solo para diminuir o balanço indesejável da mola.

Seção 3 – Propriedades fundamentais das ondas

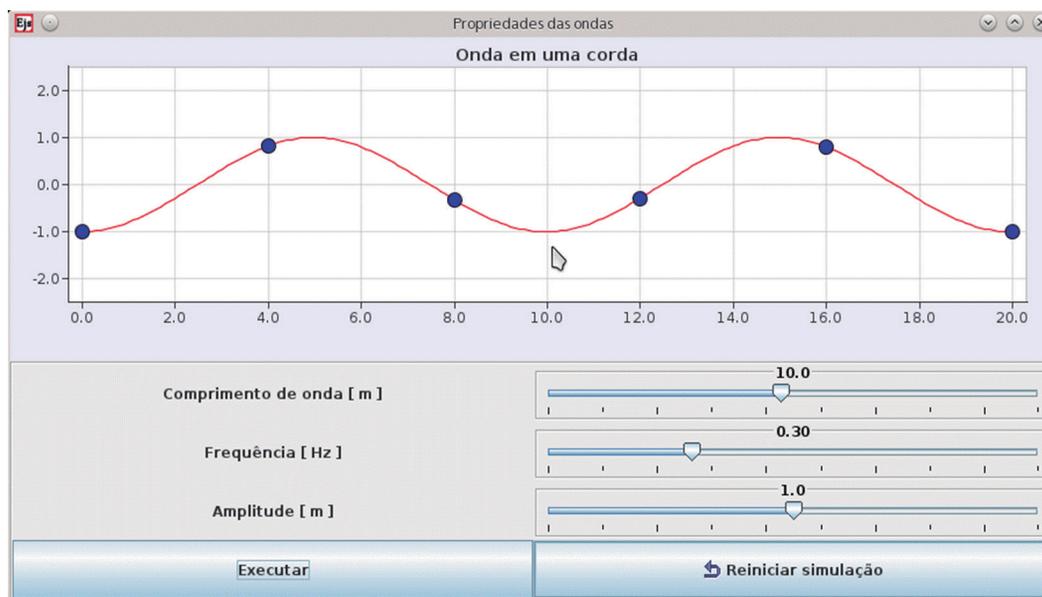
Páginas no material do aluno

239 a 243

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Propriedades das ondas	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec3.jar), disponível no material anexo do professor.	Com este applet, é possível mostrar para os estudantes o que ocorre com uma onda em uma corda quando variamos seu comprimento de onda, amplitude e frequência. Ele também permite observar como estas variáveis afetam o movimento de cada pedaço da corda.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: `java -jar Fisica_Mod4_Un18_Sec3.jar`.



- Modifique separadamente cada um dos controles e mostre as alterações no gráfico e no movimento da corda (pontos azuis) para os estudantes.

Aspectos pedagógicos

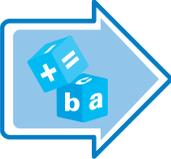
Os estudantes irão notar que, quando modificamos a frequência, o comprimento de onda é alterado; quando modificamos o comprimento de onda, é a frequência que se altera. Comente que isto decorre da relação $v = \lambda f$. Como a velocidade da onda depende das propriedades do meio no qual ela se propaga e não do agente que a produziu, o comprimento de onda ou a frequência devem se reajustar para manter o produto λf sempre com o mesmo valor.

Peça para os estudantes observarem a movimentação dos pontos azuis e altere lentamente a velocidade de propagação da onda. Chame a atenção deles para o fato de que o ritmo de subida e descida dos pontos não se modifica, já que ele depende apenas do valor da frequência de oscilação da onda.

Seção 3 – Propriedades fundamentais das ondas

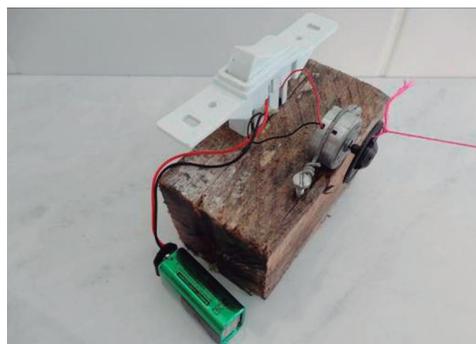
Páginas no material do aluno

239 a 243

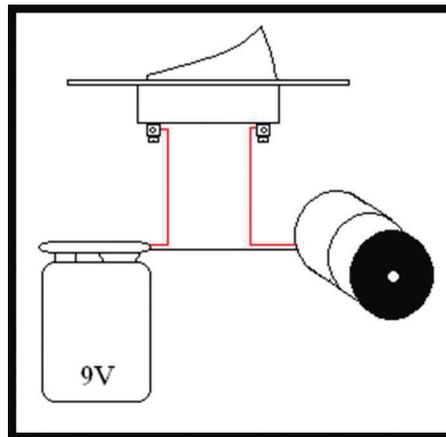
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A máquina de ondas estacionárias	Pequeno motor retirado de leitores de DVD, interruptor, clip de bateria 9V, bateria 9V, barbante encerado (1,5 m), arame rígido, moldura quadricular, inúmeras massas distintas, régua ou fitas métricas.	Existem inúmeros modelos para a máquina que construiremos a seguir. Esta máquina nos permite medir o comprimento da onda em função dos harmônicos estabelecidos. Se o professor possuir uma balança sensível o bastante para medir a massa do fio, é possível determinar a frequência de oscilação desta onda.	Grupos de 4 ou 5 alunos.	60 minutos

Aspectos operacionais

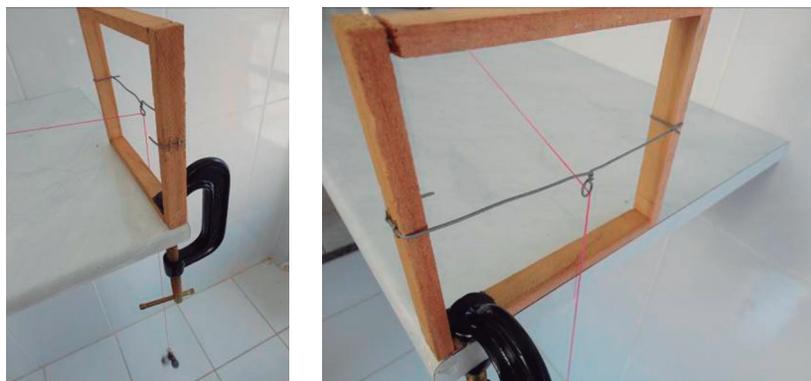
- Fixe o motor, ainda com sua polia sobre algum suporte sobrelevado.



- Estabeleça a ligação a seguir.



- Faça um suporte para que o fio deslize (role) facilmente.



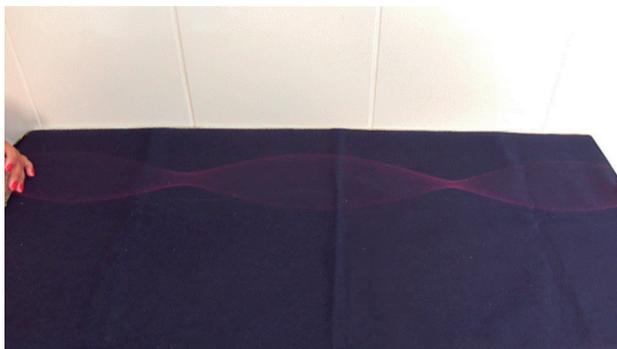
- Acrescente lentamente massas na extremidade livre do fio.
- Acione o motor e verifique as figuras estabelecidas.



1º harmônico



2º harmônico



3º harmônico



4º harmônico

Aspectos pedagógicos

- Procure massas iguais (arruelas, porcas ou moedas) para fixar na extremidade; caso possua balanças, faça as aferições das mesmas.
- Use fios encerrados e finos (linhas de crochê são boas opções).
- Caso possua uma balança em sua escola, estabeleça o 2º harmônico na corda e determine a velocidade do pulso, $v = \sqrt{T/d}$, onde **T** é a tração do fio (o peso das massas fixadas em uma das extremidades do fio) e **d** é a densidade linear da corda (a razão entre a massa da corda (m) pelo seu comprimento (L), $d = m/L$). Obtendo **v**, determine o comprimento de onda do 2º harmônico (meça com uma régua).
- Com os dados do item anterior, determine a frequência de oscilação da máquina.

Seção 4 – O som: um exemplo de ondas longitudinais.

Seção 5 – Reflexão e velocidade do som.

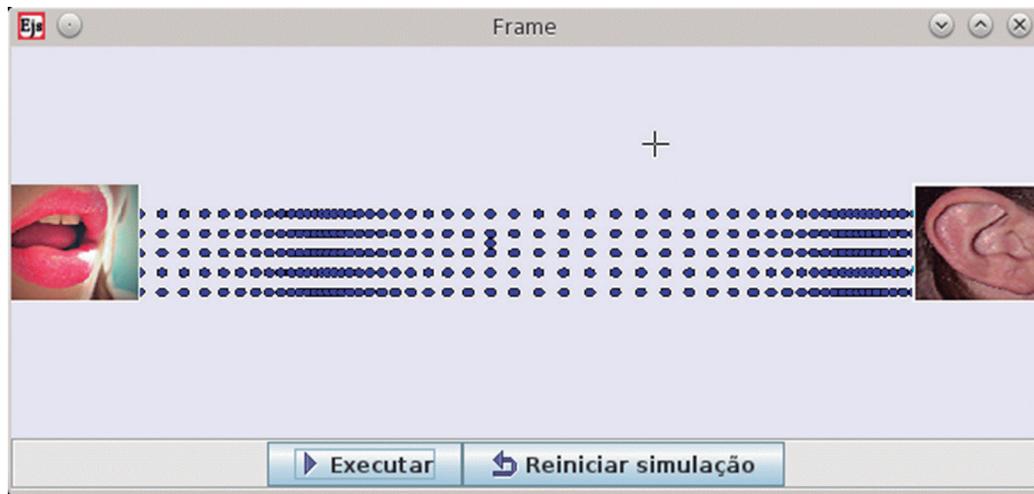
Páginas no material do aluno

244 a 246

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O som se propagando	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod4_Un18_Sec4.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará o estudo da propagação de ondas sonoras no ar. Ele permite visualizar a formação de zonas de compressão e rarefação e o movimento das moléculas do ar.	O professor interage com toda a turma	15 minutos.

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: `java -jar Fisica_Mod4_Un18_Sec4.jar`.



Aspectos pedagógicos

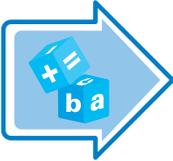
Deixe claro para os estudantes que o movimento descrito pelas moléculas em uma atmosfera de verdade é muito mais complexo do que o visualizado no programa. No ar, as moléculas estão livres para se mover nas 3 direções, enquanto as zonas de compressão e rarefação são formadas.

Seção 4 – O som: um exemplo de ondas longitudinais.

Seção 5 – Reflexão e velocidade do som.

Páginas no material do aluno

244 a 246

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O efeito destruidor do som	Uma garrafa plástica de água ou refrigerante (600 ml), um pedaço de filme PVC de cozinha, uma faca de serra, uma vela e fósforo.	Não podemos ver as ondas sonoras diretamente, mas podemos ver seus efeitos. Neste experimento, mostramos como uma pequena perturbação sonora pode apagar a chama de uma vela. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec4.wmv).	O professor interage com toda a turma	20 minutos.

Aspectos operacionais

- Os sons que ouvimos, na maioria das vezes, chegam aos nossos ouvidos através do ar. Por exemplo, quando se produz uma vibração numa membrana (como uma batida num pandeiro ou tambor), essa vibração é transmitida ao ar do seu entorno. O ar passa a vibrar na mesma frequência da membrana até que a vibração, propagando-se de partícula a partícula do ar, chega aos nossos ouvidos e perturba nossos tímpanos. Os tímpanos transmitem ao cérebro, através de impulsos elétricos, a sensação do som. Não podemos enxergar as ondas sonoras, mas podemos detectar seus efeitos de diversas maneiras. Neste experimento, usamos a chama de uma vela para mostrar, de maneira divertida e curiosa, a propagação da vibração sonora através do ar.
- A montagem experimental é bastante simples e rápida. Siga os passos conforme descrito abaixo.
- Primeiro, corte o fundo da garrafa de plástico com uma faca.
- Cubra a parte cortada da garrafa com o filme de PVC. Estique bem o filme; ele deve ficar bem preso à garrafa (veja a Figura 1).
- Acenda a vela e deixe-a repousando sobre sua mesa.
- Tire a tampa da garrafa e aponte o gargalo na direção da chama da vela.
- Bata de leve no fundo da garrafa para produzir uma perturbação audível (veja a Figura 2). Observe o que acontece com a chama da vela.

- Aumente a frequência da batida e mostre aos alunos como a perturbação produzida na membrana plástica se propaga pelo ar da garrafa até atingir a vela e provocar oscilações em sua chama.
- Por último, aumente um pouco a intensidade da batida, para apagar a vela.

Figuras Ilustrativas:



Figura 1



Figura 2

Aponte o gargalo para a chama da vela e bata de leve no fundo da garrafa.

Aspectos pedagógicos

Ao final da exposição, vale a pena chamar a atenção dos alunos para alguns aspectos desse experimento. Primeiro, por que precisamos do filme plástico no fundo da garrafa para produzir o som? Na verdade, o som poderia ter sido produzido batendo-se no fundo da garrafa inteira (antes de cortá-la). No entanto, as vibrações provocadas pela batida no fundo da garrafa são mais eficientemente transmitidas ao ar dentro da garrafa, na direção do gargalo, quando o fundo é substituído pela membrana elástica de plástico esticado (quando a membrana se movimenta para dentro da garrafa, cria uma região de alta pressão, pois comprime o ar que está nas proximidades; quando a membrana se movimenta para fora, cria uma região de rarefação e essas vibrações se propagam dentro da garrafa, atingindo a chama da vela). Para ver a diferença, dê um tapinha no fundo da garrafa inteira, e depois com a membrana, posicionando o gargalo na direção da sua testa. Na segunda situação, você poderá sentir o ar saindo da garrafa com mais velocidade.

Também é interessante notar que o fato de a vela apagar tem a ver com a velocidade do ar que sai da garrafa. Nesse ponto, não podemos deixar de mencionar que o sucesso do experimento se deve ao formato da garrafa, que possui um gargalo mais estreito que seu corpo. Lembrando que, para um fluido perfeito, a equação da continuidade diz que área transversal e velocidade estão relacionadas por: $A_1.V_1 = A_2.V_2$, vemos que a velocidade do ar na garrafa é aumentada quando sua área diminui (veja a Figura 3). Esse ganho de velocidade no gargalo é o que faz apagar a vela. Se você refizer o experimento com um tubo perfeitamente cilíndrico (como um rolo de papel toalha), não conseguirá gerar velocidade suficiente no ar para apagar a vela. Experimente!

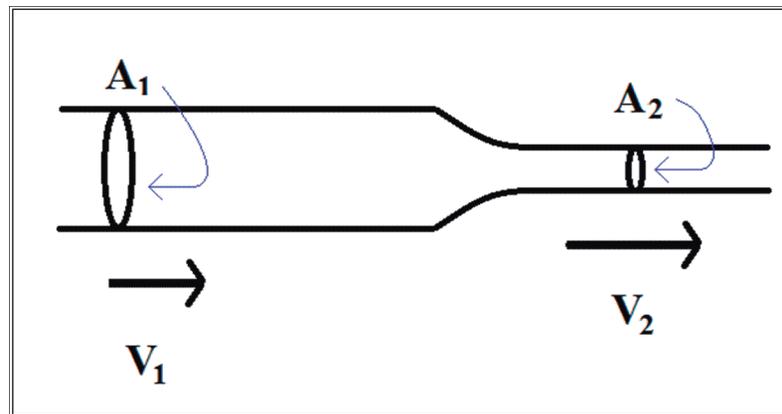


Figura 3

Seção 4 – O som: um exemplo de ondas longitudinais.

Seção 5 – Reflexão e velocidade do som.

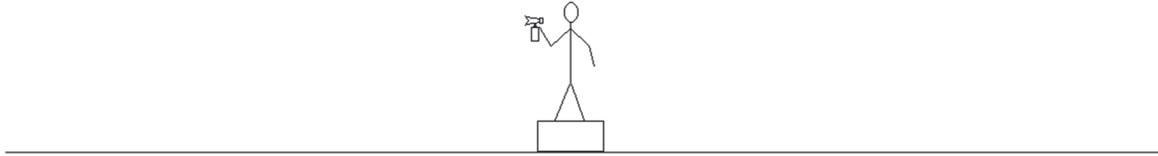
Páginas no material do aluno

244 a 246

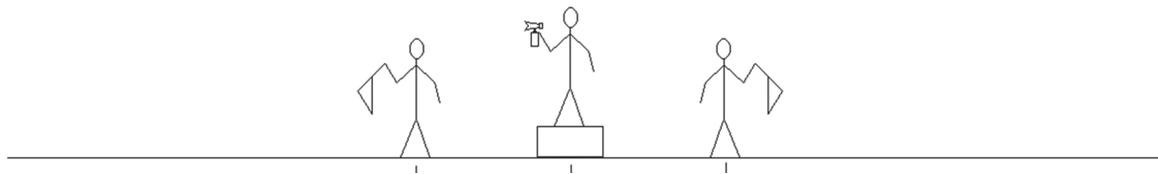
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ver a velocidade do som	10 a 20 fitas ou bandeiras com cores vivas, buzina, apito, caixa de som, etc.	Neste experimento, necessitaremos da cooperação de quase todos os integrantes da turma. Além de usar um espaço físico não convencional para uma aula de Física, obteremos visualmente e qualitativamente um padrão para a propagação do som no ar. Para tal, faça uso da rua plana mais próxima da escola ou até mesmo a quadra esportiva da mesma. Execute algum ruído (uma buzina, corneta, etc.) que se propague a longas distâncias e disponha os alunos em uma linha reta com bandeiras ou fitas coloridas, para que os mesmos manifestem-se no exato momento em que sentirem o som em seus ouvidos.	O professor interage com toda a turma	45 minutos.

Aspectos operacionais

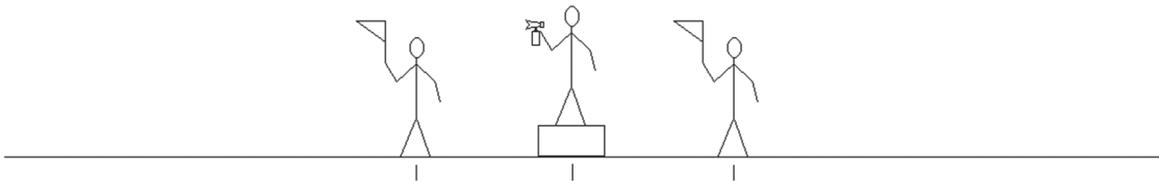
- Solicite que o aluno que executará o disparo da fonte sonora fique em repouso numa posição central da rua, pátio, quadra, etc.



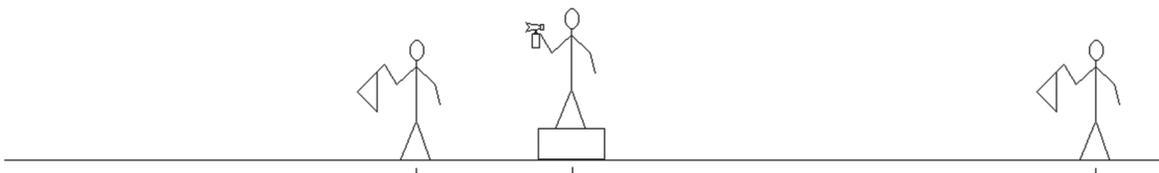
- Posicione dois alunos, um a cada lado, a 5m da fonte sonora e dispostos de costas para a mesma; solicite que eles, ao ouvirem o som emitido pela fonte, ergam seus respectivos sinalizadores (fita ou bandeira).



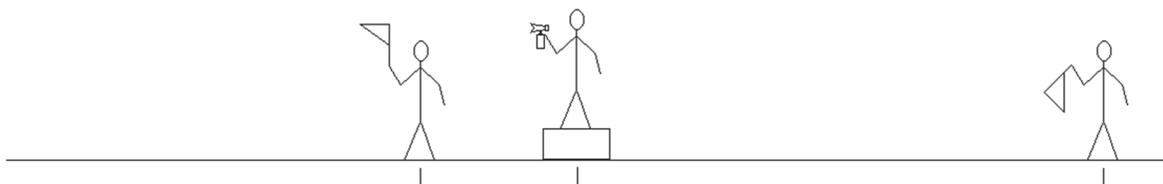
- Evidencie que os sinalizadores foram erguidos simultaneamente.



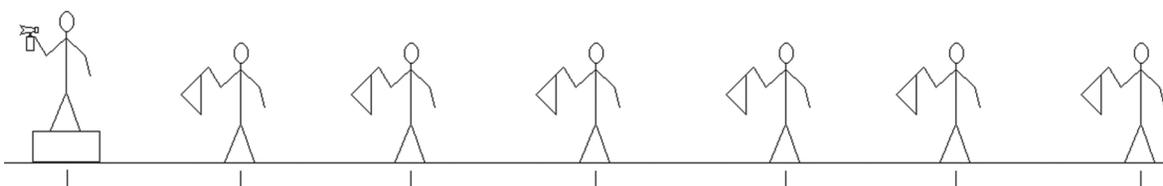
- Solicite que somente um desses alunos caminhe 10 ou mais passos, e requeira que a fonte emita outro sinal.



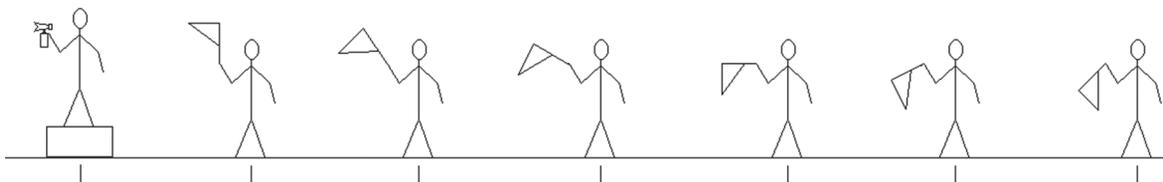
- Evidencie que os alunos erguem os sinalizadores em tempos diferentes: o aluno que se encontra mais distante da fonte percebe o som em instantes posteriores ao primeiro.



- Agora, forme uma fila de 6 a 10 pessoas com seus respectivos sinalizadores e com uns 10 passos (por volta de uns 10 m) distantes uma das outra, inclusive da fonte.



- Observe que o padrão obtido evidencia que o som é uma perturbação no meio. Essa perturbação viaja com uma determinada velocidade. Isso é percebido claramente quando os sinalizadores são erguidos em sequência, e não todos ao mesmo instante. O último aluno a levantar o sinalizador está mais distante da fonte sonora; por isso, ergue por último seu sinalizador, indicando que o som demorou mais tempo para percorrer a distância entre a fonte e ele.



Aspectos pedagógicos

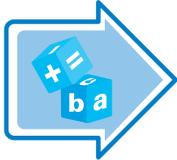
- Procure bandeiras ou fitas com cores vivas, para que seja mais nítida a percepção.
- Não execute este experimento em rodovias ou em estradas de grande fluxo automotivo.
- Existem buzinas a ar comprimido cuja intensidade sonora é absurda; isto pode acarretar problemas auditivos a longa exposição.
- Quanto mais plano e sem barreiras for o ambiente, melhor o experimento se desenvolve.

Seção 6 – Propriedades do som.

Seção 7 – Efeito Doppler.

Páginas no material do aluno

247 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Música na garrafa	Uma garrafa pequena, de vidro comum e sem rótulo, e água suficiente para enchê-la. Alternativamente, podem ser usadas três (ou mais) garrafas iguais com quantidades diferentes de água.	Utilizando uma garrafa com quantidade de água variável, ilustraremos como os sons graves e agudos são produzidos por instrumentos de sopro, como flauta, saxofone e trompete. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod4-Unid18-Sec6.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos.

Aspectos operacionais

- Para estimular a participação dos alunos, você pode iniciar esse experimento com uma breve conversa sobre instrumentos musicais de sopro. Como será que funcionam? Como os sons graves e agudos são produzidos nesse tipo de instrumento? Como algo tão natural e simples como o sopro pode produzir as notas musicais?
- Os instrumentos musicais de sopro funcionam com base numa coluna de ar variável. A frequência da onda emitida pelo instrumento, ou seja, a nota musical, depende do tamanho (L) dessa coluna de ar. Os sons graves (de baixa frequência) são obtidos com um L grande, e os sons agudos (alta frequência), com L pequeno.
- Para ilustrar essa dependência, proponha o experimento conforme descrito abaixo.
- Esse experimento pode ser realizado com apenas uma garrafa ou com várias garrafas iguais.
- Se você só dispõe de uma garrafa, comece colocando apenas um dedo de água na garrafa.
- Segure a garrafa próxima a seus lábios, numa posição reta, e sopre um jato de ar quase paralelo ao plano definido pela boca da garrafa (veja a Figura 1). Neste primeiro caso, você vai obter um som grave.
- Agora, adicione água aos poucos (dois dedos de água de cada vez) e mostre aos alunos como o som produzido na garrafa muda do grave para o agudo.
- Se for possível, utilize três (ou mais) garrafas iguais com diferentes quantidades de água (veja a Figura 2). Você vai produzir os sons mais rapidamente, e a diferença entre eles ficará mais óbvia. Com um pouquinho de prática, dá até para tocar música.

Figuras Ilustrativas:



Figura 1



Figura 2

Aspectos pedagógicos

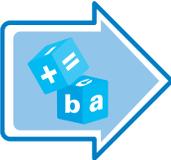
Ao final da exposição, vale a pena chamar a atenção dos alunos para alguns aspectos físicos desse experimento, dando ênfase ao funcionamento dos instrumentos de sopro. Você pode começar definindo som da seguinte maneira: em geral, o som que ouvimos é resultado da vibração de um corpo que é transmitida pelo ar, na forma de uma onda. Nos instrumentos de sopro, o ar contido no instrumento vibra quando são excitados pelo sopro. A garrafa neste experimento representa um instrumento de sopro com uma extremidade fechada. Nesse caso, as vibrações produzidas pelo sopro batem na água e voltam. As ondas que representam as vibrações de ida e de volta interferem, e o resultado desta interferência é uma onda estacionária dentro da garrafa. Pode-se mostrar que a frequência dessa onda depende do comprimento L da coluna de ar: $f = (2n-1) \cdot v / (4L)$, onde n é um número inteiro (correspondente aos harmônicos), e v , a velocidade do som no ar (≈ 343 m/s nas CNTP). O som que sai da garrafa e chega aos nossos ouvidos possui a mesma frequência da onda estacionária. Agora, observe que, ao variar a quantidade de água na garrafa, estamos também variando L , o que produz sons com alturas (frequências) diferentes. Um comprimento L qualquer produzirá um som grave ou agudo com uma frequência qualquer correspondente. Se você usar três garrafas com uma quantidade aleatória de água (ou seja, um L aleatório) terá o que chamamos de instrumento desafinado (veja um exemplo no vídeo em anexo). Para produzir as sete notas musicais convencionais, você pode calcular a altura L que a coluna de ar na garrafa deve ter para gerar, por exemplo, frequências na escala maior: dó (264 Hz), ré (297 Hz), mi (330 Hz), fá (352 Hz), sol (396 Hz), lá (440 Hz), si (495 Hz).

Seção 6 – Propriedades do som.

Seção 7 – Efeito Doppler.

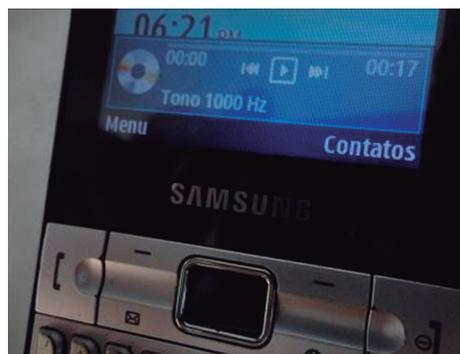
Páginas no material do aluno

247 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Efeito Doppler	Celular, fio de 1m, sinal de 1000,00 Hz (arquivo 1000 Hz.mp3, disponível no material anexo do professor).	Esta prática pretende, de forma qualitativa, demonstrar o que ocorre com sinais sonoros quando a fonte que os emite altera sua posição em função do observador. Como sabemos, fontes estáticas produzem sons a frequências constantes, e fontes em movimento (aproximando ou afastado do observador) sofrem mudanças em suas frequências (levando em conta o observador). Este experimento tenta demonstrar os fatores supracitados.	Grupos de 3 ou 4 alunos	45 minutos.

Aspectos operacionais

- Obtenha um sinal branco de 1000,00Hz (disponível no material anexo do professor) e o armazene em um celular.



- Fixe o celular ao fio e acione o sinal de 1000,00Hz.



- Ponha o sistema para pendular e obtenha tons agudos, quando o pêndulo se aproximar do observador, e tons mais graves, quando o pêndulo se afasta do observador.

Aspectos pedagógicos

- Procure aparelhos celulares que emitam sons em intensidades elevadas; evite obstruir o alto-falante do celular.
- Associe este experimento com o dia a dia do alunado, quando um carro de propaganda, ambulância ou alguma sirene policial ecoa em sua redondeza.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como comprimento, frequência e intensidade de uma onda. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 8. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir..

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que eles tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Entrando nessa Onda

1. (G1) Diferencie som forte de som alto.
2. (G1) Diferencie "ondas eletromagnéticas" de "ondas mecânicas".
3. (G1) Diferencie som baixo de som fraco. Explique.
4. (G1) Defina "tom" e "frequência" de uma onda sonora.
5. (G1) Defina "período de onda".
6. (G1) Defina "onda mecânica". Exemplifique.
7. (UFRS 97) Considere as afirmações a seguir:
 - I. O som se propaga no ar com uma velocidade de aproximadamente 340m/s.
 - II. As velocidades de propagação do som no ar e no vácuo são aproximadamente iguais.
 - III. O eco é devido à reflexão do som.Quais delas são corretas?
 - a. Apenas I
 - b. Apenas I e II
 - c. Apenas I e III
 - d. Apenas II e III
 - e. I, II e III

8. (UFRS 97) Considere as afirmações a seguir:

- I. As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.
- II. As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.
- III. As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

- a. Apenas I
 - b. Apenas I e II
 - c. Apenas I e III
 - d. Apenas II e III
 - e. I, II e III
9. (UFRS 98) Quando você anda em um velho ônibus urbano, é fácil perceber que, dependendo da frequência de giro do motor, diferentes componentes do ônibus entram em vibração. O fenômeno físico que está se produzindo neste caso é conhecido como:
- a. eco.
 - b. dispersão.
 - c. refração.
 - d. ressonância.
 - e. polarização.
10. (UFRS 98) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir.
- O alarme de um automóvel está emitindo som de uma determinada frequência. Para um observador que se aproxima rapidamente deste automóvel, esse som parece ser de frequência. Ao afastar-se, o mesmo observador perceberá um som de frequência.
- a. maior - igual
 - b. maior - menor
 - c. igual - igual
 - d. menor - maior
 - e. igual - menor
11. (UFV 96) Uma pessoa é capaz de ouvir a voz de outra, situada atrás de um muro de concreto, mas não pode vê-la. Isto se deve à:
- a. difração, pois o comprimento de onda da luz é comparável às dimensões do obstáculo, mas o do som não é.
 - b. velocidade da luz ser muito maior que a do som, não havendo tempo para que ela contorne o obstáculo, enquanto o som consegue fazê-lo.
 - c. interferência entre as ondas provenientes do emissor e sua reflexão no muro: construtiva para as ondas sonoras e destrutiva para as luminosas.
 - d. dispersão da luz, por se tratar de uma onda eletromagnética, e não-dispersão do som, por ser uma onda mecânica.
 - e. difração, pois o comprimento de onda do som é comparável às dimensões do obstáculo, mas o da luz não é.

12. (UNESP 92) Isaac Newton demonstrou, mesmo sem considerar o modelo ondulatório, que a luz do Sol, que vemos branca, é o resultado da composição adequada das diferentes cores. Considerando hoje o caráter ondulatório da luz, podemos assegurar que ondas de luz correspondentes às diferentes cores terão sempre, no vácuo,
- o mesmo comprimento de onda.
 - a mesma frequência.
 - o mesmo período.
 - a mesma amplitude.
 - a mesma velocidade.
13. (UNESP 93) O caráter ondulatório do som pode ser utilizado para eliminação, total ou parcial, de ruídos indesejáveis. Para isso, microfones captam o ruído do ambiente e o enviam a um computador, programado para analisá-lo e para emitir um sinal ondulatório que anule o ruído original indesejável. O fenômeno ondulatório no qual se fundamenta essa nova tecnologia é a:
- interferência.
 - difração.
 - polarização.
 - reflexão.
 - refração.

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1:

Som forte - grande amplitude

Som alto - grande frequência

Resposta da questão 2:

A primeira se propaga no vácuo; o mesmo não ocorrendo com a segunda.

Resposta da questão 3:

Som baixo - baixa frequência

Som fraco - baixa amplitude

Resposta da questão 4:

Tom - frequência de uma nota musical.

Frequência - número de vibrações por segundo.

Resposta da questão 5:

Tempo para uma vibração completa.

Resposta da questão 6:

Onda que não viaja no vácuo, como o som.

Resposta da questão 7: [C]

Resposta da questão 8: [E]

Resposta da questão 9: [D]

Resposta da questão 10: [B]

Resposta da questão 11: [E]

Resposta da questão 12: [E]

Resposta da questão 13: [A]

