

Volume 2 • Módulo 4 • Física • Unidade 9

# Experimentando o fenômeno da difração

Andrea 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 grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 9 – Difração de ondas –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos de Difração. Alguns curiosos experimentos de fenômenos de ondas são apresentados de maneira didática de tal forma que o tema é revisitado pelos professores sob um novo olhar.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

## 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	9	4

Titulo da unidade	Tema
Experimentando o fenômeno da difração	Ondas
Objetivos da unidade	
Compreender o fenômeno da difração e o limite da sua ocorrência;	
Descrever o fenômeno de difração da luz;	
Identificar a difração do som.	
Seções	Páginas no material do aluno
1. Difração	265 a 269
2. Difração do som	269 a 273

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.

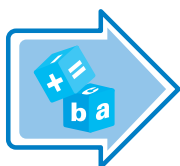
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

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

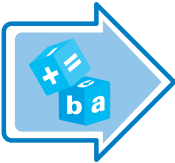
Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.



### Exercícios

Proposições de exercícios complementares

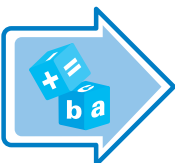
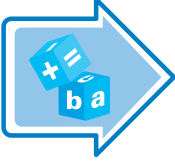
## Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O CD e suas cores maravilhosas.	Um CD, uma fonte de luz como uma lanterna, uma vela, um pequeno abajur ou mesmo a lâmpada da sala de aula.	Neste experimento, utilizaremos um CD para ilustrar o fenômeno da difração da luz. A face refletora de um CD funciona como uma rede de difração. Quando a luz branca incide sobre esta face, ela se separa em suas diferentes componentes, gerando um lindo espetáculo de cores.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

## Seção 1 – Difração

Páginas no material do aluno

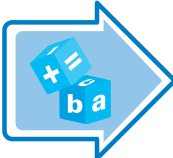
**265 a 269**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Difração da luz por uma fenda simples	Um apontador laser e dois lápis (de preferência, um lápis com borracha na extremidade e outro não).	Neste experimento, utilizamos materiais de fácil aquisição para mostrar aos alunos a figura impressionante e contraintuitiva resultante da difração da luz por uma fenda simples.	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Usando a luz para medir a espessura de um fio de cabelo.	Um apontador laser, um fio de cabelo, uma fita métrica e fita adesiva.	Nesta atividade, apresentamos uma aplicação prática da difração da luz. Obteremos a medida da espessura de um fio de cabelo, utilizando-o como obstáculo para a luz.	O professor interage com toda a turma	20 minutos


## Seção 2 – Difração do som

Páginas no material do aluno

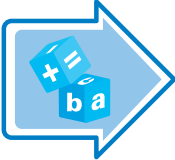
269 a 273

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O som contornando obstáculos.	Uma fonte emissora de sinal. Um anteparo (livro, prancheta. etc.)	Esta prática é uma atividade qualitativa, acerca da propagação sonora, onde observamos a difração de ondas sonoras. As oscilações audíveis aos ouvidos humanos encontram-se na faixa de 20Hz e 20Khz de frequência e uma das propriedades do som é o poder de contornar obstáculos. É essa propriedade que evidenciaremos por esta prática. Propusemos por este experimento a emissão de um sinal sonoro, que quando bloqueado por uma barreira, continuamos a ouvi-lo.	Divida a turma em duplas.	15 minutos

## Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Difração de Ondas	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
	O CD e suas cores maravilhosas.	Um CD, uma fonte de luz como uma lanterna, uma vela, um pequeno abajur ou mesmo a lâmpada da sala de aula.	Neste experimento, utilizaremos um CD para ilustrar o fenômeno da difração da luz. A face refletora de um CD funciona como uma rede de difração. Quando a luz branca incide sobre esta face, ela se separa em suas diferentes componentes, gerando um lindo espetáculo de cores.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

## Aspectos operacionais

- É difícil encontrar uma pessoa que não fique fascinada ao ver o conjunto de cores vividas e diferenciadas que surgem na face refletora de um CD iluminado com uma luz branca. Pergunte a seus alunos se eles já notaram tal efeito. Com certeza todos já passaram por esta experiência. Mas será que eles sabem como esse fenômeno ocorre? Diga a eles que a dispersão da luz que ocorre no CD (ou DVD) é culpa da difração, fenômeno que é o tema desta Unidade.
- Para ilustrar a difração da luz por um CD, basta iluminar sua face de leitura (face refletora) com uma luz branca e observar o efeito da dispersão da luz refletida (veja figura 1).
- Experimente iluminar o CD com diferentes ângulos de inclinação de luz incidente e apague a luz da sala de aula para tornar o fenômeno mais visível.
- Se for difícil fazer com que todos os alunos enxerguem o fenômeno ao mesmo tempo, você pode projetar a imagem do CD sobre uma parede ou sobre o teto. Vale a pena também emprestar o material para os alunos repetirem o experimento e produzirem seus próprios espectros.

Figura ilustrativa:



Figura 1  
Fonte: A. Saguia

## Aspectos pedagógicos

Passada a parte lúdica, os alunos ficarão curiosos para entender como se dá a dispersão da luz no CD. Nesse momento, tente fornecer uma explicação simplificada, porém precisa, do fenômeno. Por exemplo, você pode começar descrevendo alguns detalhes técnicos do CD. A face que pode ser gravada do CD é formada por uma trilha espiralada, contínua, que se estende desde o centro do disco até sua borda. Essa trilha é formada por micro ranhuras, ou seja, cavidades de  $\approx 0,5 \times 10^{-6}$  m de largura e  $\approx 0,1 \times 10^{-6}$  m de profundidade. Essas ranhuras se encontram uniformemente distribuídas na direção radial do CD, a distância entre duas cavidades adjacentes é  $d \approx 1,60 \times 10^{-6}$  m. Os dados são codificados no CD mediante a variação do comprimento das cavidades que variam entre  $(0,83 \text{ e } 3,53) \times 10^{-6}$  m (veja detalhes do CD na figura 2). Essas cavidades são invisíveis aos olhos, mas como possuem dimensões da mesma ordem de grandeza do comprimento de luz visível, elas produzem o efeito da difração. As cores vivas que vemos na face do CD ocorrem porque a luz sofre um desvio ao ser refletida pelas ranhuras, e esse desvio depende do comprimento de onda da luz incidente. A luz branca incidente é formada por um espectro de cores de diferentes comprimentos de onda e os diferentes comprimentos são desviados com diferentes ângulos. Veja o espectro principal formado na figura 1 (repare na faixa violeta interna e na faixa vermelha mais externa, já na borda do CD). O vermelho, que possui um comprimento de onda de  $\lambda \approx 0,7 \times 10^{-6}$  m, sofre um desvio maior que o violeta  $\lambda \approx 0,4 \times 10^{-6}$  m.

Como curiosidade você pode também comentar porque podemos armazenar mais dados num DVD do que no CD e no antigo LP. A resposta está na distância radial entre as ranhuras que cada um desses componentes apresenta. Num DVD,  $d \approx 0,5 \times 10^{-6}$  m, num CD,  $d \approx 1,60 \times 10^{-6}$  m e num LP,  $d \approx 1,1 \times 10^{-4}$  m, logo, o DVD possui uma quantidade muito maior de ranhuras que o CD e o LP, podendo, portanto, armazenar muito mais informação.

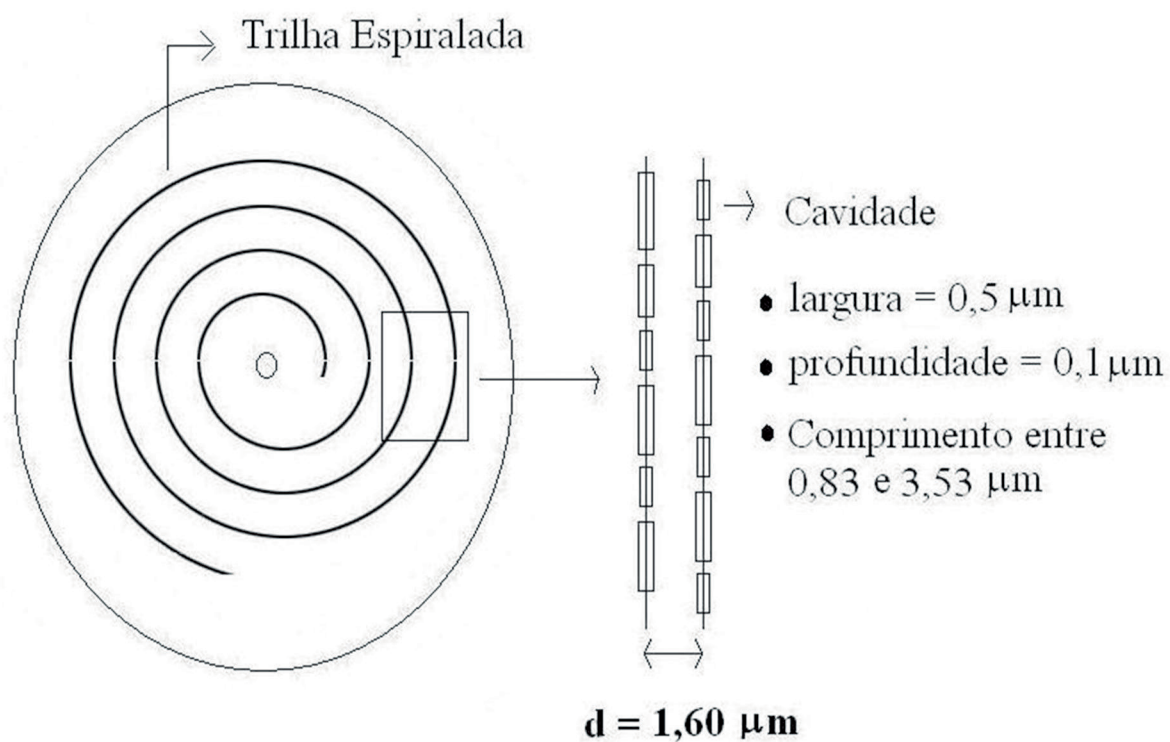


Figura 2  
Fonte: A. Saguia

## Seção 1 – Difração

Páginas no material do aluno

**265 a 269**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Difração da luz por uma fenda simples.	Um apontador laser e dois lápis (de preferência, um lápis com borracha na extremidade e outro não)..	Neste experimento, utilizamos materiais de fácil aquisição para mostrar aos alunos a figura impressionante e contraintuitiva resultante da difração da luz por uma fenda simples.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

## Aspectos operacionais

- Não é muito fácil convencer os alunos do fenômeno da difração da luz. No nosso dia a dia, estamos acostumados a perceber a luz se propagando em linha reta, formando áreas iluminadas e sombras bem definidas. Talvez, por isso, seja difícil aceitar o fato que a luz sofre desvio ao encontrar um obstáculo com dimensões próximas às suas. Mais contraintuitivo ainda, talvez, seja o fato de a luz, ao contornar um obstáculo, invadir a área de sombra e fazer surgir franjas claras e escuras na área iluminada. Para mostrar aos alunos esse inusitado comportamento das ondas eletromagnéticas, você pode propor o experimento conforme descrito a seguir.
- Inicie o experimento com uma questão motivadora. Pergunte aos alunos que figura eles esperariam que se formasse num anteparo ao fazer um feixe de luz passar por uma fenda. Com as aulas de óptica geométrica na cabeça, provavelmente eles vão responder que a figura deve mostrar uma simples faixa clara (correspondente à abertura da fenda) e uma região de sombra.
- Agora, para provocá-los, diga que essa resposta, na verdade, depende das dimensões da fenda e das características da luz incidente. Para provar que estamos certos, faça o seguinte:
- Coloque os dois lápis lado a lado. Segure-os próximos um do outro de modo a formar uma fenda relativamente larga. Aponte o feixe de laser na direção da fenda e projete a imagem numa parede. Cuide para que o feixe de luz passe livremente pela fenda sem tocar nas bordas dos lápis.
- Mostre aos alunos que nessa situação a figura formada é apenas a da imagem de um ponto correspondente à fonte luminosa. Mas o que acontece se você diminuir a largura da fenda?
- Para formar uma fenda bem estreita, segure os dois lápis bem unidos com uma das mãos. Una os lápis de maneira que a borracha de um dos lápis fique encostada na parte inferior do outro lápis. Apoie os dois lápis unidos sobre uma mesa com as grafites viradas para cima e observe a fenda formada por eles.
- Aponte o feixe de luz do laser na direção da fenda. Tente manter as mãos apoiadas sobre a mesa para conseguir acertar a fenda com mais precisão (veja figura 1).
- Projete o feixe difratado sobre uma parede a uns dois ou três metros de distância da fenda.
- Procure manter o ambiente o mais escuro possível.
- Os alunos devem ficar perto da parede para observar as franjas claras e escuras formadas na figura de difração (veja o resultado esperado na figura 2).

Figuras ilustrativas:



Figura 1  
Fonte: A. Saguia

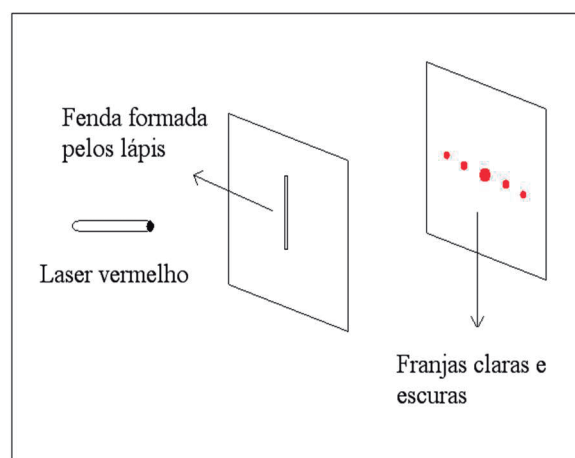


Figura 2  
Fonte: A. Saguia

---

## Aspectos pedagógicos

Com certeza a figura de difração formada na parede pela fenda estreita não era aquela esperada pelos alunos inicialmente. Então o que está acontecendo? Aproveite o momento de curiosidade dos alunos para reforçar alguns pontos relativos ao fenômeno da difração da luz. Primeiro, para que a difração possa ser observada é necessário que a fenda (ou, equivalentemente, o obstáculo) tenha dimensões próximas ao comprimento de onda da luz incidente.

Segundo, a difração revela um comportamento ondulatório da luz. Considerando que a luz é uma onda, podemos entender a formação das franjas. Suponha que uma frente de ondas, como a mostrada na figura 3, passe pela abertura da fenda. Nesse momento, cada ponto espacial da abertura transforma-se numa fonte de uma onda secundária. As ondas secundárias interferem umas com as outras, algumas se somam e outras se subtraem, de modo a produzir as franjas claras e escuras observadas no anteparo. Terceiro, por que não observamos figuras de difração como as expostas aqui, no nosso dia a dia? A resposta está na fonte de luz. Se, por exemplo, usássemos uma luz branca, como as geradas pela lâmpada da sala de aula, ao invés da monocromática do laser, não veríamos a figura de difração, porque cada componente (cor) da luz branca gerada em cada ponto da lâmpada criaria sua própria figura de difração e a soma de todas as figuras resultaria em nenhuma figura de difração.

Vale lembrar que esse experimento pode ser explorado de outra forma. É possível gerar a figura de difração com um único lápis e o apontador laser. Para isso faça o feixe de laser colidir com uma das bordas do lápis (o feixe deve passar de raspão pela borda do lápis). Projete a imagem na parede e observe a formação de franjas claras e escuras. A explicação para o fenômeno da difração é sempre a mesma, quando a luz encontra um obstáculo, partes do feixe são eliminadas. As partes não eliminadas sofrem interferência e como resultado surge a figura de difração no anteparo.

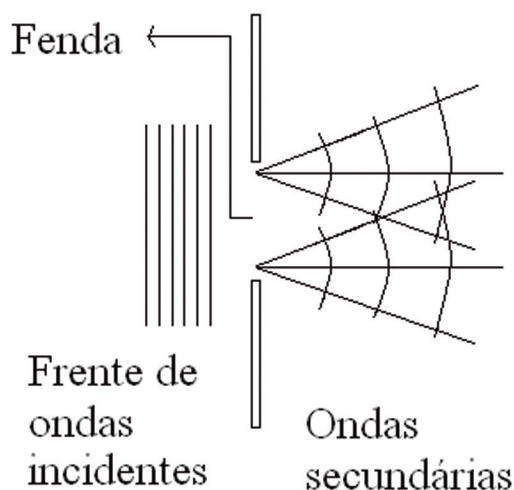
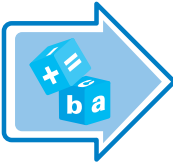


Figura 3  
Fonte: A. Saguia

## Seção 1 – Difração

Páginas no material do aluno

265 a 269

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando a luz para medir a espessura de um fio de cabelo.	Um apontador laser, um fio de cabelo, uma fita métrica e fita adesiva.	Nesta atividade, apresentamos uma aplicação prática da difração da luz. Obteremos a medida da espessura de um fio de cabelo, utilizando-o como obstáculo para a luz.	O professor interage com toda a turma	20 minutos

## Aspectos operacionais

- Inicie o experimento com uma questão motivadora. Pergunte aos alunos se eles têm ideia de quanto mede a espessura de um fio de cabelo. Provavelmente, eles nunca pararam para pensar sobre isso e não conseguirão acertar a resposta com muita facilidade. Agora diga a eles que essa resposta pode ser obtida com um simples experimento de difração da luz.
- Para medir a espessura do fio de cabelo, siga os passos conforme descritos a seguir.
- Primeiro, peça a colaboração de uma aluna para obter um fio de cabelo relativamente comprido.
- Utilizando a fita adesiva, prenda o fio de cabelo na saída do feixe de laser (veja figura 1).
- Ligue o laser e projete a imagem da figura de difração numa parede a uns dois ou três metros de distância (L).
- Peça aos alunos para se aproximarem da parede e observarem o padrão de franjas claras e escuras gerado pelo fio de cabelo.
- Para obter uma imagem estável (sem o tremor característico do movimento das mãos) mantenha o botão de ligamento do laser pressionando contra uma mesa. A mão que segura o apontador laser deve permanecer o mais parada possível.
- Escureça a sala o máximo que você puder e peça para os alunos marcarem numa folha branca a distância ( $\Delta x$ ) entre as primeiras franjas escuras formadas no anteparo, uma franja do lado esquerdo e outra do lado direito do máximo central (veja figura 2).
- Utilizando a fita métrica, obtenha o valor de  $\Delta x$ .
- Pode-se mostrar que a espessura do obstáculo (d),  $\Delta x$  e L estão relacionadas por  $d = 2\lambda L / \Delta x$ , onde  $\lambda$  é o comprimento de onda da luz emitida pelo laser.

- Para obter  $d$  você precisará saber  $\lambda$ . Essa informação pode ser obtida nas instruções que vem junto com o laser no ato da compra ou na Internet ( $\lambda$  depende da cor e do material que emite luz, apontadores com luz de mesma cor podem ter comprimentos de onda ligeiramente diferentes que, na prática não interferirão muito no resultado desse experimento).
- Realizei o experimento na minha casa com o laser vermelho e encontrei as seguintes medidas:  $\lambda = 633 \text{ nm} = 633 \times 10^{-9} \text{ m}$ ,  $L = 6,3 \text{ m}$  e  $\Delta x = 7,5 \text{ cm} = 0.075 \text{ m}$ , o que resultou em  $d = 0,1 \text{ mm}$  para a espessura do meu fio de cabelo.
- Peça aos alunos para repetirem o experimento com fios de cabelo diferentes.

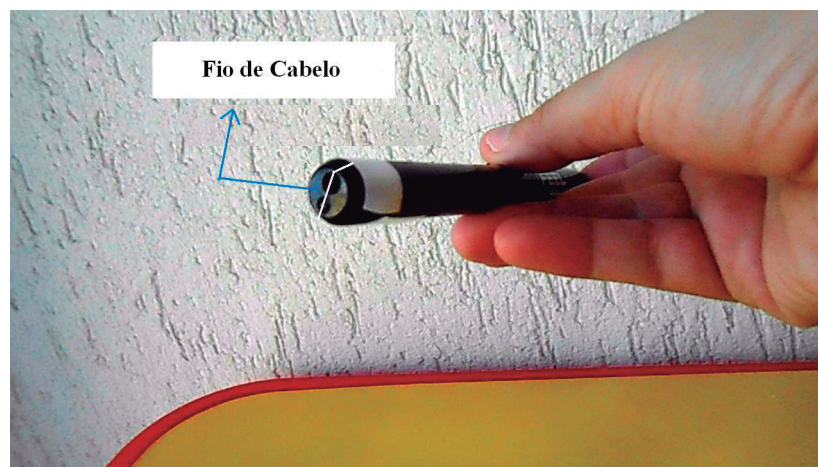


Figura 1  
Fonte: A. Saguia

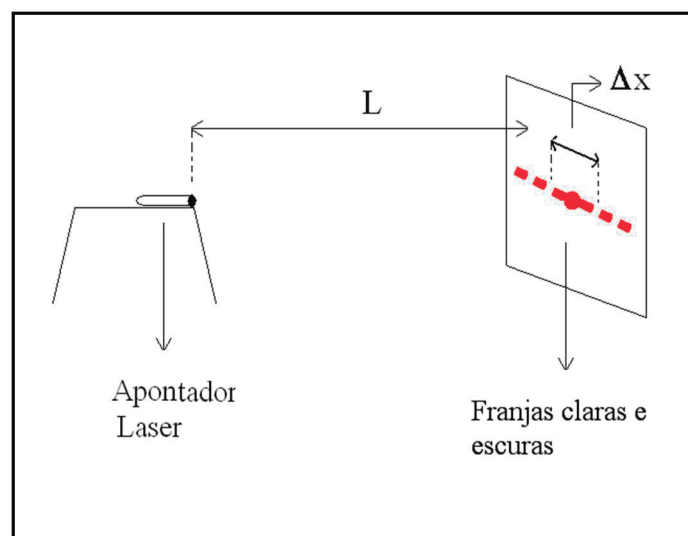


Figura 2  
Fonte: A. Saguia

## Aspectos pedagógicos

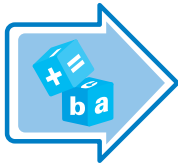
Além de curioso, esse exemplo de difração com o fio de cabelo é de muito fácil execução e proporciona ao aluno uma maneira de compreender como são feitas medidas de grandezas microscópicas (que dificilmente poderiam ser realizadas diretamente com os instrumentos mais usuais do dia a dia deles).

O fenômeno da difração possui uma série de aplicações práticas. Aqui mostramos um exemplo simples, mas ele é altamente empregado no estudo e análise microscópica dos mais diversos tipos de materiais (de uso automobilístico, aeronáutico, naval, na indústria de produtos eletrônicos, fármacos, etc.). Vale a pena ressaltar esse detalhe após a execução do experimento.

### Seção 2 – Difração do som

Páginas no material do aluno

269 a 273

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O som contornando obstáculos	Uma fonte emissora de sinal. Um anteparo (livro, prancheta, etc.)	Esta prática é uma atividade qualitativa, acerca da propagação sonora, onde observamos a difração de ondas sonoras. As oscilações audíveis aos ouvidos humanos encontram-se na faixa de 20Hz e 20Khz de frequência e uma das propriedades do som é o poder de contornar obstáculos. É essa propriedade que evidenciaremos por esta prática. Propusemos por este experimento a emissão de um sinal sonoro, que quando bloqueado por uma barreira, continuamos a ouvi-lo.	Divida a turma em duplas.	15 minutos

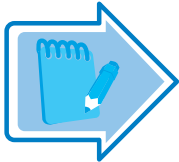
## Aspectos operacionais

1. De algum dispositivo, que se assemelhe a um rádio (celular, por exemplo), emita um sinal sonoro qualquer.
2. Posicione acerca de 5cm, bem à frente do auto-falante do rádio, uma barreira (uma prancheta ou algum livro).
3. Atente que o sinal sonoro continua a ecoar, contornando o obstáculo.

## Aspectos pedagógicos

- Você pode repetir o mesmo experimento usando sua própria voz, e bloqueá-la com as mãos (cerca de 5cm de distância da sua boca).
- Evidencie as frequências audíveis ao ser humano e o poder que as ondas sonoras possuem em contornar obstáculos.
- A extensão de arquivo de mídia, denominada mp3, é uma solução encontrada para transportar arquivos sonoros pela rede internacional de computadores. Quando convertido para extensão mp3, os sinais são “podados”, ou seja, sinais sonoros que não se encontram entre 20Hz e 20KHz são extraídos do arquivo, esta extração não interfere no que ouvimos, nossos ouvidos só percebem sinais na faixa citada anteriormente, este procedimento permite que o arquivo se torne mais “leve” e assim os mesmos podem ser transportados pela Internet mais facilmente.

### Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Difração de Ondas	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 9. 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 nesse 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 estes 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.

1. (UDESC 2014) Assinale a alternativa **incorreta** a respeito dos fenômenos ondulatórios.

- a. O som é uma onda mecânica longitudinal.
- b. Se uma das extremidades de uma corda tensionada passar a vibrar verticalmente, produzirá ondas transversais.
- c. Uma onda eletromagnética propaga-se no ar com velocidade aproximadamente igual à da luz no vácuo.
- d. O eco é um fenômeno causado pela reflexão do som em um obstáculo.
- e. Cada modo de oscilação de uma onda estacionária, que se forma em uma corda esticada, pode ser considerado uma consequência da interferência de duas ondas senoidais idênticas que se propagam no mesmo sentido.

2. (UEL 2014) As ambulâncias, comuns nas grandes cidades, quando transitam com suas sirenes ligadas, causam ao sentido auditivo de pedestres parados a percepção de um fenômeno sonoro denominado efeito *Doppler*.

Sobre a aproximação da sirene em relação a um pedestre parado, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o efeito sonoro percebido por ele causado pelo efeito *Doppler*.

- a. Aumento no comprimento da onda sonora.
- b. Aumento na amplitude da onda sonora.
- c. Aumento na frequência da onda sonora.
- d. Aumento na intensidade da onda sonora.
- e. Aumento na velocidade da onda sonora.

3. (IBMECRJ 2013) O som é um exemplo de uma onda longitudinal. Uma onda produzida numa corda esticada é um exemplo de uma onda transversal. O que difere ondas mecânicas longitudinais de ondas mecânicas transversais é:

- a. a direção de vibração do meio de propagação.
- b. a frequência.

- c. a direção de propagação.
  - d. a velocidade de propagação.
  - e. o comprimento de onda.
4. (UTFPR 2013) Para completarmos uma ligação telefônica utilizando um aparelho celular, é necessário que ele se comunique com uma estação provida de uma antena, ligada à central de telefonia. Dentre as alternativas, assinale qual o tipo de onda indispensável, entre o telefone e a estação, para que uma ligação telefônica via celular seja realizada.
- a. Mecânica.
  - b. Eletromagnética.
  - c. Longitudinal.
  - d. Sonora.
  - e. Ultrassom.
5. (UERN 2013) Leia o trecho a seguir.



Centenas de pessoas ficam feridas com vidro quebrado pelo impacto do meteoróide contra a atmosfera.



A queda de um meteorito sobre os Montes Urais na manhã de ontem deixou cerca de 1,1 mil pessoas feridas, provocou pelo menos uma forte explosão e causou pânico na população local. A maioria dos feridos foi atingida por estilhaços de vidro que se quebrou em razão da onda expansiva provocada pela queda do corpo celeste.

“Às 9h20 (1h20 em Brasília), um objeto em alta velocidade foi observado nos céus de Chelyabinsk, deixando um grande rastro atrás de si. No prazo de dois minutos, houve dois estrondos”, disse Yuri Burenko, funcionário do setor de emergência, por meio de nota. “A onda de choque quebrou vidros em Chelyabinsk, em uma série de cidades da região”, disse ele.

(Disponível em: <http://www.gazetamaringa.com.br/online/conteudo.phtml?tl=1&id=1345481&tit=Meteorito-despenca-sobre-a-Russia-epopulacao-vive-momentos-de-panico>)



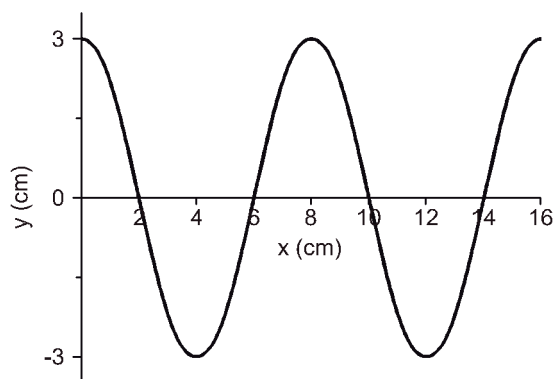
O fenômeno associado aos vidros partidos pelo som intenso e por serem esses vidros sensíveis à frequência da onda sonora recebe o nome de

- a. difração.
- b. ressonância.
- c. reverberação.
- d. efeito *Doppler*.

**TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:**

Uma onda transversal propaga-se com velocidade de 12 m/s numa corda tensionada.

O gráfico abaixo representa a configuração desta onda na corda, num dado instante de tempo.



6. (UFRGS 2013) A frequência da onda, em Hz, é igual a:
- a.  $2/3$ .
  - b.  $3/2$ .
  - c.  $200/3$ .
  - d. 96.
  - e. 150.
7. (UFRGS 2013) O comprimento de onda e a amplitude desta onda transversal são, respectivamente,
- a. 4 cm e 3 cm.
  - b. 4 cm e 6 cm.

c. 6 cm e 3 cm.

d. 8 cm e 3 cm.

e. 8 cm e 6 cm.

8. (IFSC 2012) O que define a frequência de uma onda, seja mecânica ou eletromagnética, é a fonte. Mas existe uma situação em que a frequência percebida por um observador é diferente da frequência emitida pela fonte. Esta diferença entre a frequência percebida e a emitida é explicada pelo Efeito *Doppler*. Este fenômeno é consequência do movimento relativo entre fonte e observador.

Vamos analisar a seguinte situação: Uma viatura da polícia se move com velocidade constante, com a sirene ligada, emitindo uma frequência de 900Hz. Um observador parado na calçada observa o movimento da viatura e ouve o som da sirene com uma frequência de 1000Hz. Sabendo que a velocidade do ar é de 340 m/s, é CORRETO afirmar que a viatura se:

a. aproxima do observador com uma velocidade de 68 m/s.

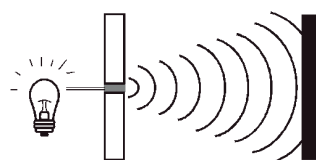
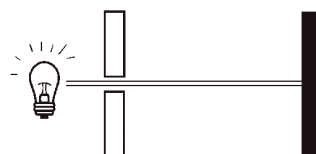
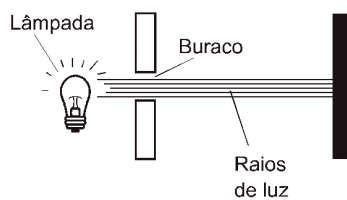
b. afasta do observador com uma velocidade de 34 m/s.

c. aproxima do observador com uma velocidade de 37,77 m/s.

d. afasta do observador com uma velocidade de 37,77 m/s.

e. aproxima do observador com uma velocidade de 34 m/s.

9. (Enem 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.

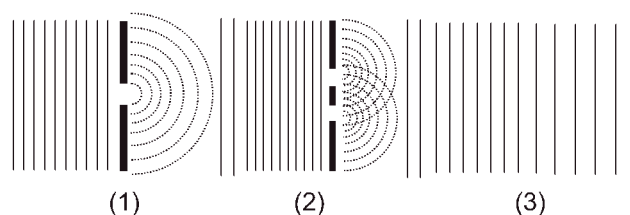


FIOLHAIS, C. Física divertida. Brasília: UnB, 2000 (adaptado).

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- a. Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- b. Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- c. Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- d. Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- e. Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

10. (UFRGS 2011) Em cada uma das imagens abaixo, um trem de ondas planas move-se a partir da esquerda.



Os fenômenos ondulatórios apresentados nas figuras 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- a. refração – interferência - difração.
- b. difração – interferência - refração.
- c. interferência - difração -refração.
- d. difração - refração - interferência.
- e. interferência - refração - difração.

11. (UFLA 2010) Apresentam-se a seguir, quatro proposições relativas à Óptica Física.

I – Ao passar do ar para a água, a luz sofre alteração na velocidade de propagação e no comprimento de onda.

II – Um observador enxerga diferentes cores diante de uma pintura a óleo, iluminada por uma luz policromática, basicamente porque os fenômenos ondulatórios envolvidos são a refração e a difração.

III – O fenômeno da interferência pode ser observado em ondas eletromagnéticas, mas não em ondas mecânicas sonoras.

IV – A polarização da luz permite concluir que ela se constitui de uma onda longitudinal e uma das aplicações da luz polarizada está nos faróis de automóveis.

É CORRETO afirmar que:

- a. somente a proposição I é correta.
- b. somente as proposições I, II e IV são corretas.
- c. somente as proposições II e IV são corretas.
- d. somente as proposições I e III são corretas.

### **Gabarito:**

#### **Resposta da questão 1: [E]**

Cada modo de oscilação de uma onda estacionária, que se forma em uma corda esticada, pode ser considerado uma consequência da interferência de duas ondas senoidais idênticas que se propagam em sentidos opostos.

#### **Resposta da questão 2: [C]**

Quando há aproximação relativa entre o ouvinte e a ambulância, o som se torna mais agudo, portanto, ocorre aumento na frequência da onda sonora percebida pelo pedestre.

#### **Resposta da questão 3: [A]**

Nas ondas transversais a vibração ocorre perpendicularmente à direção.

Nas ondas longitudinais a vibração ocorre na direção de propagação.

#### **Resposta da questão 4: [B]**

Na telefonia são empregadas micro-ondas, que são ondas eletromagnéticas.

#### **Resposta da questão 5: [B]**

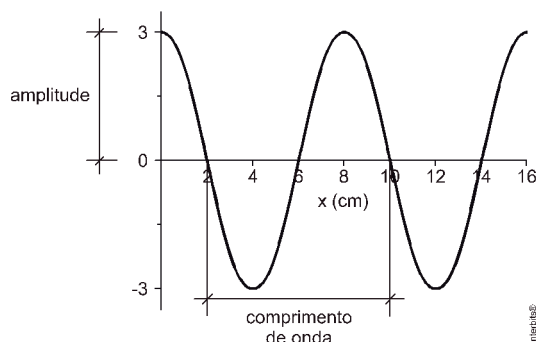
Quando uma onda de frequência  $f$  atinge um sistema de frequência vibração natural também igual a  $f$ , esse sistema absorve energia da onda, aumentando a amplitude de vibração das partículas, podendo chegar ao colapso. Esse fenômeno é chamado ressonância.

#### **Resposta da questão 6: [E]**

A equação de onda diz que

$$v = \lambda \cdot f \rightarrow 12 = 0,08 \cdot f \rightarrow f = 150\text{Hz}$$

**Resposta da questão 7:** [D]



A figura mostra o comprimento de onda de 8 cm e a amplitude de 3cm.

**Resposta da questão 8:** [E]

**Resposta da questão 9:** [A]

O fenômeno ilustrado na figura é a difração. Esse fenômeno ocorre quando uma onda contorna um obstáculo, como o som contornando um muro, permitindo que um menino ouça a conversa de seus colegas escondidos atrás do muro.

**Resposta da questão 10:** [B]

No primeiro caso, a onda está contornando o obstáculo → difração.

No segundo caso, após haver difração nas fendas, as ondas estão interferindo → interferência.

No terceiro caso, houve uma mudança de comprimento de onda devido à mudança de velocidade e de meio, o que caracteriza uma refração → refração.

**Resposta da questão 11:** [A]

(I) **Correta.** A lei de Snell afirma que, para esse caso:  $\frac{v_{\text{água}}}{v_{\text{ar}}} = \frac{\lambda_{\text{água}}}{\lambda_{\text{ar}}} = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{água}}}$ .

Como  $n_{\text{ar}} < n_{\text{água}} \Rightarrow v_{\text{água}} < v_{\text{ar}}$  e  $\lambda_{\text{água}} < \lambda_{\text{ar}}$ .

(II) **Incorreta.** Ele enxerga porque basicamente ocorre **reflexão difusa da luz** ao incidir no quadro e **refração** nos olhos dele.

(III) **Incorreta.** Interferência pode ocorrer tanto em ondas mecânicas, como em ondas eletromagnéticas.

(IV) **Incorreta.** A polarização da luz somente ocorre em ondas transversais. Como a luz pode ser polarizada, ela é uma onda transversal.