

PRODUTO EDUCACIONAL

UNIDADES DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS
PARA O ENSINO DE REFRAÇÃO
DA LUZ E LENTES ESFÉRICAS

RONALD DOS SANTOS MERLIM
2019



APRESENTAÇÃO

Caro professor,

O seguinte material didático aborda conteúdos pertinentes à óptica geométrica, focado nos conceitos de refração da luz e lentes esféricas, voltados para o Ensino Médio e foi desenvolvido na perspectiva de Moreira (2011) sob a forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Essa sequência didática é baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que afirma que o conhecimento prévio é o principal fator influenciador na aprendizagem do aluno. Além disso, as UEPS são estruturadas nos dois princípios básicos da TAS:

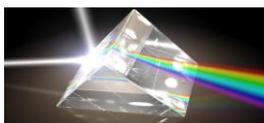
Diferenciação progressiva: princípio que afirma que as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e progressivamente detalhado e diferenciado.

Reconciliação integrativa: é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o mesmo deve explorar relações entre conceitos, apontar similaridades e diferenças e reconciliando discrepâncias.

A Sequência Didática apresentada nesse produto educacional é parte integrante da dissertação elaborada no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), polo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF).

Caso o professor tenha interesse em aprofundar mais sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas ou a Teoria da Aprendizagem Significativa poderá estudar a dissertação que aborda toda a fundamentação teórica que alicerça a elaboração dessa sequência didática.

Qualquer informação ou orientação pode ser enviada através do e-mail:
ronald1merlim@yahoo.com.br
Ronald dos Santos Merlim



SUMÁRIO

Introdução	4
Primeira Atividade Investigativa	6
Segunda Atividade Investigativa	12
Terceira Atividade Investigativa	26
Quarta Atividade Investigativa	32
Quinta Atividade Investigativa	45
Sexta Atividade Investigativa	53
Sétima Atividade Investigativa	61
Oitava Atividade Investigativa	64
Nona Atividade Investigativa	70
Décima Atividade Investigativa	77
APÊNDICES	82



INTRODUÇÃO

A sequência didática é constituída de dez atividades investigativas resumidas a seguir:

- 1- Questionário de coleta das concepções prévias:** A primeira atividade investigativa consiste de um questionário com oito questões que abordam situações que envolvem conceitos que serão trabalhados durante todo o produto.
- 2- Vídeos com experimentos como organizador prévio:** Nessa atividade serão apresentados quatro vídeos de curta duração que mostram experimentos básicos abordando o assunto refração da luz, assunto que estava presente em algumas questões do questionário da atividade anterior. Após assistir cada vídeo, os alunos irão responder algumas questões, os quais deverão explicar os fenômenos descritos em cada experimento.
- 3- Aula expositiva dialogada:** A terceira atividade investigativa consiste de uma aula expositiva sobre o conteúdo de índice de refração e refração da luz, no entanto, durante a explanação o professor retornará à atividade realizada no segundo encontro e explicará cada um dos experimentos. Ao final da aula os alunos irão responder dois exercícios¹ que abordam os conceitos da Lei de Snell. Além disso, serão abordados o conceito da luz como uma onda eletromagnética e a relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade da luz e excitação de elétrons.
- 4- Experimento experimental/simulação:** Essa atividade envolve a utilização de um experimento virtual, um simulador *PHET Interactive Simulations*². Nesse simulador, o aluno estudará o fenômeno de refração da luz e deverá realizar sete procedimentos descritos em forma de questões. Além da atividade virtual, também será apresentado um experimento físico sobre refração.
- 5- Aula expositiva dialogada/questões:** Nesse momento será realizada uma aula expositiva e resolução de questões sobre ângulo limite e reflexão total, formação de miragens, dispersão da luz, onda eletromagnética e dualidade onda-partícula.

¹ No apêndice I é apresentado o gabarito de todas as atividades investigativas do produto educacional.

² Um tutorial sobre o simulador encontra-se no apêndice II do produto educacional.

- 6- Aula expositiva dialogada sobre lentes:** A sexta atividade investigativa começa a abordar o assunto de lentes esféricas que irá se desenvolver em todas as demais atividades investigativas. Inicialmente, será apresentada uma aula com a definição de lentes, identificação dos elementos geométricos das lentes, diferença entre lentes divergentes e convergentes, conceito de foco e vergência e o olho humano.
- 7- Experimento físico sobre lentes:** Esta atividade consiste de uma atividade experimental para avaliar a formação de imagens com lentes. Os alunos irão receber quites de lentes e deverão reproduzir em um papel milimetrado os desenhos correspondentes às imagens das lentes e responder as questões presentes do roteiro.
- 8- Aula expositiva sobre lentes:** Essa atividade investigativa consiste de uma aula expositiva sobre o estudo analítico das lentes, a utilização das equações de Gauss e a conversão de sinais utilizados nessas equações e os defeitos de visão.
- 9- Seminários sobre instrumentos óticos:** Nessa etapa as duas equipes divididas no primeiro encontro apresentam os seminários sobre instrumentos óticos: trazem os instrumentos óticos feitos com material de baixo custo e explicam para a turma o seu funcionamento, de acordo com o suporte teórico fornecido nas aulas durante as atividades.
- 10- Avaliação/mapa conceitual/questões:** A última atividade investigativa é avaliativa, agrupada em duas etapas. Na primeira etapa, os alunos irão realizar um mapa conceitual³ do conteúdo trabalhado durante toda a sequência didática, de forma individual. A segunda etapa avaliativa será uma sequência de questões a serem resolvidas individualmente, sem consulta, para analisar o entendimento do conteúdo trabalhado.

³ Um tutorial sobre mapa conceitual encontra-se no apêndice III do produto educacional.

1

QUESTIONÁRIO INICIAL

OBJETIVO:

- Coletar as concepções alternativas dos alunos sobre conceitos no âmbito da refração e lentes esféricas.



PRIMEIRA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

QUESTIONÁRIO INICIAL/CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

QUESTÃO 1

Seu professor, Ronald, foi acampar sozinho no meio da mata na Serra da Bolívia em Aperibé (Rio de Janeiro). Precisou acender uma fogueira para se manter aquecido durante a noite, no entanto, esqueceu de levar fósforo, porém, em sua bolsa tinha uma lupa que seu avô tinha dado para ele. Ronald lembrou que viu em um desenho animado que acendia uma fogueira utilizando uma lupa. Como seria possível colocar fogo utilizando uma lupa?



Figura 1⁴

QUESTÃO 2

Numa quinta-feira à tarde, Ronald saiu de Itaocara para Campos dos Goytacazes, utilizando a rodovia RJ 158, para assistir suas aulas no Mestrado em Ensino de Física no Instituto Federal Fluminense (IFF). O tempo estava muito quente e sem sinal de chuva, no entanto, ao olhar o asfalto tinha a impressão que ele estava molhado, como mostra a imagem abaixo. Como você explicaria isso?

⁴ Disponível em: https://st.depositphotos.com/1000998/1819/v/600/depositphotos_18194019-stock-video-young-man-sits-on-grass.jpg



Figura 2⁵

QUESTÃO 3

Depois de uma semana cansativa de muitas aulas lecionadas e inúmeras provas para corrigir, Ronald aproveitou o fim de semana para ir ao clube para se refrescar na piscina. Relaxando na piscina, e como sempre muito curioso, ele percebeu que suas pernas que estavam dentro da piscina tinham uma imagem deformada. Ronald percebia suas pernas mais curtas ou compridas? Qual explicação para existir essa deformação na imagem?

⁵ Disponível em: <http://s3-sa-east-1.amazonaws.com/descomplica-blog/wp-content/uploads/2015/09/6a0105371bb32c970b0120a90385f7970b.jpg>

QUESTÃO 4

Ao olharmos para o céu durante o dia, percebemos a predominância da cor azul. No entanto, um astronauta que está na lua, ao olhar o céu vê tudo negro. Por que o céu no referencial da Terra é azul? Por que na lua o céu é negro?

QUESTÃO 5

Ronald, como sempre muito curioso, em uma aula prática de física no laboratório, pegou duas lentes e colocou na frente do seu rosto e percebeu diferença na imagem formada pelas lentes, como mostra a figura em seguida. Como você consegue explicar o motivo pelo qual uma lente diminui a imagem e a outra aumenta a imagem?



Figura 3⁶

⁶ Disponível em:

https://www.sistemanovi.com.br/basenovi/image/ConteudosDisciplinas/27/49/284/301579/lupa-2.png?pfdrid_c=true

QUESTÃO 6

Durante um dia de verão percebeu-se a formação de um arco-íris. Como é possível surgirem tantas cores no céu a partir da luz solar? Como você conseguiria explicar o formato de arco que o arco-íris apresenta?



Figura 4⁷

QUESTÃO 7

Ronald resolveu passar o fim de semana na Praia do Forte, em Cabo Frio, e ao observar o Sol no horizonte percebia uma cor avermelhada. Como você consegue explicar a presença da cor avermelhada no céu no horizonte, como mostra a imagem?

⁷ Disponível em: https://www.joaomedeiros.com/wp-content/uploads/2014/09/rainbow_5-538x218.jpg



Figura 5⁸

QUESTÃO 8

Você já ouviu falar sobre refração da luz? Escreva o que você imagina que seja ou algo que você acredite que esteja relacionado.

TAREFA PARA CASA

Na nona atividade investigativa será realizado um seminário. A turma pode formar dois grupos e sortear os temas. As instruções encontram-se lá na nona atividade. Boa sorte e mãos à obra!

⁸ Disponível em:

[http://4.bp.blogspot.com/_LveZ9WFuplQ/TDO3CEyi9zI/AAAAAAAAABI/5oUcCjn9uRA/s1600/por+do+sol.j](http://4.bp.blogspot.com/_LveZ9WFuplQ/TDO3CEyi9zI/AAAAAAAAABI/5oUcCjn9uRA/s1600/por+do+sol.jpg)

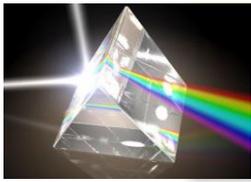
pg

2

EXPERIMENTOS/VÍDEOS SOBRE REFRAÇÃO

OBJETIVO:

- Instigar os alunos a encontrar explicações para os experimentos apresentados nos vídeos.



SEGUNDA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

EXPERIMENTOS/VÍDEOS SOBRE REFRAÇÃO

Agora iremos assistir a alguns vídeos sobre o tema refração. Eles servirão de motivação para iniciarmos o assunto. Primeiramente será apresentada para vocês a definição formal de refração, que foi o tema da oitava questão da atividade realizada anteriormente. Essa definição servirá de orientação para melhor interpretarmos os fenômenos apresentados nos vídeos, para ajudar um pouco nas próximas questões propostas e dar o ‘ponta-pé’ inicial para trabalharmos esse interessante conceito da física.

Eis da definição de refração⁹:

A refração da luz pode ser entendida como a variação de velocidade sofrida pela luz ao mudar de meio.

Essa variação na velocidade pode vir acompanhada também de uma variação na direção de propagação do raio luminoso, ou seja, pode haver um desvio na direção de propagação.

Agora, vamos aos vídeos!!

EXPERIMENTO 1: A CANETA QUE ENTORTA NA ÁGUA

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=y5ChYeb2e_0

1. No experimento percebemos que a caneta apresenta um aspecto distorcido, como se ela estivesse quebrada. Como você conseguiria explicar tal situação?

EXPERIMENTO 2: A GARRAFA QUE DESAPARECE

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>

⁹ RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO (2005).

2. Durante o experimento percebe-se que a garrafa desaparece ao colocar uma determinada substância transparente. Por que isso acontece? Vamos tentar explicar?

3. Em relação à questão anterior, se você substituísse a substância transparente por água, a garrafa ficaria transparente também? Explique sua resposta.

EXPERIMENTO 3: ESFERAS QUE DESAPARECEM

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>

4. E agora!? Como explicar?

EXPERIMENTO 4: RETAS CURVAS

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bbcFeMaJviU>

5. No experimento percebe-se que ao colocar uma garrafa de água na frente da imagem, ela ficará distorcida. Como você consegue desvendar tal fenômeno?

Caro professor, caso a escola não possua internet poderá passar as imagens dos experimentos no *datashow*:

EXPERIMENTO 1: A CANETA QUE ENTORTA NA ÁGUA



Fonte: Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=y5ChYeb2e_0



Fonte: Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=y5ChYeb2e_0



Fonte: Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=y5ChYeb2e_0

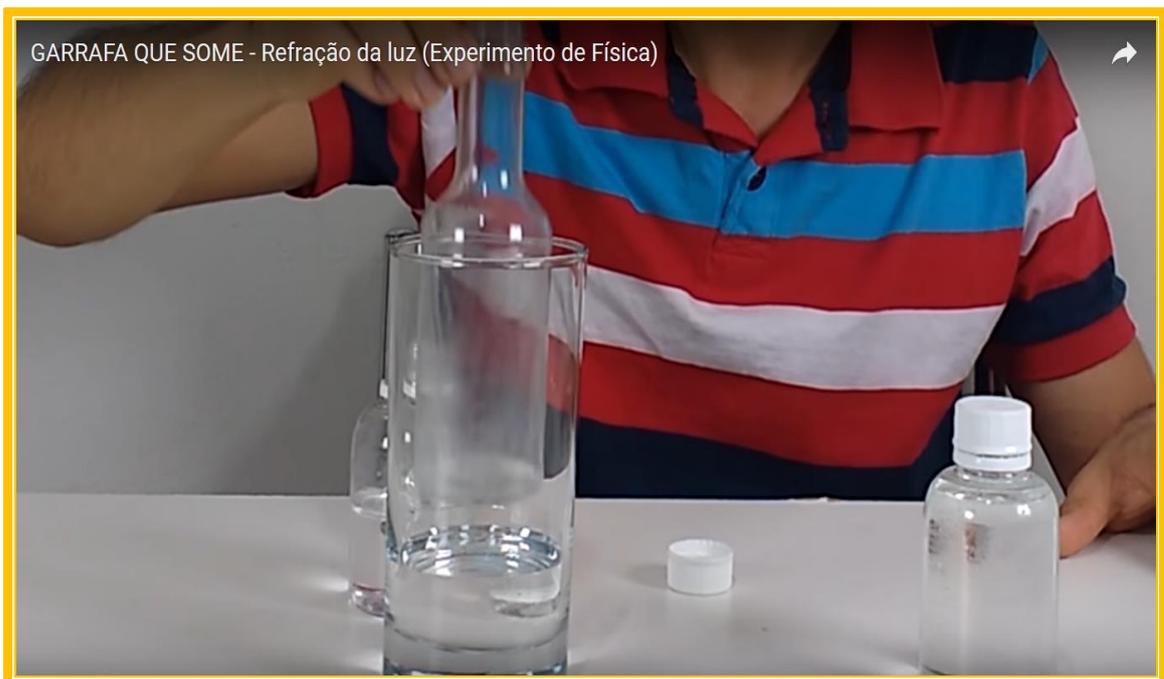
EXPERIMENTO 2: A GARRAFA QUE DESAPARECE



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KdN-pt9wnPc>

EXPERIMENTO 3: ESFERAS QUE DESAPARECEM



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>

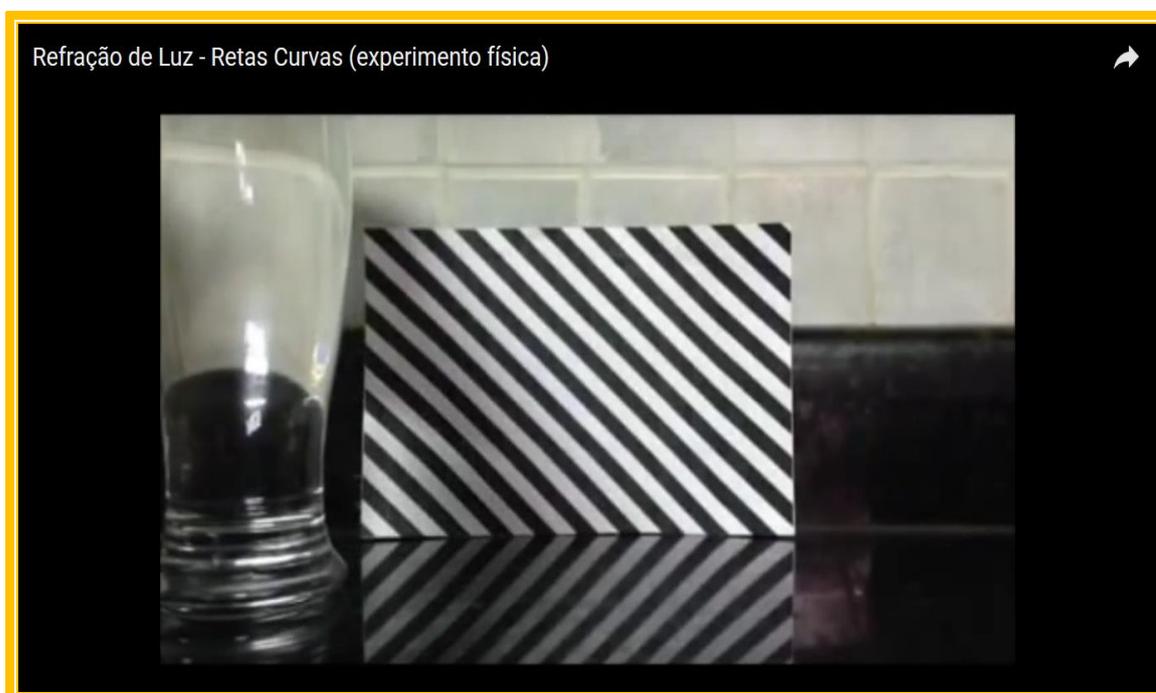


Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AKA52PT2TuE>

EXPERIMENTO 4: RETAS CURVAS



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bbcFeMaJviU>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bbcFeMaJviU>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bbcFeMaJviU>



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bbcFeMaJviU>

3

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

OBJETIVO:

- Apresentar o conteúdo, de forma geral, explorando os seguintes tópicos: índice de refração, refração da luz, relação entre refração da luz e comprimento de onda, frequência e velocidade da luz, relação da luz com a estrutura atômica.



TERCEIRA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

Nessa etapa, inicialmente, será realizada uma pequena apresentação do conteúdo, abordando o conceito de índice de refração e refração da luz. A partir dessa introdução do conteúdo iremos explicar, de maneira mais formal, os fenômenos ocorridos nos experimentos/vídeos da aula/etapa anterior.

REFRAÇÃO DA LUZ

A luz é considerada uma onda eletromagnética, tendo como característica a sua velocidade constante no vácuo, que é representada pela letra **c** e tem um valor aproximado de 300 mil quilômetros por segundo ($c = 3 \cdot 10^5$ Km/s ou $3 \cdot 10^8$ m/s). Porém, nos meios materiais, o comportamento da luz se modifica devido sua interação com a matéria existente, tendo sua velocidade **v** menor que **c**.

1.1 Índice de refração absoluto

O índice de refração da luz monocromática (uma cor) é uma grandeza que relaciona a velocidade da radiação monocromática no vácuo e em meios materiais e é expressa por:

$$n = \frac{c}{v}$$

Onde: **c** = velocidade da luz no vácuo;
v = velocidade da luz no meio.

Por meio da fórmula, observa-se que o índice de refração absoluto nunca pode ser menor do que 1, já que a maior velocidade possível em um meio é **c**, se o meio considerado for o próprio vácuo. A tabela mostra o índice de refração de alguns materiais:

MATERIAL	n
Ar seco (0° C, 1 atm)	1
Água (20°C)	1,33
Etanol (20°C)	1,36
Glicerina	1,47
Diamante	2,4

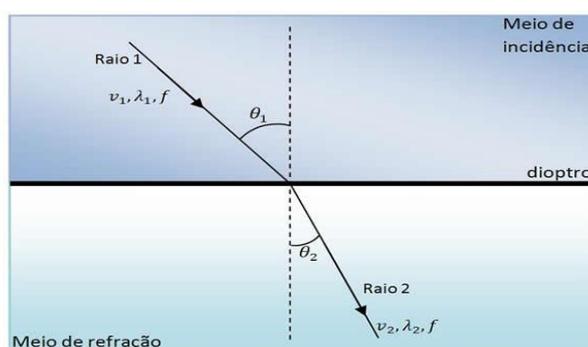
Usando uma linguagem intuitiva, pode-se dizer que o índice de refração mostra a dificuldade da luz se propagar em um meio. Quando maior seu valor, menor a velocidade da

luz e maior são as ‘dificuldades’ encontradas na propagação.

1.2 Refringência

Um meio será mais refringente que outro quando seu índice de refração é maior que do outro. Portanto, o etanol é mais refringente que a água. Podemos dizer também que um meio é mais refringente que outro quando a luz se propaga por ele com velocidade menor, em comparação com o outro meio.

A refração da luz é o fenômeno em que ela é transmitida de um meio para outro diferente. Nesta mudança de meios, a frequência da onda luminosa não é alterada, embora sua velocidade e o seu comprimento de onda sejam alterados. Como ocorre alteração da velocidade de propagação, ocorre um desvio da direção original. Se a incidência for ortogonal, não há desvio.



Fonte¹⁰

Primeira lei da refração: A 1ª lei da refração diz que o raio incidente (raio 1), o raio refratado (raio 2) e a reta normal ao ponto de incidência (reta tracejada) estão contidos no mesmo plano, que no caso do desenho acima é o plano da tela.

Segunda lei da refração: Na refração, o produto do índice de refração do meio no qual ele se propaga pelo seno do ângulo que o raio luminoso faz com a normal é constante. Relação conhecida como Lei de Snell-Descartes.

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2 \quad \text{Onde: } n = \text{índice de refração dos meios;} \\ \theta = \text{ângulo de incidência e refração.}$$

Explicação dos vídeos/experimentos da segunda atividade investigativa

¹⁰ Disponível em: https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracao.php

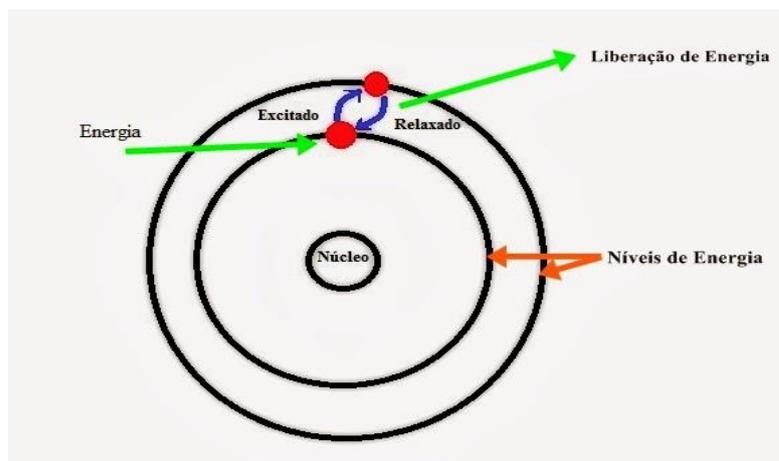
O ar tem um índice de refração de cerca de 1,0 e a água tem um índice de refração de 1,33. Se uma pessoa olha diretamente para um objeto, como um lápis, que é colocado inclinadamente e parcialmente dentro de um copo com água, o lápis parece que dobra exatamente na superfície da água. Isso se deve a mudança na velocidade da luz e de sua direção de propagação ao incidir em meios diferentes, ou seja, da água para o ar. O mesmo ocorre no experimento 4, onde percebemos a curvação das retas, quando a luz atravessa o vidro do copo ela sofre uma pequena alteração, logo depois tem um desvio em função da água, isso ocorre quando ela entra e sai do copo.

Agora o experimento 2 e 3. Nós enxergamos um objeto opaco quando a luz reflete em sua superfície e atinge nossos olhos, ou seja, não o atravessa. Quando o objeto é translúcido ou transparente, como a água e o vidro, somente o percebemos quando a luz muda de velocidade e de direção antes de atingir nossos olhos. No experimento 2, a glicerina e o vidro possuem índices de refração muito próximos, com isso a luz possui a mesma velocidade tanto no vidro quanto na glicerina, não ocorrendo desvio e nossos olhos não conseguem distinguir o que é vidro e o que é glicerina, temos impressão então que a garrafa desapareceu. O mesmo ocorre com o experimento 3: as bolinhas são constituídas por um polímero chamado poliacrilato de sódio que possui um grande poder de absorção de água, portanto, esse polímero é utilizado em fraldas descartáveis e absorventes higiênicos. Como esse material consegue absorver água, sua constituição é basicamente água e, portanto, a luz não sofre desvio e dessa forma nossos olhos não conseguem distinguir.

Mas, como a luz é formada?

A luz é um tipo de onda eletromagnética e corresponde ao espectro eletromagnético que o nosso olho consegue enxergar. A luz é produzida por corpos que estão com alta temperatura (como o filamento de uma lâmpada) e pela reorganização dos elétrons em átomos e moléculas.

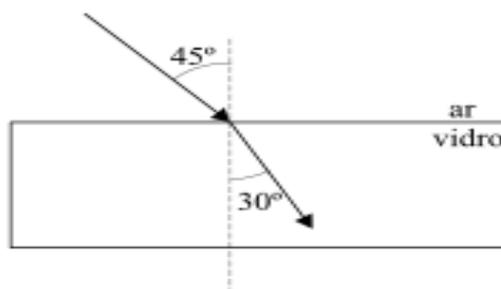
A excitação dos elétrons produz o fenômeno da fluorescência, ou seja, energia capaz de gerar luz. O funcionamento das pulseiras de Neon comum em festas é semelhante às lâmpadas fluorescentes, onde os elétrons presentes são excitados até que retornem à órbita original. Essa órbita energizada emite luz (na forma de fóton), que só é transmitida enquanto há fornecimento de energia. Se o abastecimento for interrompido, ou seja, quando os elétrons retornam à estabilidade, cessa a emissão de energia.



Fonte¹¹:

QUESTÕES

QUESTÃO 1: A partir do conteúdo exposto aqui, percebemos que a velocidade da luz v se altera para diferentes meios materiais nos quais se propaga e que seu valor depende da razão entre a velocidade da luz no vácuo e o índice de refração n do meio em que se propaga. O esquema abaixo mostra a interação de uma luz monocromática no vidro. Dados: $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $n_{\text{ar}} = 1$.



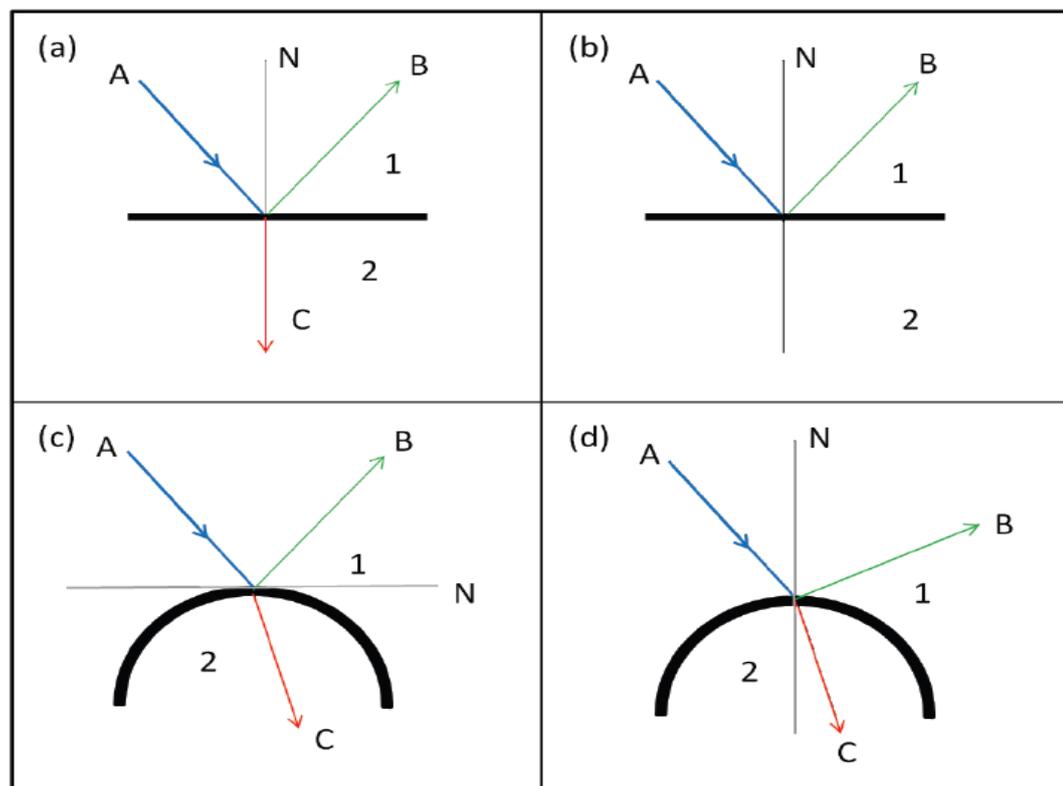
- Qual dos dois meios (ar ou vidro) é mais refringente? Justifique sua resposta.
- Analisando o esquema, percebe-se que o ângulo refratado é menor que o ângulo de incidência, ou seja, o raio de luz se aproximou da normal? Por que isso ocorreu?
- Em qual meio a luz apresenta maior frequência?
- Calcule o índice de refração do vidro.
- Determine a velocidade da luz no vidro.

¹¹ Disponível em: <http://3.bp.blogspot.com/-0jhSIj2zkCY/Ur-Dnkc8YxI/AAAAAAAAABLs/rdui3tBwyig/s1600/2.jpg>

f) Em qual dos dois meios a velocidade da luz é maior? Justifique.

g) E em relação ao comprimento de onda, qual apresenta maior comprimento? Explique.

QUESTÃO 2: Em cada um dos casos abaixo, está representada a incidência de um raio luminoso em uma superfície de interface entre dois meios, 1 e 2. Contudo, há em todas as figuras um erro no traçado. Nas quatro situações abaixo, identifique claramente onde está o erro, justificando detalhadamente no espaço abaixo e apresentando NA PRÓPRIA FIGURA como deveria ser a versão correta. Nos desenhos, a interface está representada de preto com traçado grosso, a normal N está representada de cinza, o raio incidente A de azul, o raio refletido B de verde e o raio refratado C de vermelho. Considere $n_1 < n_2$, para todos os casos.



4

ATIVIDADE EXPERIMENTAL/SIMULAÇÃO

OBJETIVO:

- Aplicar e aprofundar os conhecimentos sobre refração em atividade experimental física e virtual.



QUARTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

ATIVIDADE EXPERIMENTAL/SIMULAÇÃO

Agora vamos realizar uma atividade experimental com o simulador *PHET*, para consolidar nosso aprendizado sobre refração da luz. Essa atividade pode ser realizada em duplas ou trios, dependendo da disponibilidade de computadores no laboratório de informática da escola. Além disso, será necessária a utilização de calculadoras científicas para o cálculo de seno, mas você também pode usar a calculadora dos seus celulares.

O simulador PHET está disponível no link:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics

Simulações

- Novas Sims
- HTML5
- Física
 - Movimento
 - Som & Ondas
 - Trabalho, Energia & Potência
 - Calor & Termometria
 - Fenômenos Quânticos
 - Luz & Radiação
 - Eletricidade, Ímãs & Circuitos
 - Biologia
 - Química
 - Ciências da Terra
 - Matemática
 - Por Nível de Ensino
 - Por Dispositivo
 - Todas as Sims
 - Traduzir Sims
- Recursos para Professores
- Pesquisa

No menu à esquerda, você irá clicar em “Física” e depois em “Luz e Radiação” e a seguinte página será aberta:

Simulações

- Novas Sims
- HTML5
- Física
 - Movimento
 - Som & Ondas
 - Trabalho, Energia & Potência
 - Calor & Termometria
 - Fenômenos Quânticos
 - ▶ **Luz & Radiação**
 - Eletricidade, Ímãs & Circuitos
- Biologia
- Química
- Ciências da Terra
- Matemática
- Por Nível de Ensino
- Por Dispositivo
- Todas as Sims
- Traduzir Sims
- Recursos para Professores
- Pesquisa



Desvio da Luz



Irradiando Carga



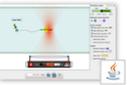
Moléculas e Luz



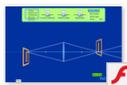
Alongamento DNA



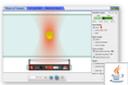
Visão de Cor



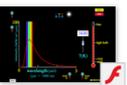
Motores Moleculares



Ótica Geométrica



Pilhas Ópticas e aplicações



blackbody-spectrum



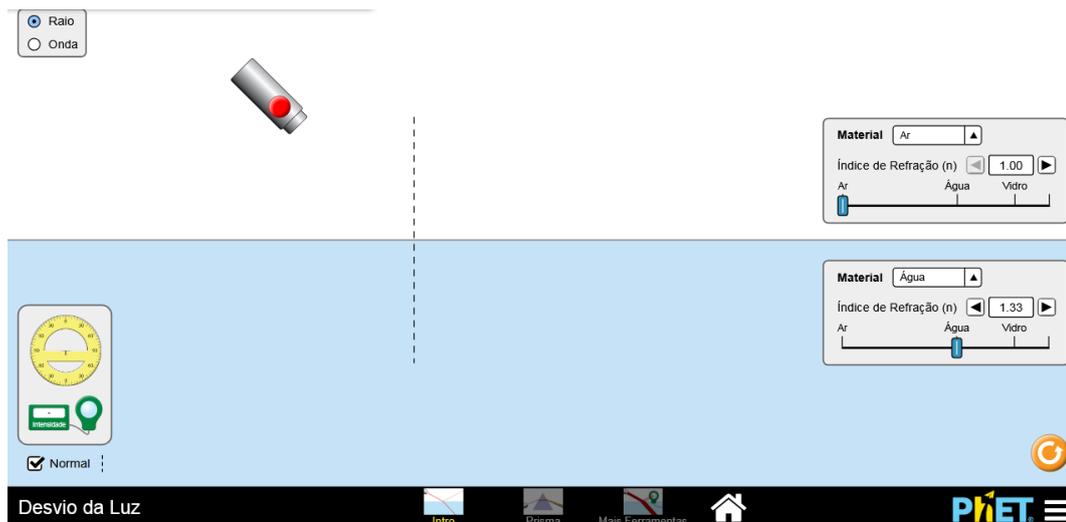




Então, irá escolher o simulador chamado “Desvio da Luz” e escolherá a primeira opção “Intro”:



E a seguinte página será aberta:



Agora vamos realizar os seguintes procedimentos e responder as questões:

QUESTÕES

QUESTÃO 1: Inicialmente irá clicar no *laser* para dispará-lo. À direita há as opções de materiais; no material do segundo meio marque a opção “Mistério B”. Em seguida, desloque o *laser* de forma que forme um ângulo de 30° com a normal (para medir o ângulo, desloque o transferidor). O simulador mostra o esquema do raio incidente e do raio refratado, a partir disso calcule o valor aproximado do índice de refração do segundo meio. Demonstre o seu cálculo.

QUESTÃO 2: Seguindo o mesmo procedimento da questão anterior, mas agora colocando um ângulo de 45° com a normal, qual o valor do ângulo refratado? O ângulo refratado foi maior ou menor que o ângulo refratado da questão anterior? Por quê?

QUESTÃO 3: Escolhendo a opção do material do primeiro meio como vidro e o segundo meio sendo a água e com um ângulo de incidência de 60° , qual o valor do ângulo refratado? Mostre o seu cálculo. O ângulo refratado foi maior ou menor que o ângulo de incidência? Explique.

QUESTÃO 4: Na questão anterior, o raio refratado apresenta uma frequência maior ou menor que o raio incidente? Explique. E a sua velocidade aumentou ou diminuiu ao “entrar” na água? Justifique.

QUESTÃO 5: Ainda utilizando um ângulo de 60° , marque a opção “Mistério B” para o primeiro meio e vidro para o segundo meio. Calcule o valor aproximado do índice de refração.

QUESTÃO 6: Agora, colocando a opção do primeiro meio como “Mistério A” e a opção do segundo meio como vidro e o ângulo de incidência com a normal de 30° , qual o valor do ângulo refratado? Calcule o valor aproximado do índice de refração do primeiro meio.

QUESTÃO 7: Usando o esquema da questão anterior, mude o ângulo de incidência para 39° , responda:

- a) Descreva o que ocorre.
- b) Como você explica o ocorrido?
- c) Qual o valor do ângulo refratado?

Caso a escola não tenha acesso a internet ou no dia a internet não esteja funcionando, o professor poderá exibir os *prints* abaixo para responder as questões:

QUESTÃO 1:

Material: Ar
Índice de Refração (n): 1.00
Ar | Água | Vidro

Material: Mistério B
O que é n?

Normal

QUESTÃO 2:

Material: Ar
Índice de Refração (n): 1.00
Ar | Água | Vidro

Material: Mistério B
O que é n?

Normal

QUESTÃO 3 e 4:

Material Vidro
Índice de Refração (n) 1.50
Ar Água Vidro

Material Água
Índice de Refração (n) 1.33
Ar Água Vidro

Normal

Raios
 Ondas

QUESTÃO 5:

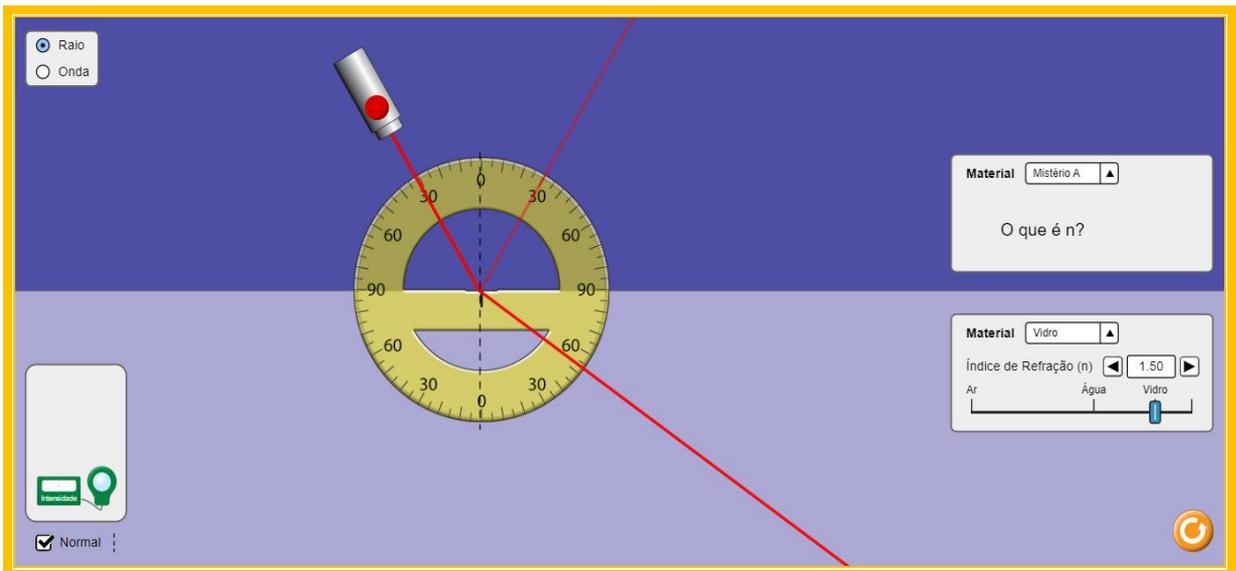
Material Mistério B
O que é n?

Material Vidro
Índice de Refração (n) 1.50
Ar Água Vidro

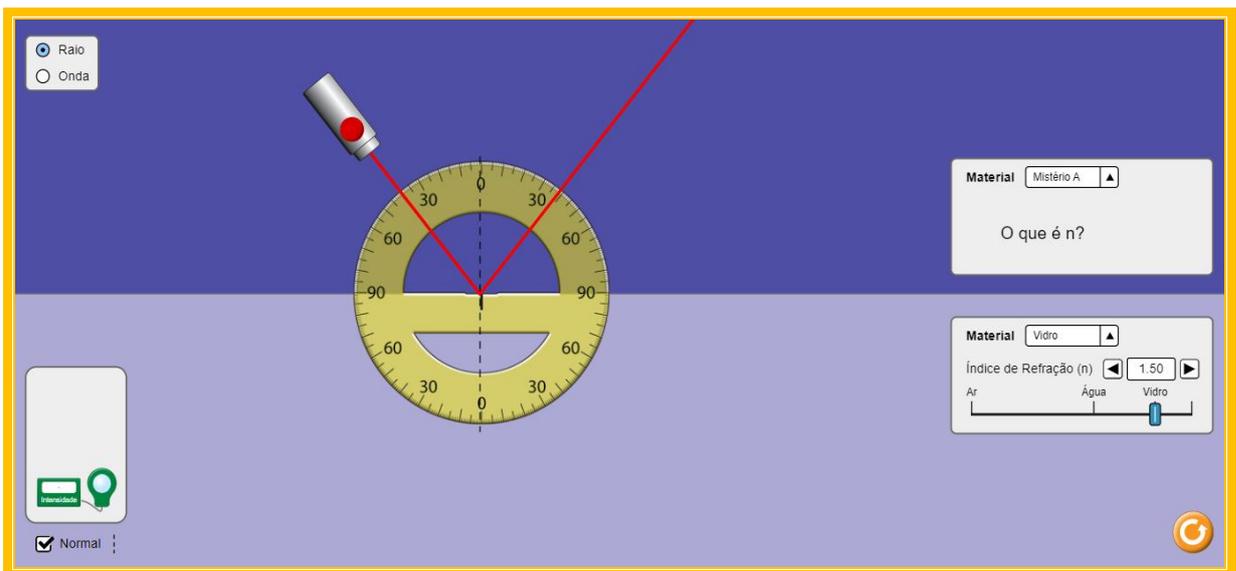
Normal

Raios
 Ondas

QUESTÃO 6:



QUESTÃO 7:



Atividade experimental

Neste experimento queremos observar o que ocorre quando um raio de luz que se propaga em um meio uniforme encontra um meio diferente.

Quanto menos iluminada a sala onde você está trabalhando, melhor.

MATERIAIS:

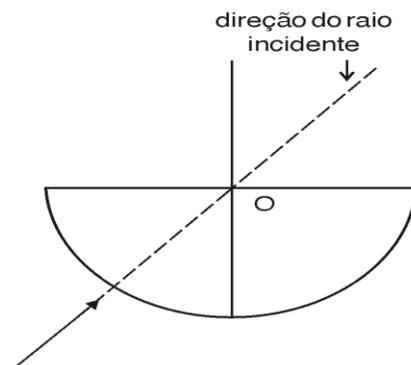
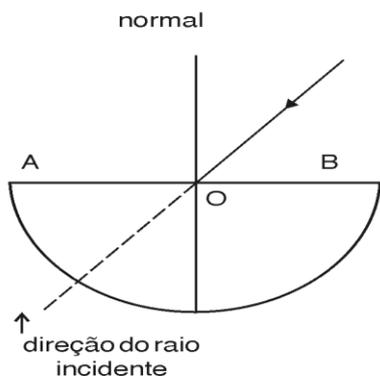
- Lente semicircular ou algum material de acrílico;
- Transferidor ou disco graduado;
- Calculadora ou tabela de seno;
- Papel milimetrado;
- Folha de isopor (para dar mais resistência).

PROCEDIMENTOS:

A lente semicircular deve ser colocada sobre a folha de papel milimetrado, deitada sobre o papel de forma que seu diâmetro coincida com uma das linhas do papel. Desenhe, com um lápis, o contorno da lente e marque o centro O da lente.

Vamos denominar:

- **ângulo de incidência** θ_i : o ângulo definido pelas direções do raio incidente e da normal;
- **ângulo de reflexão** θ_1' : o ângulo definido pelas direções do raio refletido e da normal;
- **ângulo de refração** θ_2 : o ângulo definido pelas direções do raio refratado e da normal.

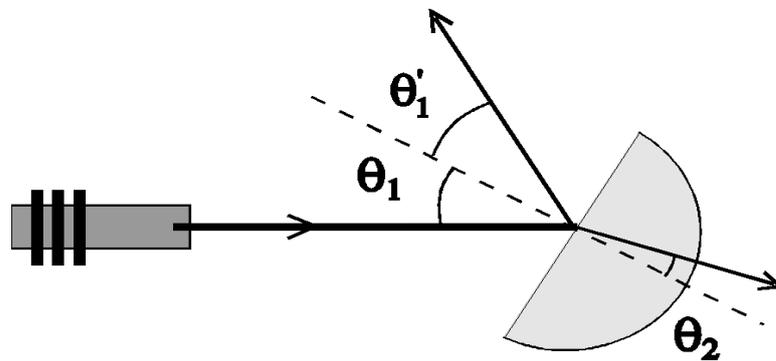


Fonte¹²:

¹² Disponível em: <http://darnassus.if.ufrj.br/~marta/introd-fis/unidade1-05-experimentos.pdf>

Coloque a lente de acrílico sobre o disco graduado, de forma que a superfície plana coincida com o diâmetro do disco, e faça um feixe de luz paralela incidir sobre o centro desta superfície plana. Você observará os feixes incidentes, refletidos e refratados. Meça cinco ângulos de incidência θ_1 (0° , 30° , 45° , 60° e 90°), com o raio incidente à direita da normal à superfície no ponto de incidência. Para cada θ_1 escolhido meça os correspondentes ângulos de reflexão θ_1' e de refração θ_2 .

a) Faça o laser incidir sobre o centro da lente de acrílico (ponto O), de forma que a direção do raio luminoso seja uma das direções que você traçou sobre o papel.



Fonte¹³:

b) Para marcar as direções dos raios (incidente, refletido e refratado), use alfinetes. Coloque um no centro da lente, outro sobre um dos pontos da reta que define o raio incidente, um terceiro sobre um dos pontos da reta que define o raio refletido e um último para marcar a reta que define o raio refratado

c) Desenhe os raios refletidos e refratados.

QUESTÃO 1: Repita o procedimento para os quatro ângulos de incidência indicados e preencha a tabela abaixo:

θ_1	θ_1'	θ_2	$n = \text{sen } \theta_1 / \text{sen } \theta_2$
30°			
45°			
60°			
90°			
0°			

¹³ Disponível em: <http://darnassus.if.ufrj.br/~marta/introd-fis/unidade1-05-experimentos.pdf>

QUESTÃO 2: Qual a relação entre θ_1 e θ_1' ?

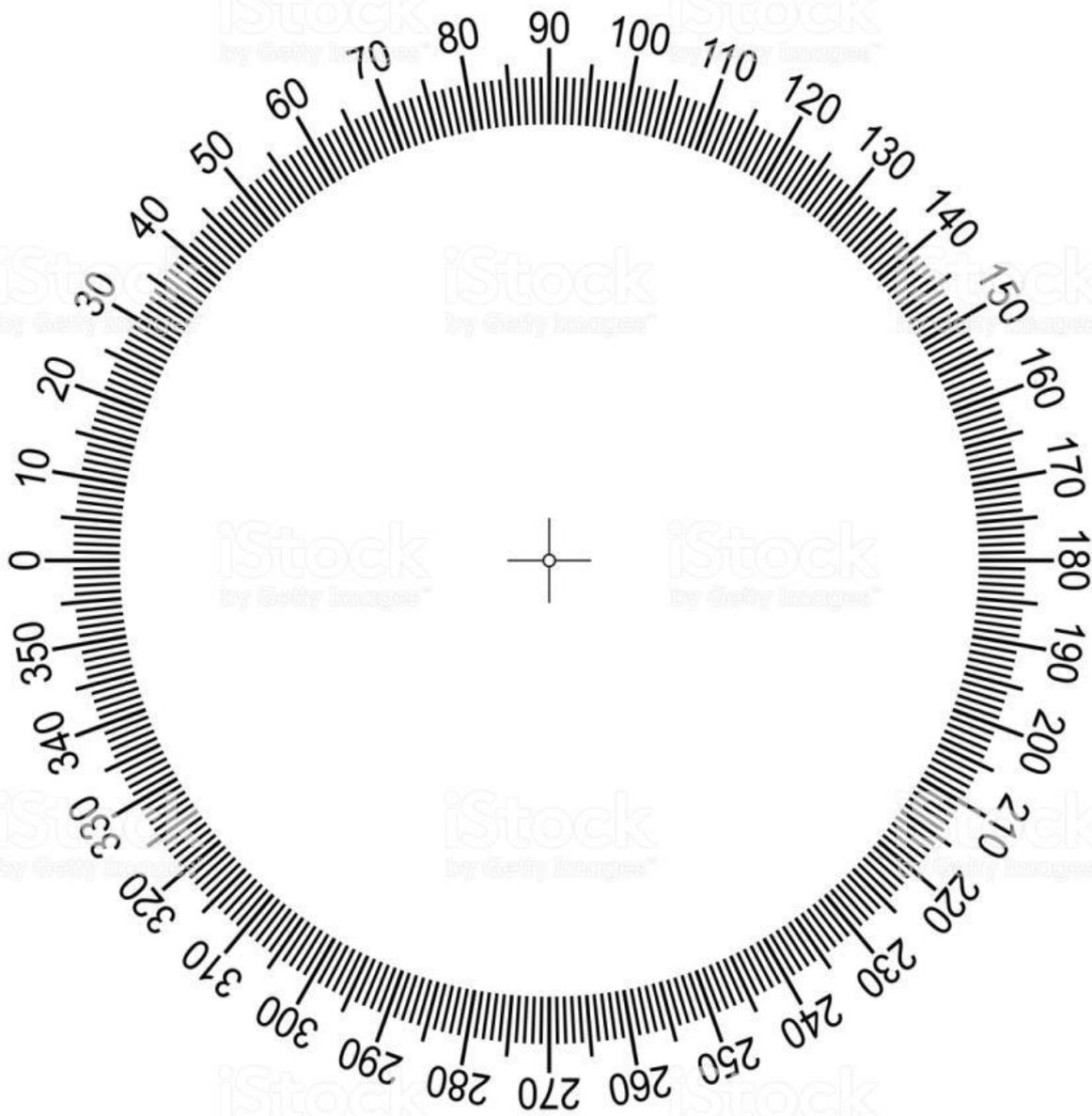
QUESTÃO 3: Nesse caso, ao se refratar na superfície plana AB o raio se aproxima ou se afasta da normal? Explique.

QUESTÃO 4: O que aconteceu quando o ângulo foi de 90° ?

QUESTÃO 5: Faça a luz incidir na superfície AB em um ponto fora do centro O . Compare essa observação com a situação em que a incidência ocorre sobre o centro. Você poderia explicar por que o centro da lente foi escolhido para se realizar o experimento?

QUESTÃO 6: A fonte de luz utilizada nesse experimento foi um laser. Como é formada a luz no laser?

TRANSFERIDOR



Fonte¹⁴

¹⁴ Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/transferidor-circular-grade-do-transferidor-para-medir-graus-medidor-de-%C3%A2ngulo-de-gm954805508-260695846>

TABELA DE SENO

ângulo	sen.	ângulo	sen.
0	0,000	45	0,707
1	0,017	46	0,719
2	0,035	47	0,731
3	0,052	48	0,743
4	0,070	49	0,755
5	0,087	50	0,766
6	0,105	51	0,777
7	0,122	52	0,788
8	0,139	53	0,799
9	0,156	54	0,809
10	0,174	55	0,819
11	0,191	56	0,829
12	0,208	57	0,839
13	0,225	58	0,848
14	0,242	59	0,857
15	0,259	60	0,866
16	0,276	61	0,875
17	0,292	62	0,883
18	0,309	63	0,891
19	0,326	64	0,899
20	0,342	65	0,906
21	0,358	66	0,914
22	0,375	67	0,921
23	0,391	68	0,927
24	0,407	69	0,934
25	0,423	70	0,940
26	0,438	71	0,946
27	0,454	72	0,951
28	0,469	73	0,956
29	0,485	74	0,961
30	0,500	75	0,966
31	0,515	76	0,970
32	0,530	77	0,974
33	0,545	78	0,978
34	0,559	79	0,982
35	0,574	80	0,985
36	0,588	81	0,988
37	0,602	82	0,990
38	0,616	83	0,993
39	0,629	84	0,995
40	0,643	85	0,996
41	0,656	86	0,998
42	0,669	87	0,999
43	0,682	88	0,999
44	0,695	89	1,000
45	0,707	90	1,000

Fonte¹⁵

¹⁵ Adaptado de: coral.ufsm.br/labimec/biomecanica/tabela_trigonometrica.doc

5

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

OBJETIVO:

- Apresentar os conceitos de ângulo limite, dispersão cromática e o comportamento ondulatório da luz.



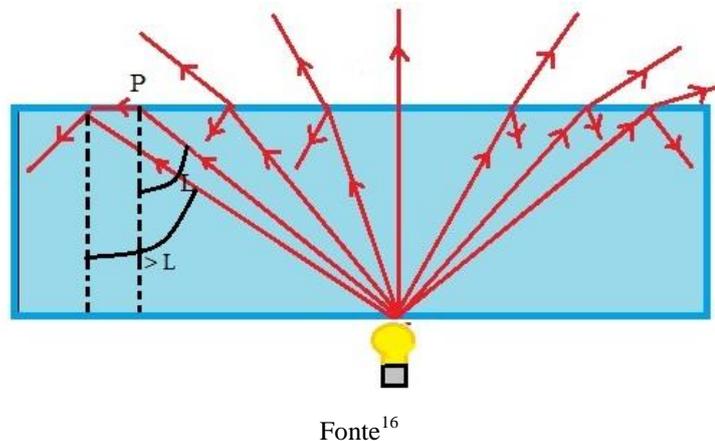
QUINTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

REFRAÇÃO DA LUZ

Ângulo Limite

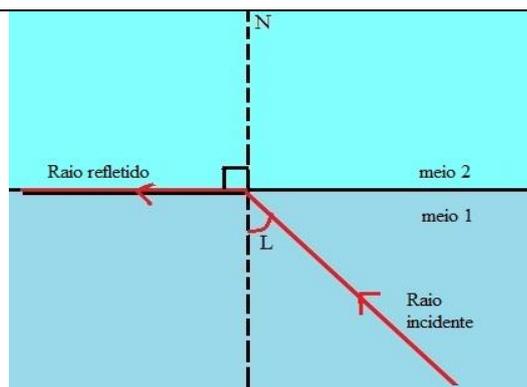
Nas últimas aulas, vimos que a refração é a passagem da luz de um meio para outro, onde ocorre mudança na velocidade de propagação do raio de luz, por isso, ocorrendo o desvio. A imagem abaixo mostra o que acontece quando a luz passa de um meio mais refringente para outro menos refringente como, por exemplo, a luz passando da água para o ar.



No esquema anterior verifica-se que os raios de luz que atravessam o aquário, nos pontos à esquerda do ponto P, têm uma parte refletida e outra refratada. Porém, quando o ângulo entre os raios de luz incidentes e a reta normal à superfície do aquário é igual a L não ocorre mais a refração e sim a reflexão total da luz. O ângulo L é chamado de ângulo limite, que é definido como o menor ângulo de incidência da luz em uma superfície de separação entre dois meios a partir dos quais ela é totalmente refletida.

Portanto, a reflexão total da luz ocorre apenas quando a luz passa de um meio mais refringente para outro menos refringente, ou seja, $n_1 > n_2$, e o ângulo de incidência $i > L$, como mostra o esquema:

¹⁶ Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/reflexao-total-luz.htm>



Fonte¹⁷

Analisando a Lei de Snell e considerando $i = L$ e $r = 90^\circ$, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen } L = n_2 \cdot \text{sen } 90^\circ$$

Lembrando que $\text{sen } 90^\circ = 1$:

$$n_1 \cdot \text{sen } L = n_2 \cdot 1$$

$$\text{sen } L = n_2/n_1$$

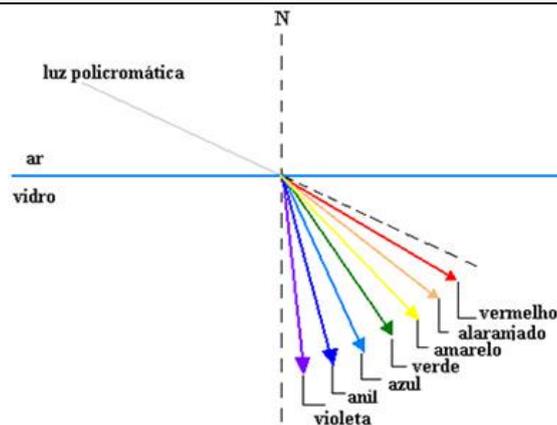
Exemplo: asfalto molhado/miragem

Uma consequência da reflexão total é a impressão que temos de que a superfície do asfalto está molhada em dias muito quentes, caracterizando uma miragem, como o exemplo presente no questionário inicial da primeira atividade investigativa. A luz atravessa várias camadas de ar com temperaturas distintas, portanto, densidades diferentes e, conseqüentemente, índices de refração distintos. O ar mais próximo do asfalto é mais quente e, acima dele, o ar apresenta uma temperatura um pouco menor. Os raios de luz atravessam a camada mais fria e com maior índice de refração e depois incidem na camada de ar mais quente. Conforme o ângulo de visão do observador, a luz refletirá na superfície de separação entre essas duas camadas a imagem do céu, dando a ilusão de que o asfalto está molhado.

Dispersão da luz

A luz solar é policromática, pois é composta por diversas cores, caracterizando o espectro da luz. As cores que compõem a luz branca não possuem o mesmo comportamento de desvio. A componente que menos sofre desvio é a violeta, em seguida são as cores anil, azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha, conforme mostra o esquema a seguir.

¹⁷ Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/reflexao-total-luz.htm>



Fonte¹⁸

O fenômeno no qual uma luz policromática, ao se refratar, decompõe-se nas cores componentes é denominado dispersão da luz e ocorre por causa do índice de refração de qualquer meio material depender da cor da luz incidente. Analisando o quadro abaixo, percebe-se que a frequência (f) e o comprimento de onda (λ) são inversamente proporcionais e o produto entre eles corresponde a velocidade da luz:

$$v = \lambda \cdot f$$

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjada	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelha	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

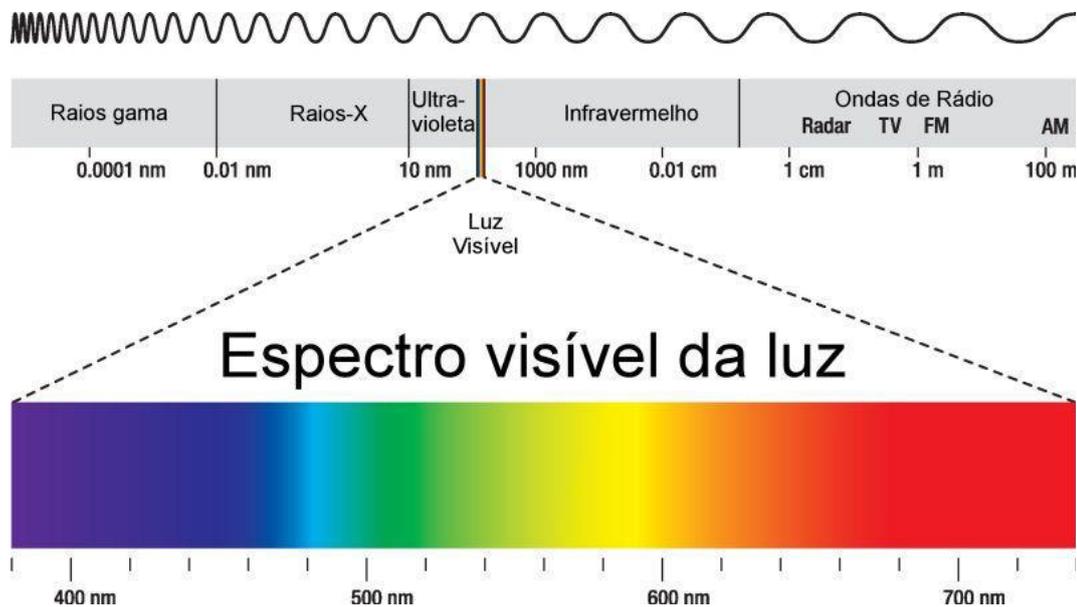
Fonte¹⁹

A luz é uma oscilação e se propaga no vácuo com uma certa variação no tempo (frequência). Podemos associá-la como um exemplo para o som, sem caracterizar muitos detalhes o som é uma vibração mecânica do ar, onde frequências diferentes caracterizariam

¹⁸ Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/dispersao-luz.html>

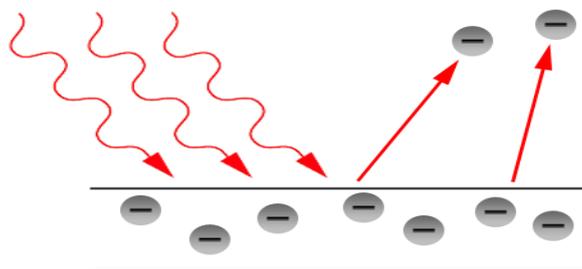
¹⁹ Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/Html/figuras/espectrodaluzvisivel.gif>

sons graves e agudos. Assim como o som, as frequências determinam as cores para a luz, para uma determinada faixa de frequências podemos observar as cores, e essa faixa de cores é chamada de **espectro de luz visível**.



Fonte: infoescola.com

Podemos dizer então que para cada cor temos uma determinada frequência e comprimento de onda que a distingue das demais, temos por exemplo: a luz vermelha que é uma luz de menor frequência e conseqüentemente menor energia, já o violeta é uma luz de maior frequência e nos submete a maior energia. Um exemplo muito próximo de nós que mostra a “força”, ou melhor, a energia das frequências de luz, é o **efeito fotoelétrico**, que está presente nos shoppings ou estabelecimentos, onde a porta abre sozinha quando nos aproximamos.



Fonte²⁰

²⁰ Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Photoelectric_effect.png

Nesse processo ocorre a emissão de elétrons de um material, geralmente metálico, quando exposto a uma radiação eletromagnética (como a luz) de frequência suficientemente alta, que depende do material, como por exemplo, a radiação ultravioleta. O controle remoto, por exemplo, emite um feixe de luz de determinada frequência que aciona o dispositivo fotossensível presente nos aparelhos controlados por ele.

Outro fenômeno que pode ser explicado a partir da dispersão é as cores do céu. O céu se apresenta na cor azul, mas no entardecer passa a ter coloração avermelhada. Acontece que as moléculas do ar, quando atingidas pela luz solar, espalham com grande intensidade as cores azul e violeta, no entanto, o olho humano é pouco sensível a cor violeta. Quando chega à tarde, a Terra está mais inclinada e, dessa forma, os raios solares percorrem uma distância muito maior na atmosfera. Assim sendo, a luz azul e violeta, as quais são espalhadas com maior intensidade, não são percebidas pelos olhos do observador, mas as luzes vermelho e alaranjado sim, fazendo com que percebamos o céu na tonalidade vermelho alaranjado.

Exemplo: arco-íris

Um exemplo da dispersão da luz é a formação do arco-íris em dias chuvosos, devido à luz sofrer refração nas gotículas de água suspensas na atmosfera. Uma característica interessante é por que o arco-íris apresenta um formato de arco. Na realidade ele só é visível para um observador no solo se o ângulo entre a luz refratada e o ponto de observação for aproximadamente de 42° . Devido à curvatura da Terra, o observador percebe um arco de circunferência. Porém, a verdade é que o arco-íris possui formato circular, mas não é percebida por causa da curvatura do planeta.

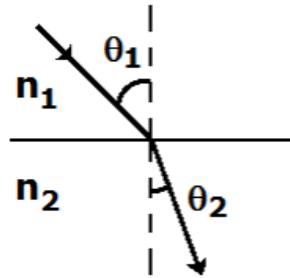
Por que o céu é azul?

Outra questão interessante é o motivo pelo qual o céu é azul e isso se deve ao espalhamento cromático. A intensidade do espalhamento é inversamente proporcional ao comprimento de onda da luz. Como a luz azul apresenta um comprimento de onda muito pequeno, ela é mais espalhada e chega com maior intensidade aos nossos olhos. À medida que vai entardecendo, a luz azul é completamente espalhada a ponto de deixar nossa atmosfera e permitir o espalhamento da luz de tons avermelhados, devido o Sol ficar mais distante e as camadas de ar se tornarem mais espessas. Agora, no espaço o céu é negro, pois no vácuo, a luz não sofre espalhamento.

QUESTÕES

QUESTÃO 1: (UFRGS) Um feixe de luz monocromática atravessa a interface entre dois meios transparentes com índices de refração n_1 e n_2 , respectivamente, conforme representa a figura abaixo. Com base na figura, é correto afirmar que, ao passar do meio com n_1 para o meio com n_2 , a velocidade, a frequência e o comprimento de onda da onda, respectivamente,

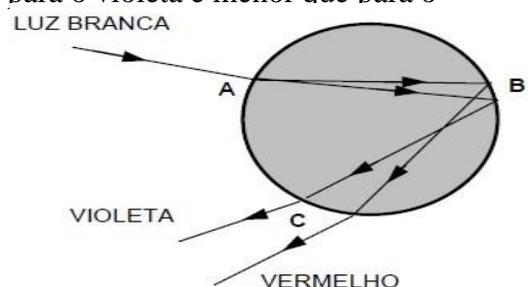
- a) permanece, aumenta e diminui.
- b) permanece, diminui e aumenta.
- c) aumenta, permanece e aumenta.
- d) diminui, permanece e diminui.
- e) diminui, diminui e permanece.



QUESTÃO 2: Descartes desenvolveu uma teoria para explicar a formação do arco-íris com base nos conceitos da óptica geométrica. Ele supôs uma gota de água com forma esférica e a incidência de luz branca conforme mostrado de modo simplificado na figura ao lado. O raio incidente sofre refração ao entrar na gota (ponto A) e apresenta uma decomposição de cores. Em seguida, esses raios sofrem reflexão interna dentro da gota (região B) e saem para o ar após passar por uma segunda refração (região C). Posteriormente, com a experiência de Newton com prismas, foi possível explicar corretamente a decomposição das cores da luz branca. A figura não está desenhada em escala e, por simplicidade, estão representados apenas os raios violeta e vermelho, mas deve-se considerar que entre eles estão os raios das outras cores do espectro visível.

Sobre esse assunto, avalie as seguintes afirmativas:

1. O fenômeno da separação de cores quando a luz sofre refração ao passar de um meio para outro é chamado de dispersão.
2. Ao sofrer reflexão interna, cada raio apresenta ângulo de reflexão igual ao seu ângulo de incidência, ambos medidos em relação à reta normal no ponto de incidência.
3. Ao refratar na entrada da gota (ponto A na figura), o violeta apresenta menor desvio, significando que o índice de refração da água para o violeta é menor que para o vermelho.

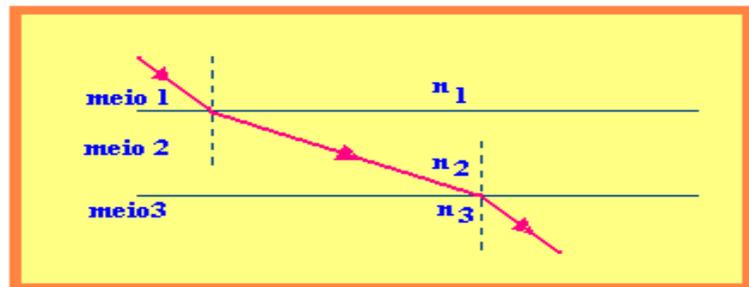


Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

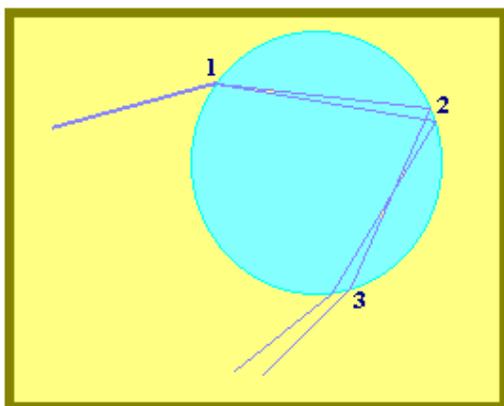
QUESTÃO 3: (UFF) Um raio de luz monocromática atravessa três meios ópticos de índices de refração absolutos n_1 , n_2 e n_3 , conforme a figura. Sendo paralelas as superfícies de separação do meio 2 com os outros dois meios, é correto afirmar que:

- a) $n_1 > n_2 > n_3$
- b) $n_1 > n_3 > n_2$
- c) $n_2 > n_3 > n_1$
- d) $n_2 > n_1 > n_3$
- e) $n_3 > n_1 > n_2$



QUESTÃO 4: (VUNESP) A figura representa, esquematicamente, a trajetória de um feixe de luz branca atravessando uma gota de água. É dessa forma que se origina o arco-íris.

- a) Que fenômenos ópticos ocorrem nos pontos 1, 2 e 3?
- b) Em que ponto, ou pontos, a luz branca se decompõe, e por que isso ocorre?



6

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

OBJETIVO:

- Apresentar os conceitos gerais sobre lentes e óptica da visão, como os aspectos geométricos, tipos de lentes, partes do olho e a relação das cores e a visão.



SEXTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

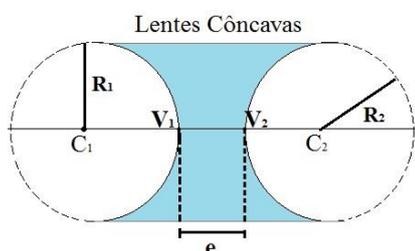
LENTEs

Lentes esféricas

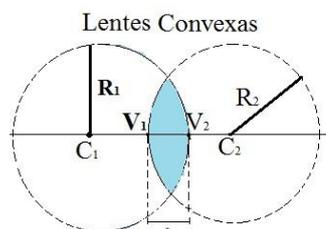
Lente esférica é o sistema óptico constituído de três meios homogêneos e transparentes, sendo que as fronteiras entre cada par sejam duas superfícies esféricas ou uma superfície esférica e uma superfície plana, denominadas faces da lente. Considere o segundo meio sendo a lente e o primeiro e terceiro meio iguais.

Elementos geométricos de uma lente esférica

- C_1 e C_2 : centros de curvatura das faces esféricas;
- R_1 e R_2 : raios de curvatura das faces esféricas;
- Eixo principal da lente: onde estão contidos C_1 e V_1 ;
- e : espessura da lente;
- V_1 e V_2 : vértices da lente.



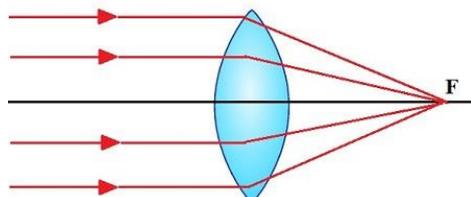
Fonte²¹



Tipos de lentes

Quanto ao comportamento de um feixe de luz, ao ser incidido sobre uma lente, podemos caracterizá-las como divergentes ou convergentes, dependendo principalmente dos índices de refração da lente e do meio.

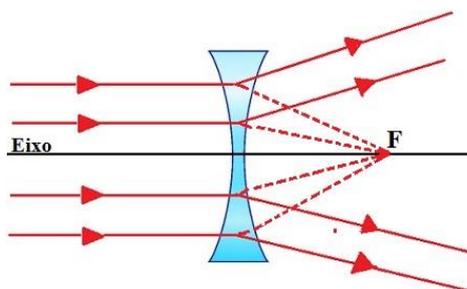
Lentes Convergentes: os raios refratados convergem para um só ponto.



²¹ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lentes-1.htm>

Fonte²²

Lentes Divergentes: os raios refratados divergem como se partissem de um mesmo ponto virtual.



Fonte²³

Resumo dos tipos de lentes

Bordos finos	Bordos grossos
Biconvexa	Bicôncava
Plano-convexa	Plano-côncava
Côncavo-convexa	Convexo-côncava
O nome da lente termina com a palavra convexa.	O nome da lente termina com a palavra côncava.

Fonte²⁴

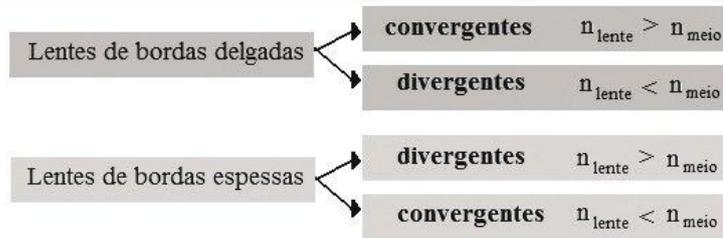
O comportamento divergente ou convergente de uma lente é resultado da combinação do meio em que a lente se encontra e o tipo de material em que ela é constituída. Se o material que constitui a lente for mais refrigente que o meio em que ela se encontra, a lente de bordas finas comporta-se como convergente e a de bordas espessas, como divergente. No entanto, quando o meio externo é mais refrigente que o material da lente, ocorre o inverso: as lentes de bordas finas comportam-se como divergentes e as de bordas espessas como convergentes.

Resumindo:

²² Disponível em: <https://s2.static.brasilecola.uol.com.br/img/2014/09/lente%20convergente.jpg>

²³ Disponível em: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/img/2014/09/lente%20divergente.jpg>

²⁴ Disponível em: <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/content/pictures/2002-21-123-13-i001.jpg>



Fonte²⁵

Focos de uma lente

Uma lente possui um par de focos principais: foco principal objeto (**F**) e foco principal imagem (**F'**). Ambos se localizam sobre o eixo principal e são simétricos, podendo ser real ou virtual. Distância focal (f) é a distância entre um dos focos principais e o centro óptico. Quando a lente é convergente usa-se distância focal positiva ($f > 0$) e para uma lente divergente se usa distância focal negativa ($f < 0$). O dobro da distância focal do centro óptico é denominado pontos antiprincipais. Vergência (**V**) é a unidade caracterizada como o inverso da distância focal, ou seja:

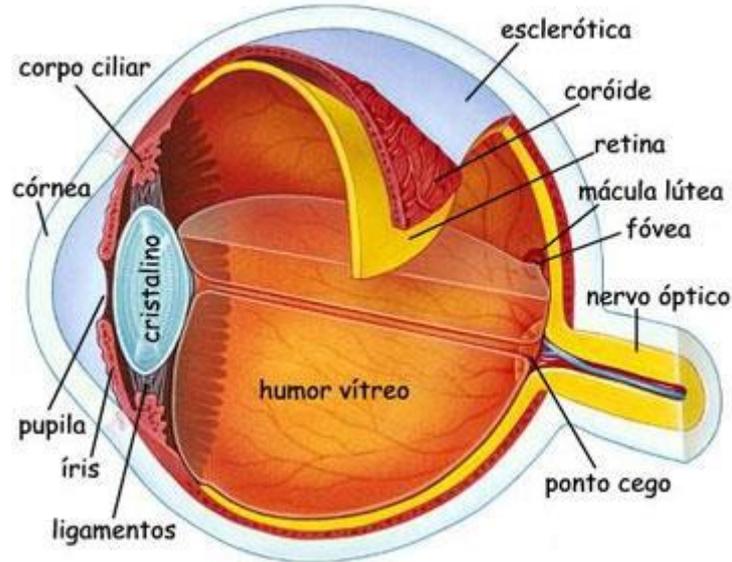
$$V = \frac{1}{f}$$

A unidade utilizada para caracterizar a vergência no Sistema Internacional de Medidas é a dioptria (di) que equivale ao inverso do metro. A dioptria equivale à medida de “grau” utilizada por quem usa óculos.

O nosso olho é uma lente?

Todo o conjunto que compõe a visão humana é chamado globo ocular. A luz incide na córnea e converge até a retina, formando as imagens.

²⁵ Disponível em: https://blogdoenem.com.br/apostilas/MDIII_Fisica_williann-web-resources/image/figura_38_opt.jpeg

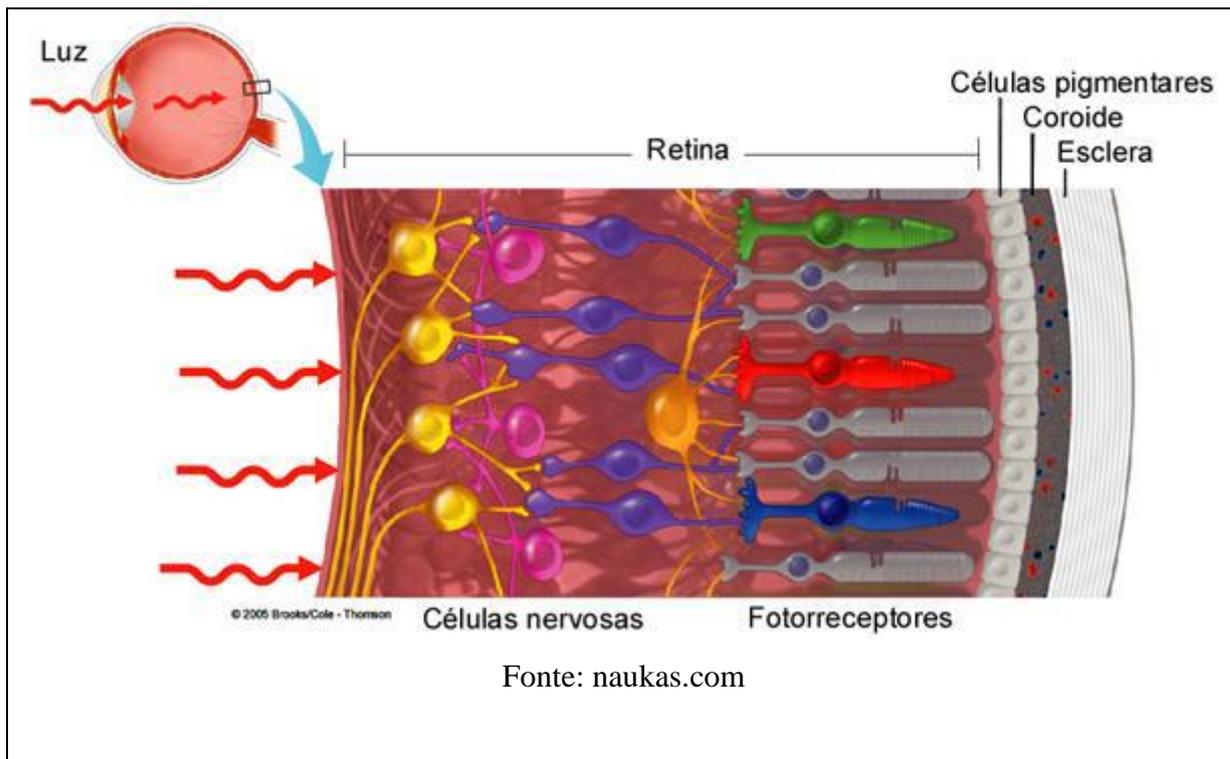


Fonte: explicatorium.com

Consideramos o olho como uma lente convergente. Em ambientes com grande luminosidade, a pupila pode atingir um diâmetro de até 1,5mm, fazendo com que entre menos luz no globo ocular, protegendo a retina de um possível ofuscamento. Já em ambientes mais escuros, a pupila se dilata, atingindo diâmetro de até 10 mm.

Como enxergamos as cores?

A retina apresenta função de receber e transmitir imagens para o cérebro e, para isso, as células que lhe ajudam são os bastonetes e os cones. Há cerca de 125 milhões de bastonetes e cones dentro da retina. Os bastonetes são os mais numerosos (proporção de 18 para 1) e funcionam mesmo com pouca luz (conseguem detectar um único fóton), criando imagens em preto e branco na penumbra. Mas quando há bastante luz (por exemplo, a luz do dia ou luz artificial numa sala), são os cones que entram em ação e nos dão a capacidade de ver cores e detalhes de objetos. Cada tipo de cone percebe uma frequência luminosa diferente. Nós, seres humanos, possuímos três tipos diferentes de cones que respondem a três frequências diferentes: luz azul, luz verde e luz vermelha. Possuímos até seis milhões de cones na nossa retina. As informações recebidas pelos bastonetes e cones são transmitidas, interpretam as mensagens enviadas e reenviam essas informações para o cérebro pelo nervo óptico.



Você sabia?

Uma pomba percebe mais cores do que um humano, pois apresenta cinco tipos diferentes de cones. A borboleta possui quatro tipos diferentes de cones. Uma determinada espécie de camarão tem pelo menos doze classes de células sensíveis à cor e provavelmente é o animal que mais cores percebe. Agora os cachorros, têm apenas dois tipos de cones e por isso sua visão é dicromática. Nos cães, estão presentes os cones das seguintes cores: violeta (que para nós é o azul) e o, amarelo esverdeado (que para nós é o vermelho).

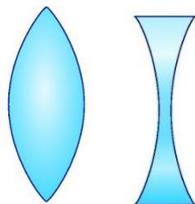


Fonte²⁶

²⁶ Disponível em: <https://www.farejadordecaes.com.br/wp-content/uploads/cores-que-os-caes-enxergam.jpg>

QUESTÕES

QUESTÃO 1: Na figura, as lentes são de vidro especial cujo índice de refração absoluto é de 2.

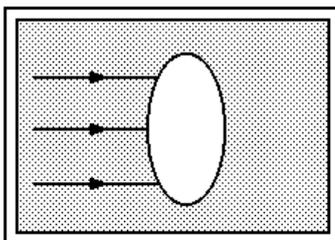


a) Qual o comportamento de cada lente ao ser colocado no vácuo?

b) Indique o comportamento de cada uma ao ser colocada num líquido de índice de refração absoluto de 2,2?

QUESTÃO 2: (Unaerp) Uma bolha de ar imersa em vidro apresenta o formato da figura. Quando três raios de luz, paralelos a atingem, observa-se que seu comportamento óptico é de uma:

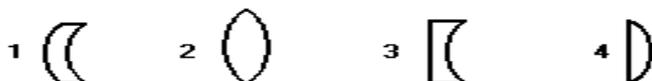
- a) lente convergente.
- b) lente divergente.
- c) lâmina de faces paralelas.
- d) espelho plano.
- e) espelho convexo.



QUESTÃO 3: (PUC-MG) A lente da historinha do Bidu pode ser representada por quais das lentes cujos perfis são mostrados a seguir?

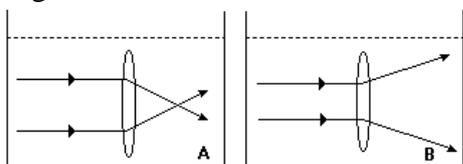


Criação de Maurício de Souza



- a) 1 ou 3
- b) 2 ou 4
- c) 1 ou 2
- d) 3 ou 4
- e) 2 ou 3

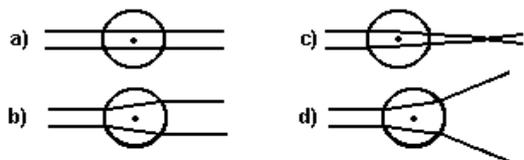
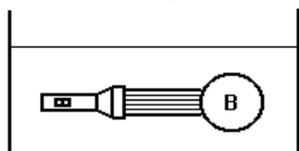
QUESTÃO 4: (Cesgranrio) Uma lente biconvexa é imersa dois líquidos A e B, comportando-se, ora como lente convergente, ora como lente divergente, conforme indicam as figuras a seguir.



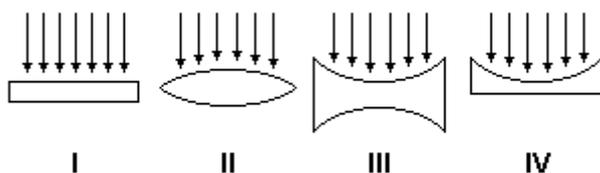
Sendo n_A , n_B e n_C , os índices de refração do líquido A, do líquido B e da lente, respectivamente, então é correto afirmar que:

- a) $n_A < n_B < n_C$ b) $n_A < n_C < n_B$ c) $n_B < n_A < n_C$ d) $n_B < n_C < n_A$ e) $n_C < n_B < n_A$

QUESTÃO 5: (UERJ) No interior de um tanque de água, uma bolha de ar (B) é iluminada por uma lanterna também imersa na água, conforme mostra a figura a seguir. A trajetória de dois raios luminosos paralelos que incidem na bolha, está melhor ilustrada em:



QUESTÃO 6: (UERJ) As figuras abaixo representam raios solares incidentes sobre quatro lentes distintas.



Deseja-se incendiar um pedaço de papel, concentrando a luz do sol sobre ele. A lente que seria mais efetiva para essa finalidade é a de número:

- a) I b) II c) III d) IV

QUESTÃO 7: (UFRRJ) É sabido que lentes descartáveis ou lentes usadas nos óculos tradicionais servem para corrigir dificuldades na formação de imagens no globo ocular e que desviam a trajetória inicial do feixe de luz incidente na direção da retina. Sendo assim, o fenômeno físico que está envolvido quando a luz atravessa as lentes é a

- a) reflexão especular.
b) difração luminosa.
c) dispersão.
d) refração luminosa.

7

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

OBJETIVO:

- Compreender a formação de imagens em lentes esféricas através de uma atividade experimental.



SÉTIMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

LABORATÓRIO

LENTE ESFÉRICAS

I- Objetivos

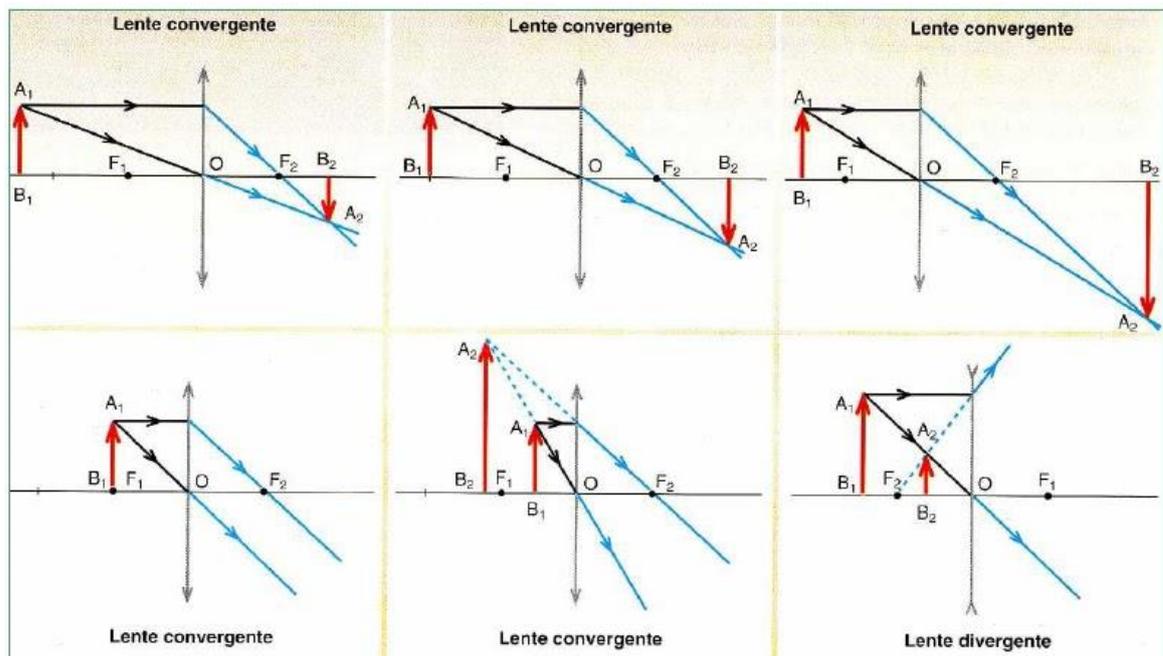
- Estudo da formação de imagens em lentes esféricas;
- Verificação da validade experimental da Lei de Gauss;
- Construir os esquemas experimentais relativos à formação de imagens em lentes esféricas.

II- Material

- Suportes
- Lentes esféricas bi-convexas e bi-côncavas ($f = 100$ cm)
- vela/fósforo
- anteparo

III- Quadro teórico

Em seguida encontram-se esquemas da formação de imagens A' para diversos posicionamentos do objeto A junto a uma lente bi-convexa e bi-côncava: distante, no centro de curvatura, entre o centro de curvatura e o foco, no foco, entre o foco e o vértice.



Fonte²⁷

²⁷https://www.google.com.br/search?tbm=isch&sa=1&ei=65TKW4fEH4aVwgS9vJ64CQ&q=imagens+lentes+convergente&oeq=imagens+lentes+convergente&gs_l=img..0j0i5i30k1j0i8i30k1i2.340452.344298.0.344607.12.12.0.0.0.160.1526.0j12.12.0....0...1c.1.64.img..0.12.1522...0i30k1.0.EyUL-Z4ITQk#imgdii=JV__YtZwgSOMbM:&imgcr=jT8x_JI1Eb4-SM:

IV- Procedimento Experimental

Procure reproduzir experimentalmente os esquemas teóricos apresentados no quadro anterior.

V- Questões

QUESTÃO 1: Reproduza em um papel milimetrado os desenhos correspondentes à formação de imagens de acordo com os experimentos realizados.

QUESTÃO 2: Quais casos correspondem à formação de uma imagem real?

QUESTÃO 3: Quais casos correspondem à formação de uma imagem virtual?

QUESTÃO 4: Em quais casos não há formação de imagem? Qual o nome dessa 'imagem'? Onde o objeto se localiza nesse caso?

QUESTÃO 5: Em qual situação o objeto e a imagem possuem o mesmo tamanho?

8

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

OBJETIVO:

- Apresentar as equações das lentes, o estudo analítico e a convenção de sinais.
- Compreender os principais distúrbios de visão e como corrigi-los.

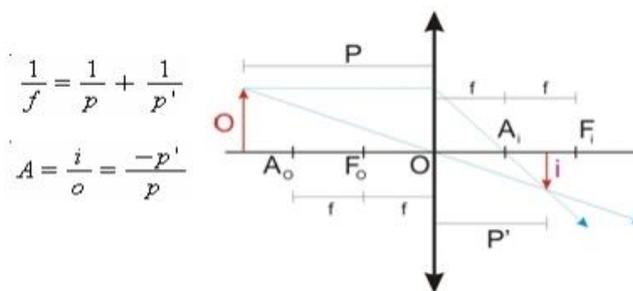


OITAVA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

AULA DIALOGADA/QUESTÕES

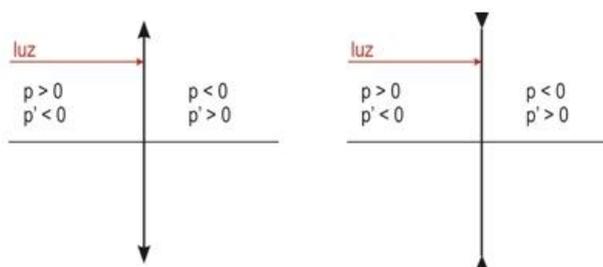
ESTUDO ANALÍTICO DAS LENTES

Para o estudo analítico das lentes, é comum utilizar o referencial de Gauss, que se refere a dois eixos distintos: um para abscissas do objeto (Ox) e outro para abscissas da imagem (Ox'). O eixo de ordenadas (Oy) é perpendicular ao eixo principal e tem origem no centro óptico da lente.



Fonte²⁸

1.3 Convenção de sinais:



Fonte²⁹

- $F > 0 \rightarrow$ lente convergente;
- $F < 0 \rightarrow$ lente divergente;
- $p > 0 \rightarrow$ objeto real;
- $p < 0 \rightarrow$ objeto virtual;
- $p' > 0 \rightarrow$ imagem real;
- $p' < 0 \rightarrow$ imagem virtual;
- $o > 0 \rightarrow$ objeto para cima;
- $o < 0 \rightarrow$ objeto para baixo;

²⁸ Disponível em: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/08/full-1-75d6e1dae4.jpg>

²⁹ Disponível em: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/08/full-1-980b2a0fd2.jpg>

$i > 0 \rightarrow$ imagem para cima;
 $i < 0 \rightarrow$ imagem para baixo;
 $A > 0 \rightarrow$ imagem direita em relação ao objeto;
 $A < 0 \rightarrow$ imagem invertida em relação ao objeto.

Exemplos:

1. (ITASP - Adaptada) Um objeto tem altura $h_o = 20$ cm e está situado a uma distância $d_o = 30$ cm de uma lente. Esse objeto produz uma imagem virtual de altura $h_i = 4,0$ cm. Qual a distância da imagem à lente, a distância focal e o tipo de lente?

Resolução

$$A = \frac{i}{o} \Rightarrow A = \frac{4}{20} \Rightarrow A = \frac{1}{5}$$

$$A = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{-p'}{30} \Rightarrow p' = -6 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{-6} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1-5}{30} \Rightarrow$$

$$f = -7,5 \text{ cm} \Rightarrow$$

A lente é divergente.

2- (UFES) Um objeto de altura $AB = 10$ cm é colocado a uma distância de 20 cm de uma lente. Verifica-se a formação de uma imagem virtual do objeto, com altura $A'B' = 5$ cm.

- Qual a distância da imagem à lente?
- Qual é a distância focal e o tipo da lente?

Resolução

$$\left. \begin{array}{l} i = 5 \text{ cm} \\ o = 10 \text{ cm} \end{array} \right\} A = \frac{i}{o} \Rightarrow A = \frac{5}{10} \Rightarrow A = \frac{1}{2}$$

$$A = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{-p'}{20} \Rightarrow p' = -10 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-10}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1-2}{20} \Rightarrow \frac{1}{f} = -\frac{1}{20} \Rightarrow f = -20 \text{ cm}$$

A lente é divergente.

DISTÚRBIOS VISUAIS

Miopia: O míope apresenta dificuldades de enxergar objetos distantes. A correção da miopia é feita com a utilização de lentes divergentes.

Hipermetropia: A pessoa com hipermetropia apresenta dificuldades de enxergar objetos próximos, pois a imagem é formada além da retina. A correção é possível usando uma lente convergente.

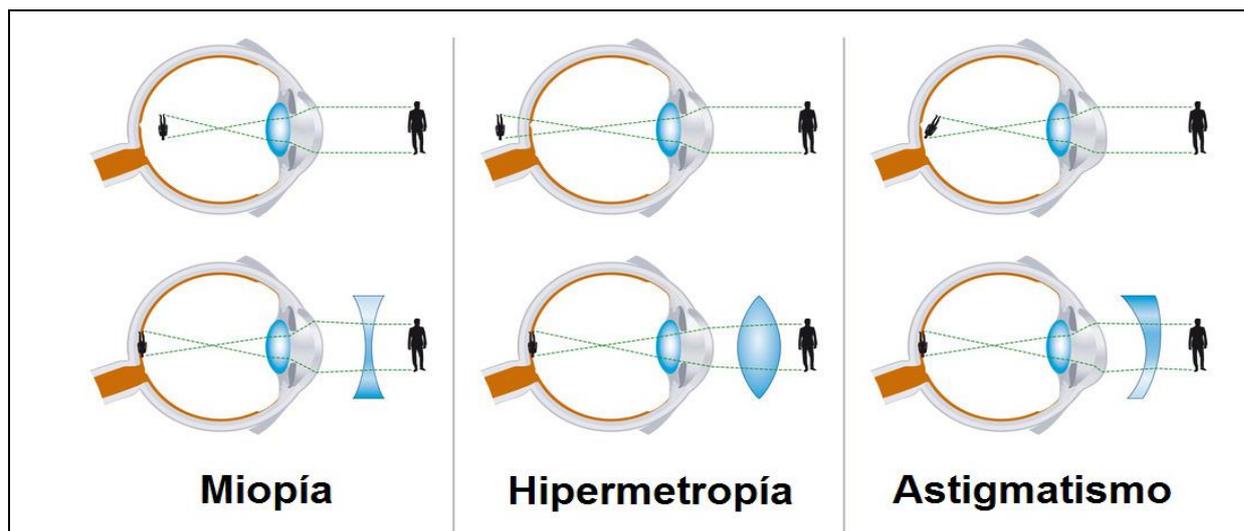
Astigmatismo: Consiste no fato de que as superfícies que compõem o globo ocular apresentam diferentes raios de curvatura. A correção é feita com a utilização de lentes cilíndricas.

Presbiopia: A presbiopia ocorre com o envelhecimento da pessoa, ocasionando o relaxamento dos músculos. A correção nesse caso se dá com a utilização de lentes bifocais.

Estrabismo: É uma anomalia que consiste no desvio do eixo óptico do globo ocular, a correção é feita com o uso de lentes prismáticas.

Você sabia?

Quando um objeto é colocado à frente do olho, sua imagem será formada sobre um anteparo, a retina. A imagem formada na retina é invertida e extremamente reduzida, apresentando um diâmetro de 0,25 mm, porém o nosso cérebro consegue interpretar corretamente ao estímulo recebido.



Fonte³⁰

O que é o Daltonismo?

Daltonismo é conhecido também como discromatopsia ou discromopsia. Ele é considerado um distúrbio da visão que interfere na percepção das cores, principalmente a dificuldade para distinguir o vermelho e o verde e, com menos frequência, o azul e o amarelo. Em maior ou menor grau, essa é a única alteração visual que os daltônicos apresentam. Um grupo muito pequeno, porém, tem visão acromática, ou seja, só enxerga tons de branco, cinza e preto.

O daltonismo é um distúrbio causado por um gene recessivo localizado em uma determinada região do cromossomo sexual X. Ele é mais comum em homens, pois a mulher precisa herdar o cromossomo alterado tanto do pai quanto da mãe.

QUESTÕES

QUESTÃO 1: (UNESP) Dispõe-se de uma tela, de um objeto e de uma lente convergente com distância focal de 12 cm. Pretende-se, com auxílio da lente, obter na tela uma imagem desse objeto cujo tamanho seja 4 vezes maior que o do objeto.

a) A que distância da lente deverá ficar da tela?

³⁰ Disponível em: <http://www.neovisao.com/wp-content/uploads/2017/01/1-miopia-hipermetropia-astigmatismo.jpg>

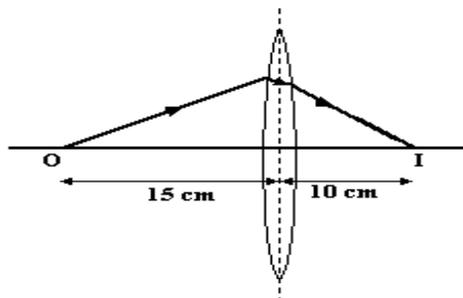
b) A que distância da lente deverá ficar do objeto?

QUESTÃO 2: (UNESP) Uma pessoa, com certa deficiência visual, utiliza óculos com lentes convergentes. Colocando-se um objeto de 0,6 cm de altura a 25,0 cm da lente, é obtida uma imagem a 100 cm da lente. Considerando que a imagem e o objeto estão localizados do mesmo lado da lente, calcule:

- a) a convergência da lente, em dioptrias.
- b) a altura da imagem do objeto, formada pela lente.

QUESTÃO 3: (UNESP) Uma lupa utilizada para leitura é confeccionada com uma lente delgada convergente, caracterizada por uma distância focal f . Um objeto é colocado a uma distância $0,8 f$, medida a partir da lente. Se uma letra de um texto tem altura 1,6 mm, determine o tamanho da letra observado pelo leitor.

QUESTÃO 4: (UNESP) Na figura, estão representados, esquematicamente, o perfil de uma lente esférica delgada, de vidro, imersa no ar, e a trajetória de um raio de luz que parte de um ponto O do eixo principal, atravessa a lente e passa novamente pelo eixo principal no ponto I.



- A lente da figura é convergente ou divergente? Justifique sua resposta.
- Admitindo-se válidas as condições de estigmatismo de Gauss, calcule a distância focal dessa lente.

QUESTÃO 5: Suponhamos que um objeto é colocado a 60 cm de uma lente esférica do tipo convergente. Tal lente possui distância focal igual a 20 cm. Calcule a distância da imagem à lente.

9

SEMINÁRIO SOBRE INSTRUMENTOS ÓPTICOS

OBJETIVO:

- Apresentar os instrumentos ópticos construídos pelos alunos;
- Compreender o funcionamento e a importância dos instrumentos ópticos.



NONA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

SEMINÁRIOS SOBRE INSTRUMENTOS ÓPTICOS

Na primeira aula, por ocasião da primeira atividade investigativa, foi realizada a divisão de dois grupos, os quais deveriam construir instrumentos ópticos e explicar seu funcionamento como sendo a nona atividade investigativa:

EQUIPE 1: MICROSCÓPIO;

EQUIPE 2: LUNETAS.

Os roteiros de construção de cada instrumento são listados a seguir:

EQUIPE 1: Microscópio caseiro com *webcam*

MATERIAIS:

- 1 *webcam*;
- Madeira ou papelão firme 15cm x 15cm;
- Papel Pluma/*Foam board* 20cm x 30cm;
- 1 Parafuso com porca compatível;
- Fita *Silver Tape*;
- Massa adesiva ou *Durepóxi*;
- Cola quente em bastão;
- Elásticos de dinheiro;
- Estilete;
- Tesoura;
- Chave de fenda pequena;
- Pistola de cola quente.

PROCEDIMENTOS:

Será necessário seguir os seguintes passos:

Pegue uma *webcam* que esteja em bom estado de funcionamento e com os *drivers* devidamente instalados no computador. É recomendável utilizar o modelo de *webcam* que permite ajuste manual do foco, pois consegue gerar imagens de maior qualidade.

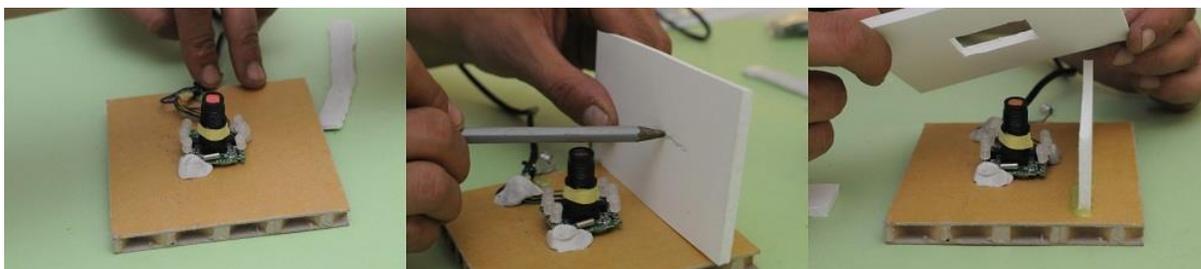
Agora é necessário desmontá-la com cuidado e com a câmera aberta, você irá retirar a parte óptica, libertando a lente, conforme mostra a imagem abaixo:



Fonte³¹

Em seguida, você irá inverter a lente, ou seja, a parte que antes ficava para fora da câmera, ficará apontada para dentro. Para prender nessa posição, utilize cola quente ou fita *silver tape*. Depois, teste para verificar se está tudo funcionando perfeitamente, conectando a *webcam* modificada ao computador. Aponte a câmera para a própria tela no dispositivo, bem próxima. O resultado será uma imagem ampliada da tela do computador.

No entanto, construir uma base firme para que o microscópio tenha estabilidade na hora de ampliar uma imagem. Para isso, você poderá utilizar um pedaço de aproximadamente 15 x 15 cm de madeira ou papelão grosso e utilizar a *durepóxi* para fixar a *webcam* modificada no centro da placa, ou também pode ser utilizado outro material:



Fonte³²

Com o papel pluma, construa uma parede lateral e marque nela a altura da lente para depois realizar o corte. Use cola quente para fixar essa parede lateral. Com o restante de papel pluma, construa a parte de cima com uma abertura para a lente. Fixe tudo com cola quente.

³¹ Disponível em: <https://imagens.canaltech.com.br/197900.418128-DIY-Micro-002.jpg>

³² Disponível em: <https://imagens.canaltech.com.br/197906.418136-DIY-Micro-003.jpg>



Fonte³³

Fixe, também com cola quente, a porca do parafuso na posição indicada na imagem anterior e encaixe o parafuso até que ele toque a plataforma inferior. Posicione também os elásticos para dar mais firmeza e estabilidade.

Caso seja necessário, você pode acoplar uma pequena lâmpada de LED ao microscópio para melhorar a iluminação e conseguir imagens mais detalhadas.



Fonte³⁴

Para melhor compreensão na confecção do microscópio, assista ao vídeo disponível no *youtube*:

<https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY>

EQUIPE 2: Luneta caseira

MATERIAIS:

- 1 tampa de garrafa *pet*;
- 1 cap de 50mm (ver figura em seguida);
- 1 disco de cartolina;

³³ Disponível em: <https://imagens.canaltech.com.br/197908.418142-DIY-Micro-004.jpg>

³⁴ Disponível em: <https://imagens.canaltech.com.br/197912.418148-DIY-Micro-005.jpg>

- Tubo PVC de 50mm (será necessário 12 cm do tubo) ;
- 2 cantoneiras;
- Fitas adesivas de feltro;
- Fita adesiva de dupla face;
- Conta-gotas;
- Luva PVC de 50mm;
- Tesoura;
- Lente de 2 graus;
- 40 cm de tubos PVC de 50mm e de 40mm;
- Lente ocular.

O resumo dos materiais está demonstrado na imagem abaixo:



Fonte³⁵

PROCEDIMENTOS:

Será necessário seguir os seguintes passos:

Inicialmente, você irá colar o feltro com a fita adesiva em apenas uma das extremidades dos canos de 50 mm e 40 mm de diâmetro, colocando-os um dentro do outro para que os mesmos deslizem, como mostram na figura em seguida:

³⁵ Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/files/2014/06/Telesc%C3%B3pio-caseiro-material-necess%C3%A1rio.jpg>



Fonte³⁶

Agora, coloque a lente objetiva na extremidade do cano de 50 mm, juntamente com o disco de cartolina, também de 50 mm e com um furo interno de 20 mm. Ajuste a lente com a luva de 50 mm no cano e proteja esta lente com o cap de 50 mm.



Fonte³⁷

Agora, corte o conta-gotas ao meio, retire sua tampa e coloque a lente ocular. Enrosque a tampa por sobre a lente e corte o seu bico, deixando à mostra a lente, sem permitir que ela caia. Coloque o conta-gotas na abertura de 40 mm da luneta.



Fonte³⁸

Para fazer o suporte que segura à luneta, basta fazer um corte longitudinal no tubo de 12 cm e um furo na parte anterior do suporte para ser colocado o parafuso e as cantoneiras. Acople o conjunto na garrafa *pet*, a qual servirá de sustento para a luneta. Enrosque a tampa

³⁶ Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/files/2014/06/telesc%C3%B3pio-passo-a-passo-1.jpg>

³⁷ Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/files/2014/06/telesc%C3%B3pio-passo-a-passo-2.jpg>

³⁸ Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/files/2014/06/telesc%C3%B3pio-passo-a-passo-3.jpg>

na garrafa *pet* com água e está pronto o Telescópio Caseiro.



Fonte³⁹

RESUMO SOBRE OS INSTRUMENTOS ÓPTICOS

Há diversos instrumentos ópticos, dentre quais podemos citar: microscópio, telescópio, projetores, lupa, câmera fotográfica, óculos, lentes etc.

Máquina fotográfica: É um instrumento óptico que projeta e armazena uma imagem sobre um anteparo e funciona de forma semelhante ao olho humano. Possui um sistema de lentes, denominado objetiva, que se comporta como uma lente convergente e forma uma imagem real e invertida do material fotografado.

Lupa: É o instrumento constituído por uma lente convergente que produz uma imagem virtual e ampliada de um objeto.

Microscópio Composto: Utilizada para aumentar uma imagem com duas lentes convergentes: a objetiva e a ocular. As lentes têm a distância focal na ordem dos centímetros.

Luneta astronômica: Utilizada para ampliar uma imagem que está bem longe com as lentes convergentes objetiva e ocular. **Luneta terrestre:** Igual à luneta terrestre, a única diferença é a lente ocular que será divergente. Assim a imagem final será direita, e não invertida.

Projetor de slides: O projetor de slides tem funcionamento inverso ao da máquina fotográfica. A lente convergente conjuga, para um pequeno slide bem iluminado, uma imagem real, ampliada e projetada sobre um anteparo.

³⁹ Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/files/2014/06/telesc%C3%B3pio-passo-a-passo-4.1.jpg>

10

AVALIAÇÃO/MAPAS CONCEITUAIS

OBJETIVO:

- Confeccionar mapas conceituais sobre refração da luz e lentes esféricas;
- Realizar uma avaliação para verificar o conhecimento dos alunos sobre os assuntos abordados na sequência didática.



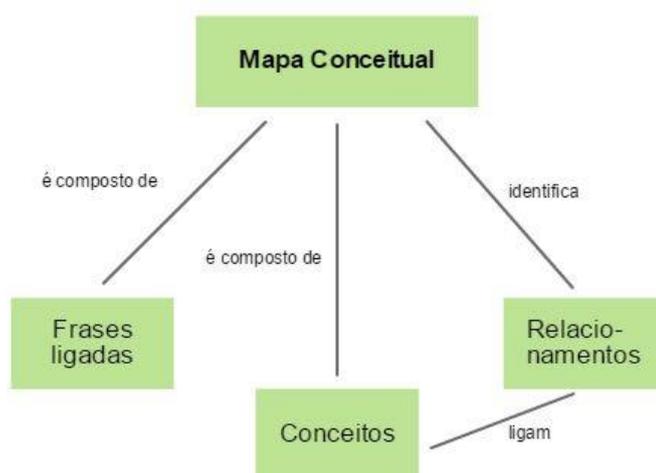
DÉCIMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

AVALIAÇÃO E MAPA CONCEITUAL

Atividade com mapa conceitual

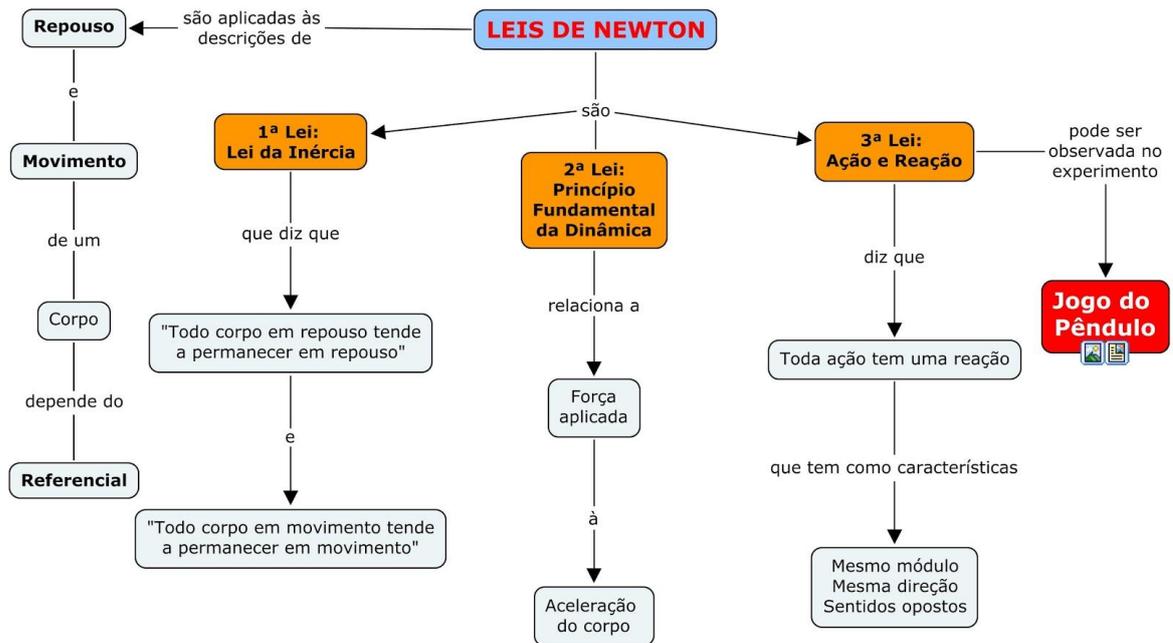
Será realizada agora uma atividade envolvendo mapa conceitual com os principais conceitos usados durante as atividades investigativas. Os temas principais são **refração** e **lentes**.

Em seguida são apresentados um esquema e dois exemplos de mapas conceituais. Qualquer dúvida, seu professor está à disposição.

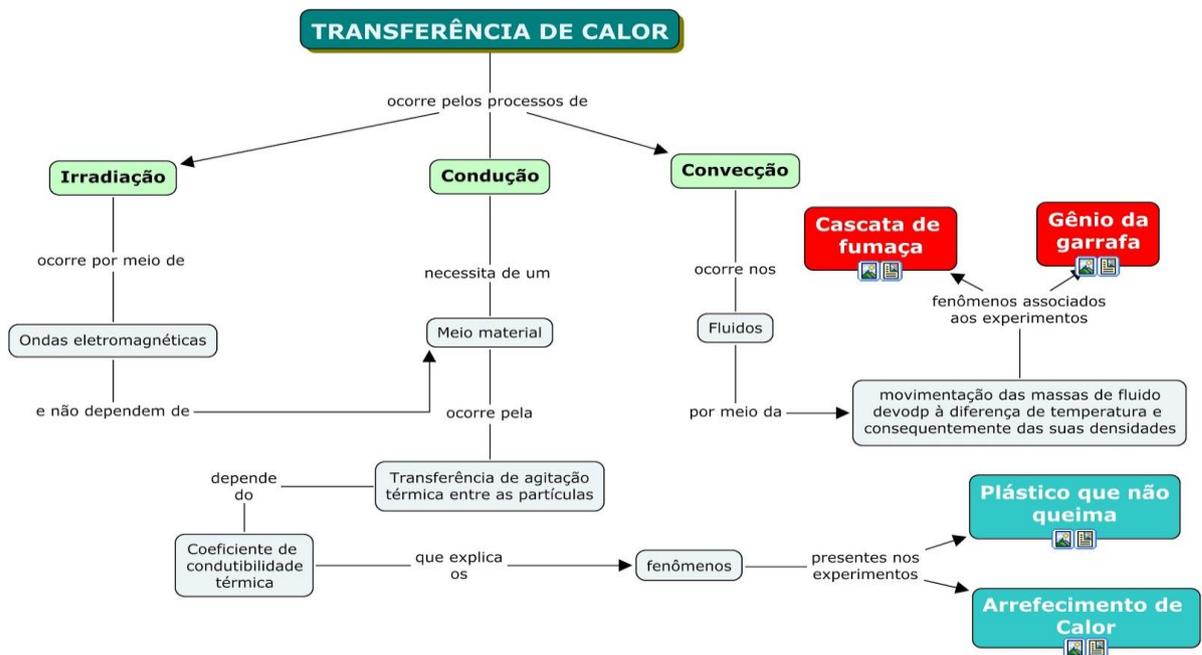


Fonte⁴⁰

⁴⁰ Disponível em: <https://www.significados.com.br/mapa-conceitual/>



Fonte⁴¹



Fonte⁴²

Vamos agora fazer o nosso?

⁴¹ Disponível em: http://experimentandofisica.blogspot.com/2012/12/mapas-conceituais_10.html

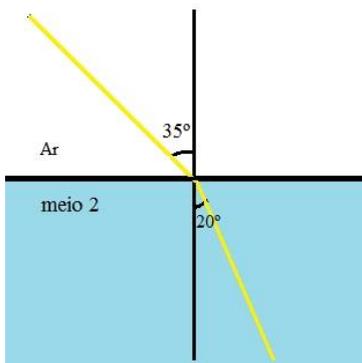
⁴² Disponível em: http://experimentandofisica.blogspot.com/2012/12/mapas-conceituais_10.html



AVALIAÇÃO

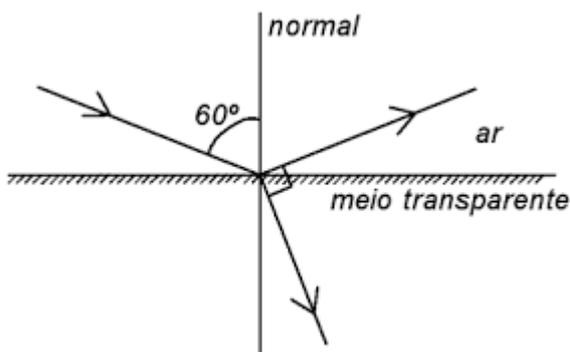
QUESTÃO 1: (FMU-SP) O índice de refração de um meio é a razão da velocidade da luz no vácuo em relação a velocidade da luz naquele meio. Um raio de luz passa no vácuo, onde sua velocidade é $3 \cdot 10^8$ m/s, para um líquido, onde a velocidade passa a ser $2,4 \cdot 10^8$ m/s, qual será o índice de refração do líquido?

QUESTÃO 2: Um raio de luz atravessa a interface entre o ar e um líquido desconhecido, mudando sua direção conforme mostra a figura abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, calcule o índice de refração do líquido. Dados: $\text{sen}35^\circ = 0,57$ e $\text{sen}20^\circ = 0,34$.



QUESTÃO 3: (UFRJ) Um raio luminoso que se propaga no ar ($n_{\text{ar}} = 1$) incide obliquamente sobre um meio transparente de índice de refração n , fazendo um ângulo de 60° com a normal. Nessa situação, verifica-se que o raio refletido é perpendicular ao raio refratado, como ilustra a figura. Calcule o índice de refração n do meio.

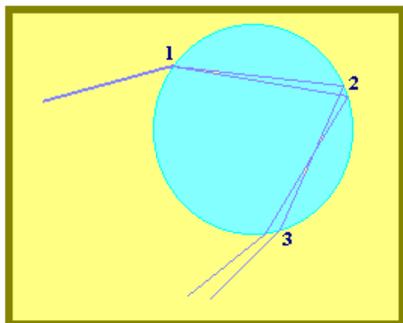
Dados: $\text{sen}60^\circ = 0,87$, $\text{sen}30^\circ = 0,5$ e $\text{sen}90^\circ = 1$.



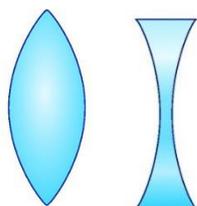
QUESTÃO 4: (VUNESP) A figura representa, esquematicamente, a trajetória de um feixe de luz branca atravessando uma gota de água. É dessa forma que se origina o arco-íris.

a) Que fenômenos ópticos ocorrem nos pontos 1, 2 e 3?

b) Em que ponto, ou pontos, a luz branca se decompõe, e por que isso ocorre?



QUESTÃO 5: Na figura, as lentes são de vidro especial cujo índice de refração absoluto é de 2.



a) Qual o comportamento de cada lente ao ser colocado no vácuo?

b) Indique o comportamento de cada uma ao ser colocada num líquido de índice de refração absoluto de 2,2.

QUESTÃO 6: (UNESP) Dispõe-se de uma tela, de um objeto e de uma lente convergente com distância focal de 12 cm. Pretende-se, com auxílio da lente, obter na tela uma imagem desse objeto cujo tamanho seja 4 vezes maior que o do objeto.

a) A que distância da lente deverá ficar da tela?

b) A que distância da lente deverá ficar do objeto?

QUESTÃO 7: (UERJ-RJ) Um estudante possui uma lente convergente de 20 cm de distância focal e quer queimar uma folha de papel usando essa lente e a luz do sol. Para conseguir seu intento de modo mais rápido, qual deve ser a distância da folha em relação à lente?



APÊNDICE I GABARITOS

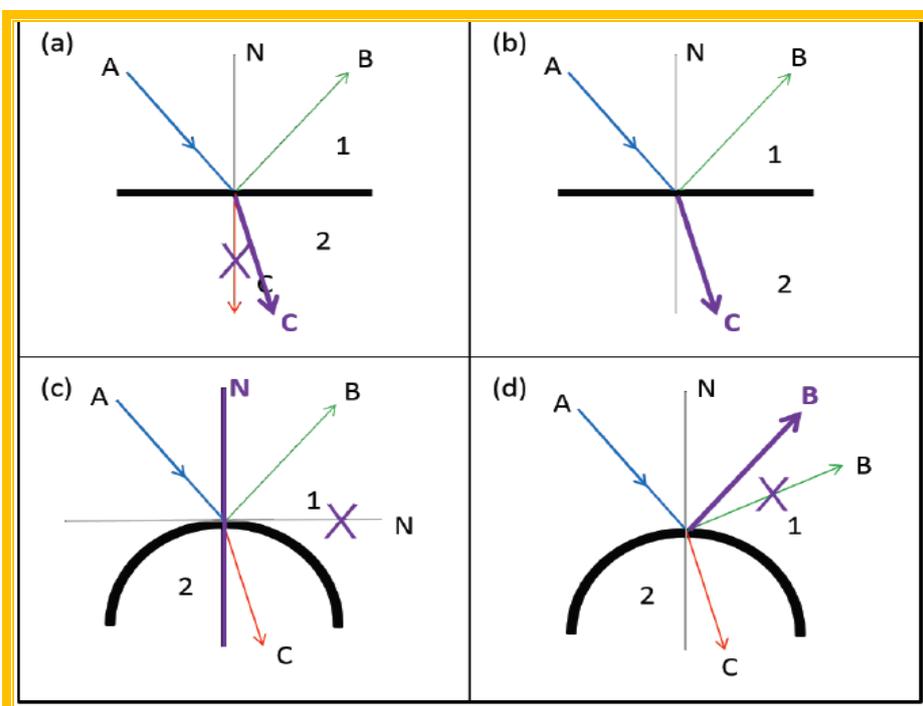


TERCEIRA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Questão 1:

- a) vidro, pois seu índice de refração é maior.
- b) pois, a luz passou de um menos refringente para mais refringente.
- c) mesma frequência.
- d) $n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$,
 $1 \cdot \sqrt{2} / 2 = n_2 \cdot 1/2$
 $n_2 = \sqrt{2} = 1,4$.
- e) $v = 2,1 \cdot 10^8$ m/s
- f) ar, pois seu índice de refração é menor.
- g) ar, pois sua velocidade é maior.

Questão 2:



QUARTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA – EXPERIMENTO VIRTUAL

Questão 1:

- $n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$,
- $1 \cdot \text{sen}30^\circ = n_2 \cdot \text{sen}22^\circ$,

$$1,0,5 = n_2 \cdot 0,37$$

$$n_2 \approx 1,4$$

Questão 2:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$1 \cdot \text{sen}45^\circ = 1,4 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$1,0,7 = n_2 \cdot 1,4$$

$$\theta_2 \approx 30^\circ$$

Questão 3:

Como $n_{\text{vidro}} > n_{\text{água}}$, o ângulo refratado será maior que o ângulo de incidência.

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$1,5 \cdot \text{sen}60^\circ = 1,33 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$\theta_2 \approx 78^\circ$$

Questão 4:

Como $n_{\text{vidro}} > n_{\text{água}}$, a velocidade será $v_{\text{vidro}} < v_{\text{água}}$. Pois, a velocidade é inversamente proporcional ao índice de refração do meio. A frequência da luz não sofre mudança;

Questão 5:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$n_1 \cdot \text{sen}60^\circ = 1,5 \cdot \text{sen}54^\circ,$$

$$n_1 \approx 1,4.$$

Questão 6:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2,$$

$$n_1 \cdot \text{sen}30^\circ = 1,5 \cdot \text{sen}53^\circ,$$

$$n_1 \approx 2,4.$$

Questão 7: Ocorre o processo de reflexão total, pois a luz atravessa um meio mais refringente para menos refringente e um ângulo maior que o ângulo limite.

QUARTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA – EXPERIMENTO FÍSICO

Questão 1:

θ_1	θ_1'	θ_2	$n = \text{sen } \theta_1 / \text{sen } \theta_2$
30°	30°	20°	1,46
45°	45°	28°	1,5
60°	60°	36°	1,47

90°	90°	42°	1,49
0°	0°	0°	NÃO EXISTE

Questão 2:

Os valores são iguais.

Questão 3:

Se afasta da normal.

Questão 4:

A relação foi a mesma.

Questão 5:

Por causa da normal.

Questão 6:

O raio laser é formado por partículas de luz (fótons) concentradas e emitidas em forma de um feixe contínuo. Para fazer isso, é preciso estimular os átomos de algum material a emitir fótons. Essa luz é canalizada com a ajuda de espelhos para formar um feixe.

QUINTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Questão 1: LETRA D. Em n_2 o ângulo é menor que em n_1 , logo n_2 é mais refringente, sendo assim a velocidade de propagação da luz no meio é menor.

Questão 2: LETRA C.

Questão 3: LETRA B.

Questão 4:

a) 1 – Dispersão, 2 – Reflexão, 3 – Refração

b) A dispersão ocorre no ponto 1. A causa da dispersão é o fato de o índice de refração absoluto da água ser diferente para cada frequência de luz, o que acarreta desvios diferentes.

SEXTA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Questão 1:

a) O índice de refração no vácuo é $n = 1,0$ e o do vidro das lentes é $n = 2,0$. Assim, teremos que $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$.

L_1 tem bordas finas e é convergente;

L_2 tem bordas espessas e é divergente.

b) O índice de refração do líquido é $n = 2,2$, enquanto o do vidro das lentes é $n = 2,0$. Assim, teremos $n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$. Em relação ao comportamento anterior, haverá inversão:

L_1 tem bordas finas e é divergente;

L_2 tem bordas espessas e é convergente.

Questão 2: Letra B

A luz propaga-se de um meio com maior índice de refração (vidro) para um meio com menor índice de refração (ar). Nesse caso, a bolha de ar, que tem formato biconvexo, não será convergente, mas divergente.

Questão 3: Letra B

Questão 4: Letra B

Questão 5: Letra D

Questão 6: Letra B

Questão 7: Letra D

OITAVA ATIVIDADE INVESTIGATIVA

Questão 1:

A lente é convergente porque a imagem é maior que o objeto e porque é projetada e conseqüentemente real e invertida.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{4p} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{5}{4p} = \frac{1}{12}$$

$$p = 15$$

$$p' = 4 \cdot p$$

$$p' = 60\text{cm}$$

Questão 2:

a)

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{0,25} + \frac{1}{-1} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{3}{1} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{3}m$$

$$C = \frac{1}{f}$$

$$C = 3di$$

b)

$$\frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

$$\frac{i}{0,006} = \frac{-1}{0,25}$$

$$i = 0,024m = 2,4cm$$

Questão 3:

$$\frac{1}{0,8f} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{0,8f} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{p'}$$

$$\frac{-0,2}{0,8f} = -\frac{1}{p'}$$

$$p' = 4f$$

$$\frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

$$\frac{i}{1,6} = \frac{-4f}{0,8f}$$

$$i = 8mm$$

Questão 4:

a) Lente convergente – lentes de vidro no ar, de bordas finas são convergentes ou, observe que , após se refratarem na lente os raios de luz convergem para o eixo principal.

b)

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{15} + \frac{1}{10} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{25}{150} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{150}{25}$$

$$f = 6 \text{ cm}$$

Questão 5:

Como a lente é do tipo convergente, temos que a distância do objeto à lente e a distância focal são positivos, $p = + 60 \text{ cm}$ e $f = + 20 \text{ cm}$. Para o cálculo da distância da imagem à lente, temos:

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{60} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = +30 \text{ cm}$$

Aplicando a equação do aumento linear, temos:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow A = -\frac{+30}{60} \Rightarrow A = -\frac{1}{2}$$

AValiação - Gabarito

Questão 1:

$$n = \frac{c}{v},$$

$$n = \frac{3}{2,4},$$

$$n = 1,25.$$

Questão 2:

Para encontrar o índice de refração do líquido, devemos utilizar a Lei de Snell:

$$n_{\text{ar}} \cdot \text{sen}\theta_1 = n_{\text{líquido}} \cdot \text{sen}\theta_2$$

Substituindo os dados, temos:

$$1 \cdot \text{sen}35^\circ = n_{\text{líquido}} \cdot \text{sen}20^\circ,$$

$$1 \cdot 0,57 = n_{\text{líquido}} \cdot 0,34,$$

$$n_{\text{líquido}} = \frac{0,57}{0,34},$$

$$0,34$$

$$n_{\text{liquido}} = 1,67.$$

Questão 3:

$$n_{\text{ar}} \cdot \text{sen}\theta_1 = n_{\text{transparente}} \cdot \text{sen}\theta_2$$

Substituindo os dados, temos:

$$1 \cdot \text{sen}60^\circ = n_{\text{transparente}} \cdot \text{sen}30^\circ,$$

$$1 \cdot 0,87 = n_{\text{transparente}} \cdot 0,5$$

$$n_{\text{transparente}} = 0,87/0,5$$

$$n_{\text{transparente}} = 1,7$$

Questão 4:

a) 1 – Dispersão, 2 – Reflexão, 3 – Refração

b) A dispersão ocorre no ponto 1. A causa da dispersão é o fato de o índice de refração absoluto da água ser diferente para cada frequência de luz, o que acarreta desvios diferentes.

Questão 5:

a) O índice de refração no vácuo é $n = 1,0$ e o do vidro das lentes é $n = 2,0$. Assim, teremos que $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$.

L_1 tem bordas finas e é convergente;

L_2 tem bordas espessas e é divergente.

b) O índice de refração do líquido é $n = 2,2$, enquanto o do vidro das lentes é $n = 2,0$. Assim, teremos $n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$. Em relação ao comportamento anterior, haverá inversão:

L_1 tem bordas finas e é divergente;

L_2 tem bordas espessas e é convergente.

Questão 6:

A lente é convergente porque a imagem é maior que o objeto e porque é projetada e conseqüentemente real e invertida.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{4p} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{5}{4p} = \frac{1}{12}$$

$$p = 15$$

$$p' = 4 \cdot p$$

$$p' = 60\text{cm}$$

Questão 7:

Toda luz que vem do sol chega praticamente paralela na Terra e, os raios paralelos incidentes na lente, refratam através dela e saem na direção do foco, portanto, colocando o papel a 20 cm da lente, no foco, é onde irá concentrar os raios de luz fazendo o papel pegar fogo mais rapidamente.

APÊNDICE II

TUTORIAL SOBRE O SIMULADOR PHET



A Universidade do Colorado (EUA) desenvolveu o Projeto Simulações Interativas *PHET*, o qual fornece inúmeras simulações sob Licença *Creative Commons – Atribuição 3.0* – e da Licença Pública Geral *Creative Commons GNU (Creative Commons GNU General Public License)*. O usuário pode escolher qualquer das duas opções, no entanto, ambas exigem licença em atribuir o trabalho a: simulações Interativas *PHET – Universidade do Colorado* – <http://phet.colorado.edu>. Essas simulações são livremente usadas e redistribuídas por qualquer pessoa física e estão disponíveis em português no site [//phet.colorado.edu/pt_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR). O *PHET* disponibiliza simulações em java (ou .jar) para disciplinas das áreas de conhecimentos da ciência da natureza e matemática.

Abrindo o *site*, o usuário visualizará a seguinte página:

PhET
INTERACTIVE SIMULATIONS

University of Colorado Boulder

ENTRAR REGISTRO

SIMULAÇÕES INTERATIVAS EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Mais de 360 milhões de simulações distribuídas.

Entre aqui e simule

Professor, registre-se aqui

Energy State Park: Basics

Física

O Que é PhET?

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As sims PhET baseam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

INTERAJA, DESCOBRA, APRENDA!

Recursos para Professores

Ver Atividades
Partilhe suas Atividades
Dicas de uso PhET

DOE HOJE

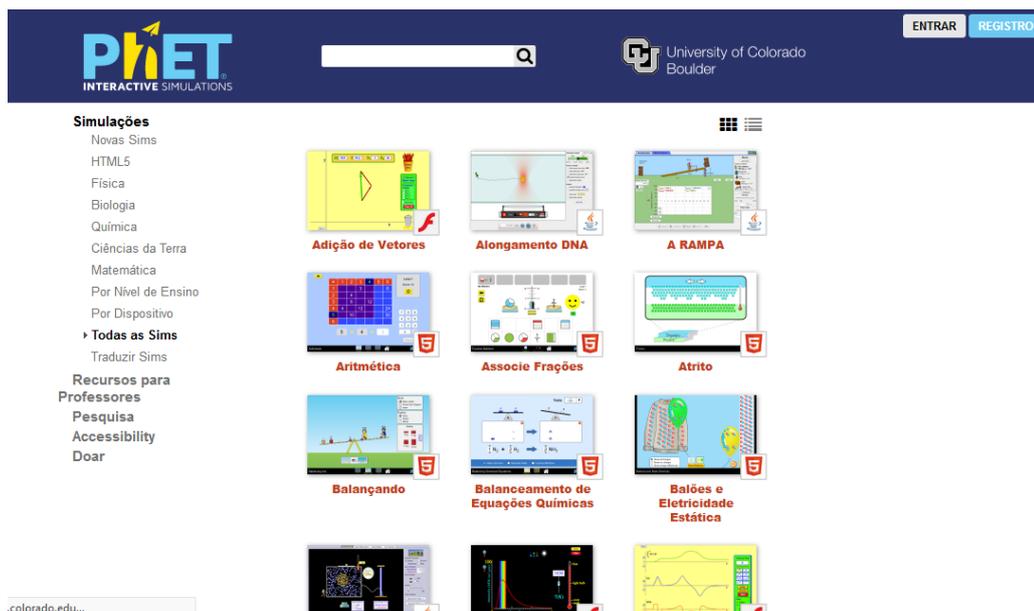
PhET é apoiado por...

Theresa Neill
STRATEGY + DESIGN

e nossos outros patrocinadores, incluindo educadores como você.

Fonte: phet.colorado.edu (2019).

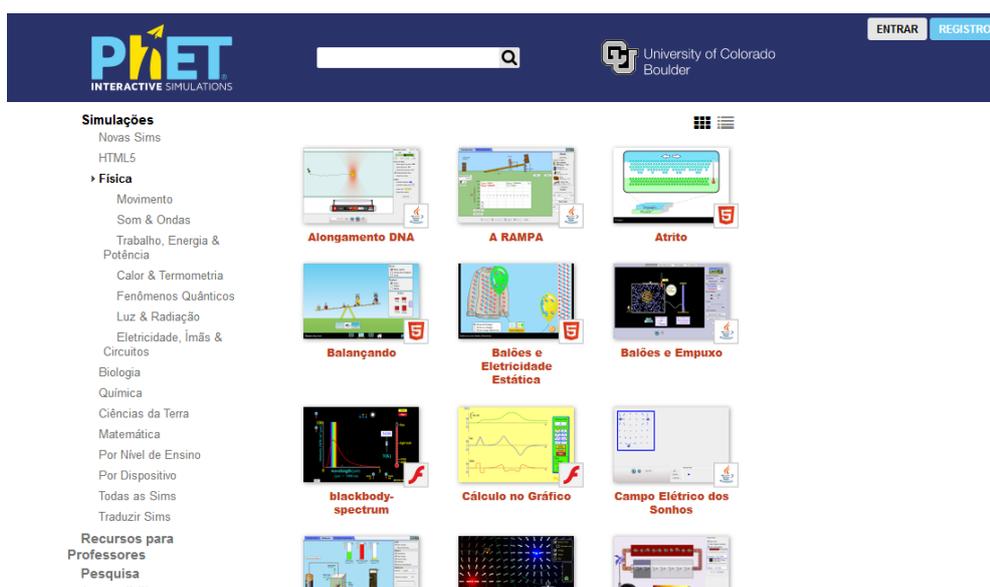
Caso o professor deseje, poderá registrar e ter acesso aos manuais e atualizações que são enviadas por e-mail do usuário cadastrado. Porém, é possível acessar as simulações sem se cadastrar. Clicando na opção “Entre aqui e simule”, abrirá a seguinte página:



Fonte: phet.colorado.edu (2019).

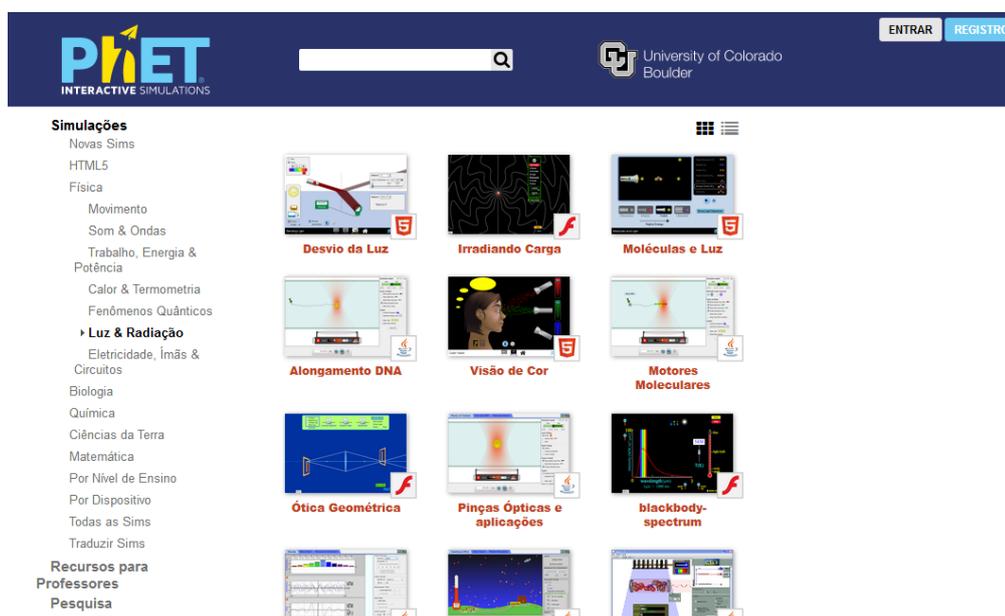
No lado esquerdo, o usuário poderá escolher as simulações por disciplinas: física, química, ciência da terra e matemática. Além disso, poderá abranger por nível de ensino, o qual encontrará as simulações agrupadas em quatro categorias: primário, ensino fundamental, ensino médio e universidade, e também por dispositivos, apresentando duas opções: *iPad/Tablet* e *Chromebook*.

Clicando na opção física, apresentará 98 simulações relacionadas nessa disciplina agrupadas em cinco categorias (movimento, som e ondas, trabalho, energia e potência, calor e termometria, fenômenos quânticos, luz e radiação, eletricidade, ímãs e circuitos) para facilitar a procura do simulador desejado.



Fonte: phet.colorado.edu (2019).

Clicando a opção “Luz e Radiação”, o usuário será encaminhado para a seguinte página:



Fonte: phet.colorado.edu (2019).

O simulador utilizado nesse produto educacional é o denominado “Desvio da Luz”, a primeira opção de simuladores, como mostra a figura. Para usar esse simulador, basta o professor seguir as orientações contidas nesse produto educacional, na quarta atividade investigativa.

Portanto, essas simulações devem ser aplicadas em sala de aula, auxiliando o professor na discussão dos conteúdos relacionados e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.

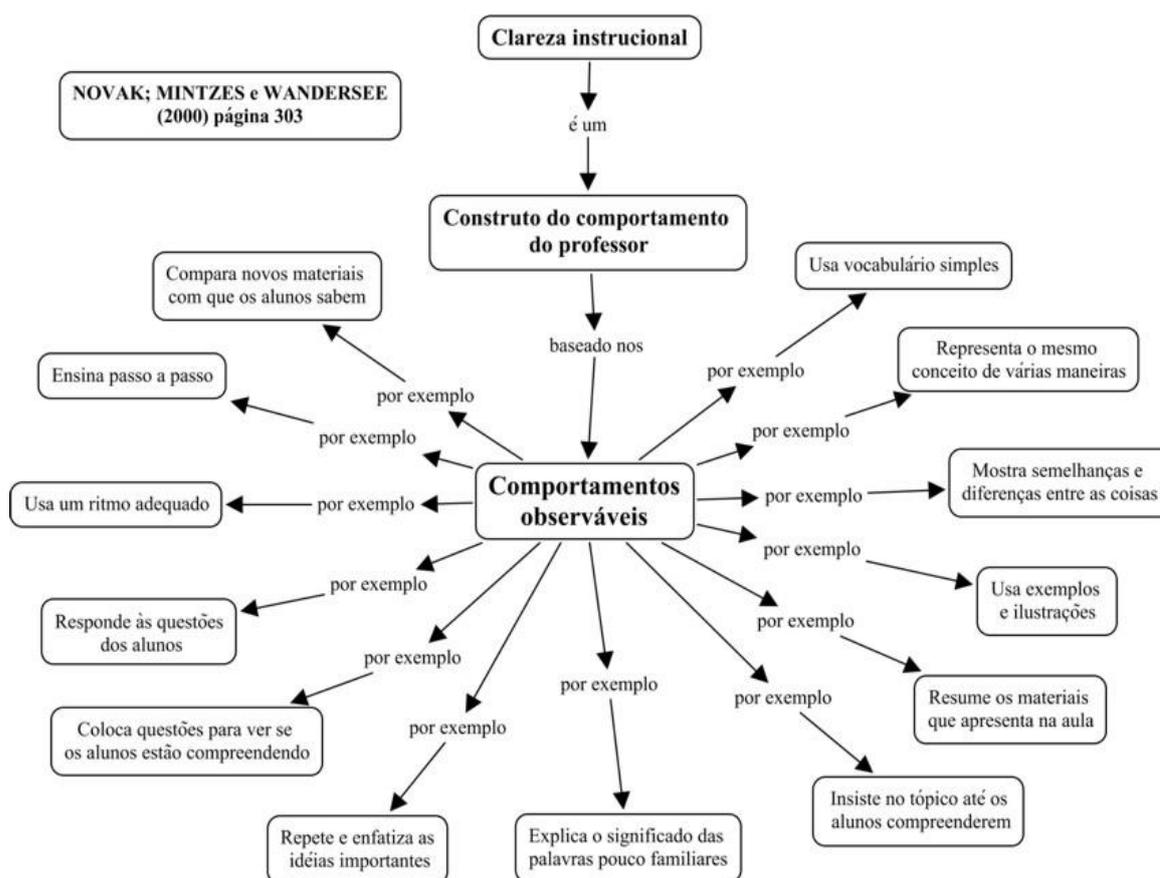
APÊNDICE III

TUTORIAL SOBRE MAPA CONCEITUAL



Há uma grande variedade de mapas conceituais que apresentam finalidades distintas. Alguns desses mapas são mais propensos pela sua facilidade de elaboração, enquanto outros pela clareza e até pela hierarquia de ideias e conceitos. A seguir, serão expostos três tipos de mapas conceituais.

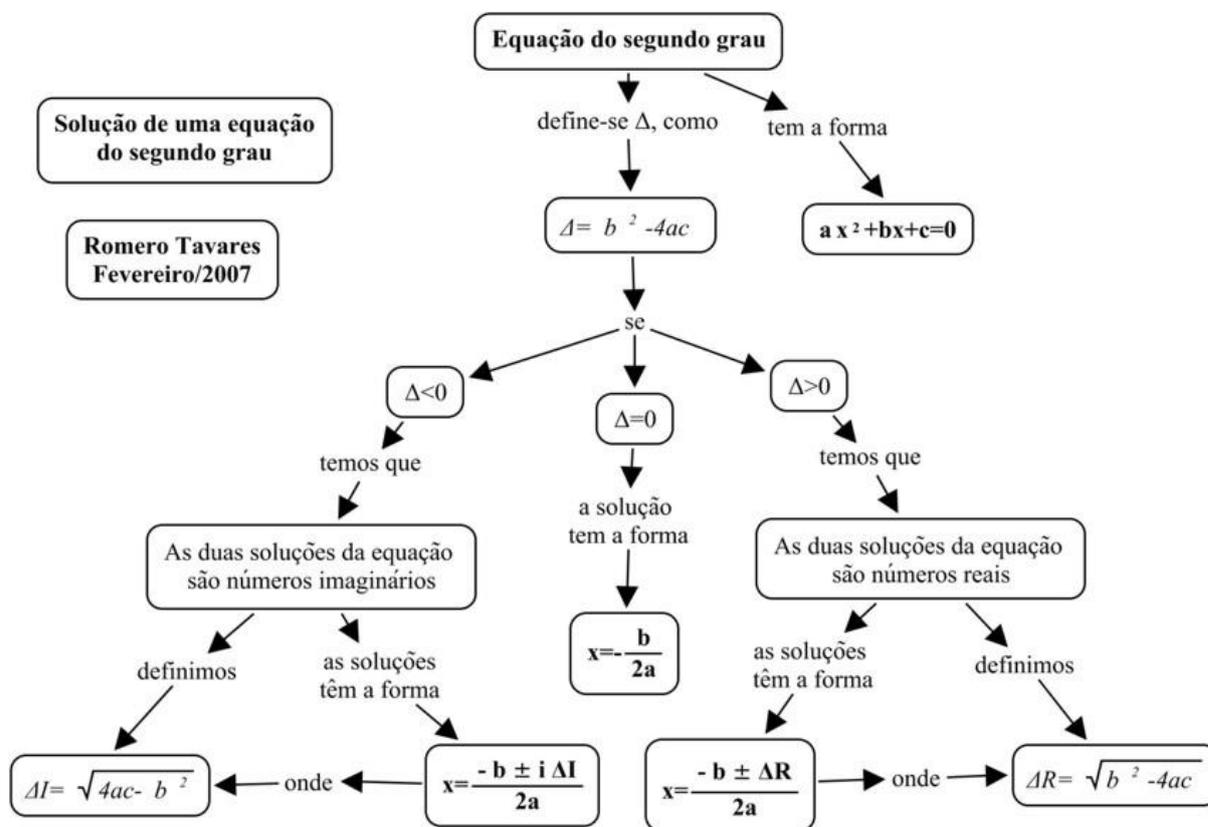
O mapa conceitual do tipo **teia de aranha** é estruturado colocando o conceito central no meio do mapa e os demais conceitos irradiando a partir dele. São mapas fáceis de serem elaborados, pois não há preocupação em hierarquia dos conceitos e relações entre eles. No entanto, esse mapa não mostra a opinião do aluno sobre a relação dos conceitos usados na confecção do mapa.



Fonte: Tavares (2007).

Os mapas conceituais do tipo **fluxograma** são elaborados de forma linear e são utilizados para mostrar cada passo de um procedimento, incluindo um ponto inicial e um

ponto final. São mapas fáceis de ler e organizados de forma sequencial, no entanto, sem pensamento crítico, não apresenta preocupação em explicar determinado assunto.

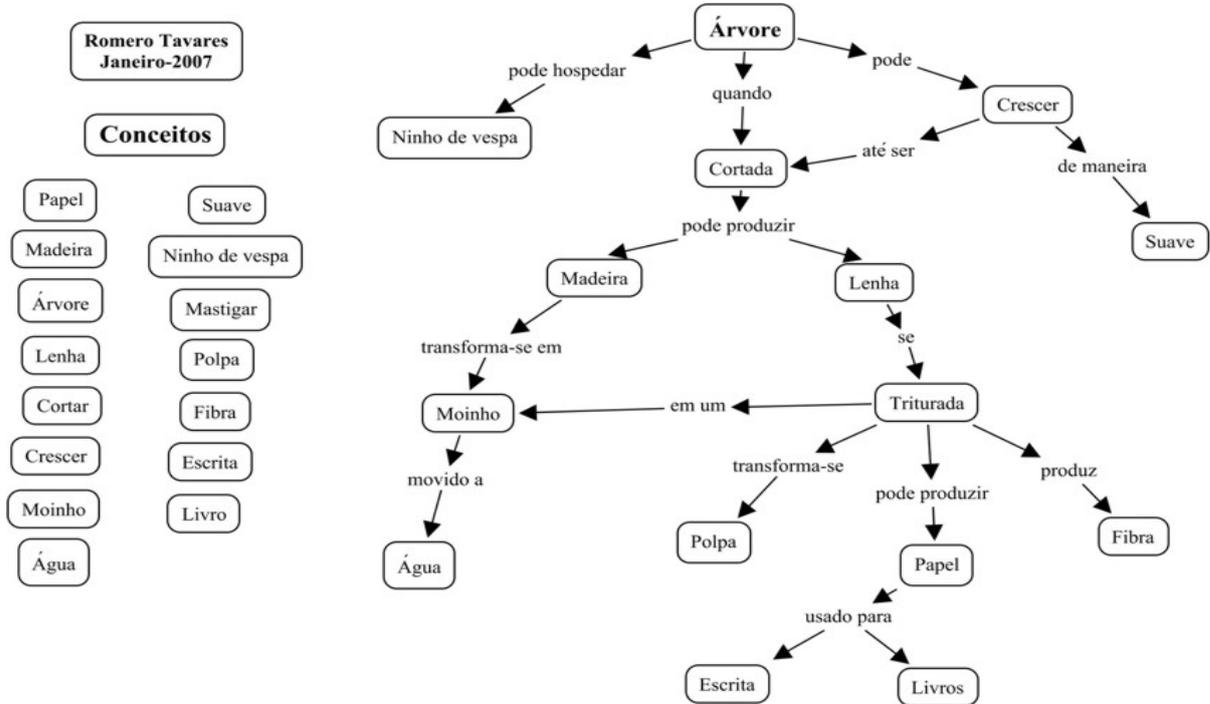


Fonte: Tavares (2007).

Por fim, o mapa conceitual **hierárquico** no qual a informação é apresentada em uma ordem hierárquica de conceitos. A informação mais importante (inclusiva) é colocada na parte superior. Os conceitos mais inclusivos estão indicados e os conceitos menos inclusivos estão inter-relacionados. Esses tipos de mapas são mais difíceis de serem elaborados, pois expõe a estrutura cognitivo do aluno sobre o assunto.

Um BOM mapa começa com uma boa seleção de conceitos relacionados ao tema principal. Cada conceito pode estar relacionado a mais de um outro conceito. A existência de grande número de conexões entre os conceitos revela a familiaridade do autor com o tema considerado. Mesmo que ele não tenha feito a escolha dos conceitos a serem mapeados, ele conseguirá perceber as relações entre eles se tiver algum domínio sobre o tema. Podemos exercitar as habilidades dos alunos na construção de mapas fornecendo seis ou oito conceitos chave que sejam fundamentais para compreender um tema que se quer cobrir, e pedir aos estudantes que elaborem um mapa

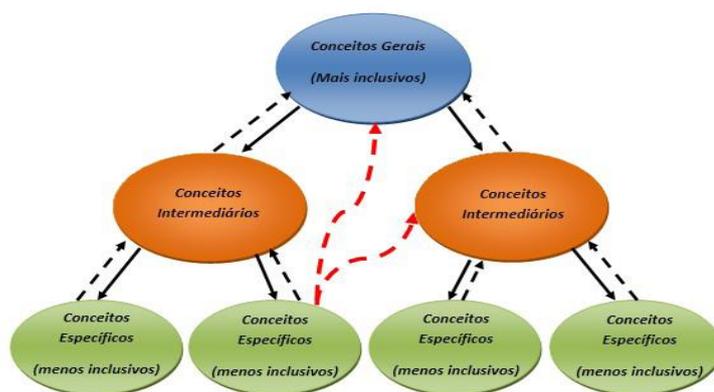
conceitual que relacione tais conceitos, e que acrescentem conceitos adicionais relevantes e os ligue de modo a formarem proposições que tenha sentido (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 56).



Fonte: Tavares (2007).

Os mapas conceituais, portanto, permitem uma construção hierárquica dos conceitos abordando e exploram dois princípios programáticos da Teoria da Aprendizagem Significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 113).

O princípio de Ausubel da diferenciação progressiva estabelece que a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (ligações preposicionais). Assim, os conceitos nunca são “finalmente aprendidos”, mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tornados mais explícitos e inclusivos à medida que se forem progressivamente diferenciando. A aprendizagem é o resultado de uma mudança do significado da experiência, e os mapas conceituais são um método de mostrar, tanto ao aluno como ao professor, que ocorreu realmente uma reorganização cognitiva (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 114).



Fonte: Moreira; Masini (2001, p. 33, adaptado).

APÊNDICE IV

REFERÊNCIAS



MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n°.2, p. 43-63, 2011.

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

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. *Ciências e Cognição*, v.12, p. 72-85, 2007.

