

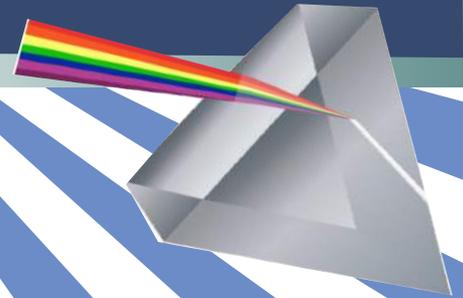
Alana Cruz de Sousa

Alexsandro Silvestre Rocha



Física Óptica

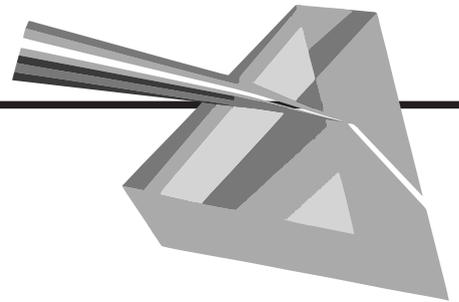
Aprenda e faça você mesmo!



Experimentos de óptica montáveis
baseados em materiais de baixo custo

Física Óptica

Aprenda e faça você mesmo!



Experimentos de óptica montáveis
baseados em materiais de baixo custo

Ficha Técnica

Universidade Federal do Tocantins
Campus de Araguaína

Autores:

Alana Cruz de Sousa
Alexsandro Silvestre Rocha

**Projeto gráfico, formatação, capa, produção gráfica,
ilustrações e texto:**

Alana Cruz de Sousa

Sumário

Introdução	4
1. Câmera Escura	5
2. Periscópio: funcionamento e prática	9
3. Formação de imagem do corpo extenso	11
4. Associação de dois espelhos plano	13
5. Caleidoscópio	16
6. Reflexão da luz em espelhos esféricos	20
7. Polarização da luz	23
8. Lupa	26
9. Imagem em movimento	28
10. Ilusão de Óptica	31

Introdução

Física Óptica: aprenda e faça você mesmo! é um guia prático recomendado tanto para leigos como para profissionais da área. É importante destacar que a leitura do mesmo não faculta a utilização de um bom livro didático.

Nosso objetivo é que você, leitor, “ponha a mão na massa”, explore, monte e desmonte com praticidade experimentos simples de óptica. Esperamos ainda que tais atividades práticas sejam ferramentas mediadoras para o trabalho em grupo de forma que todos os envolvidos possam construir juntos o conhecimento e associa-los aos fenômenos estudado e as experiências cotidianos.

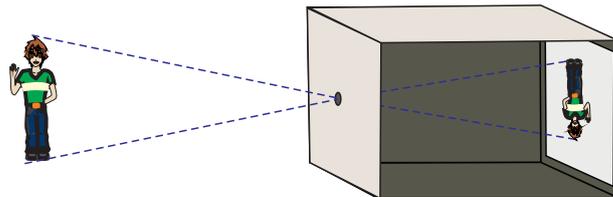
Os experimentos propostos neste livro foram desenvolvidos com materiais de baixo custo e testados rigorosamente. Ao todo são dez atividades práticas que trabalham desde os princípios da óptica geométrica aos estudos da óptica da visão.

O conteúdo é apresentado com o auxílio dos questionamentos que o personagem, Artur, faz em todos os capítulos. Em cada capítulo é possível encontrar uma introdução que procura responder resumidamente do que se trata o assunto abordado. Seguido da seção “faça você mesmo!” que procura instigá-lo a pensar sobre o experimento e por último a seção “passo a passo” com instruções para a montagem do experimento.

Os pré-requisitos para o início das atividades propostas são a curiosidade e o desejo de se divertir – algo que todos nós temos.

1) Câmara Escura

A câmara escura é um equipamento óptico simples que foi utilizado como base da invenção da fotografia no século XIX. Consiste numa caixa de paredes internas opacas com um pequeno orifício no canto (conforme a ilustração ao lado).



Graças ao princípio de propagação retilíneo da luz no qual os raios emitidos ou refletidos por um objeto externo passam pelo orifício e atinjam a superfície interna, formando uma imagem real e invertida (enantiomorfa) na tela (ocular da câmara). Neste experimento, quanto menor o orifício, mais nítida será a imagem, pois diminui a incidência dos raios luminosos vindos de outras direções.



FAÇA VOCÊ MESMO!

Agora você poderá descobrir com a ajuda do Artur o que ocorre com a imagem formada na ocular da câmara escura. Bom trabalho!

PASSO A PASSO

Nossa câmara escura montável é constituída de duas caixas: uma das caixas deve ser colocada dentro da outra.

1ª A caixa menor constitui a objetiva (pequeno orifício que permite a entrada de luz) e a ocular (tela onde será projetada a imagem) da câmara escura. Ao montar a caixa menor com o auxílio das dobras, anule toda e qualquer entrada de luz que não seja a do orifício.



2ª Dobre a caixa maior e feixe com o velcro. Em seguida, encaixe a caixa menor nesta (sempre com muito cuidado para eliminar qualquer entrada extra de luz).

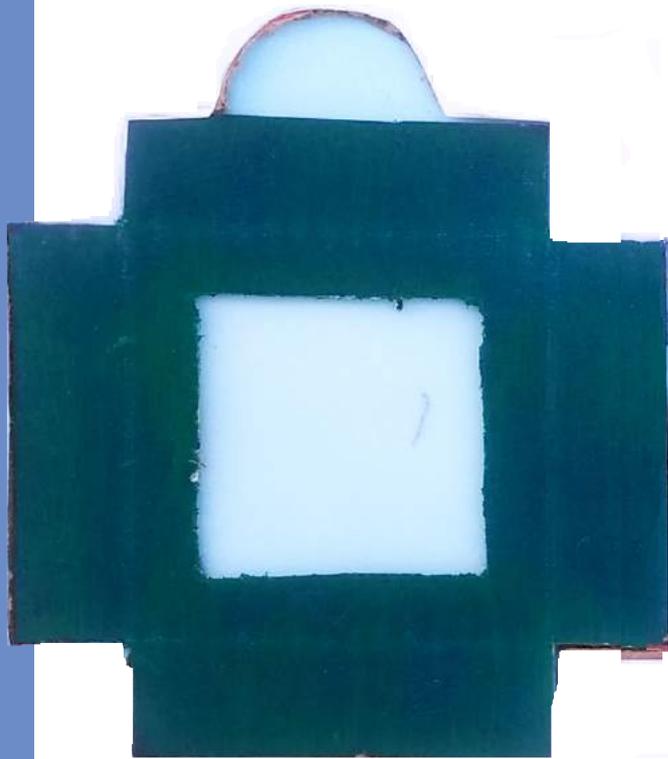


Caixa
Menor

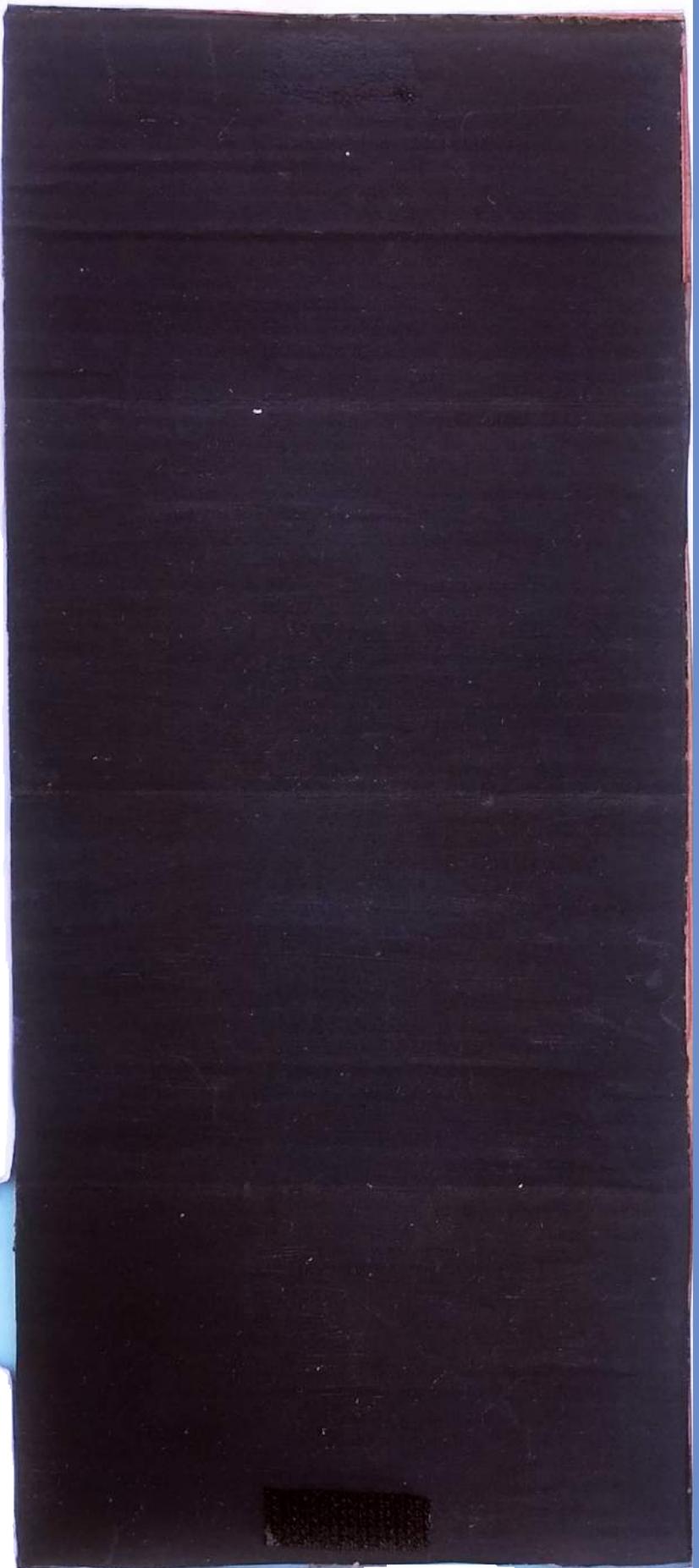


Retire
Aqui!

Tela da
caixa menor



Caixa
Maior

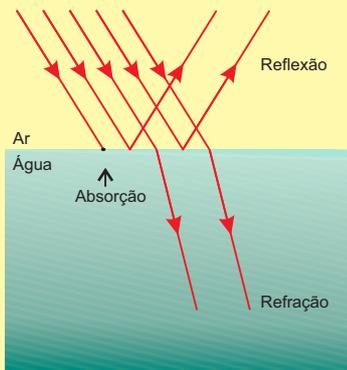


É IMPORTANTE SABER!

Fenômenos Luminosos

Existem corpos que não emitem luz própria, mas podem ser vistos quando iluminados por uma fonte de luz. Por exemplo, imagine um copo com água, ele não poderia ser visto se não houvesse uma fonte de luz externa (primária) como os raios luminosos do Sol ou por exemplo, de uma lâmpada. Assim, o copo com água é uma fonte secundária de luz.

O interessante é que ao receber essa luz, o corpo (copo+água) pode deixá-la atravessar (refração), pode absorvê-la (absorção) ou pode refleti-la (reflexão). Veja na ilustração abaixo em que destacamos apenas dois meios homogêneos ar e água em que os raios partem do ar para água e ocorrem os três fenômenos luminosos.



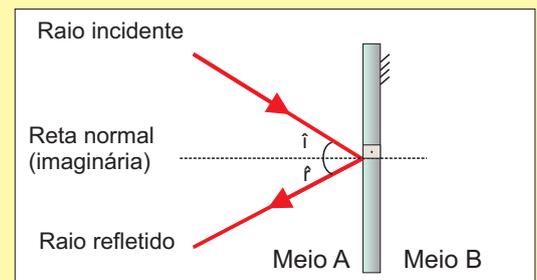
Na prática, esses fenômenos ocorrem simultaneamente e com intensidade variada. No momento, estudaremos a reflexão da luz, principal fenômeno responsável pelo funcionamento do periscópio e demais experimentos.

Reflexão Luminosa: este fenômeno ocorre quando a luz atinge a superfície de um material que separa dois meios diferentes e retorna ao meio de origem, não conseguindo atravessá-lo. Essa reflexão pode ocorrer de dois tipos: regular e difusa.

Reflexão da luz em espelhos planos

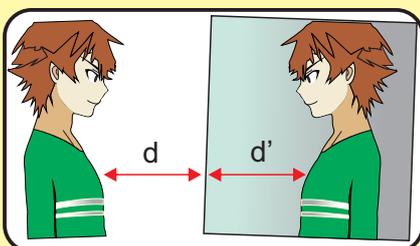
A maioria das coisas vistas é resultado da reflexão difusa da luz que ocorre quando os raios incidem numa superfície rugosa e retornam para o meio de origem de forma irregular. Os espelhos planos, por outro lado, são superfícies lisas e polidas nas quais os raios incidem e sofrem reflexões regulares. A interação entre os raios luminosos e o espelho plano representado na ilustração abaixo obedecem as leis da reflexão.

- 1ª Lei da Reflexão: o raio incidente, a reta normal ao plano e o raio refletido estão no mesmo plano.
- 2ª Lei da Reflexão: o ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão.



Representação ilustrada da reflexão da luz com o espelho.

Esta interação dá origem a formação de imagens e você já deve ter percebido também que tais imagens possuem as mesmas dimensões que o objeto colocado diante do espelho plano. As variações podem ocorrer no ângulo de visão que depende da distância que o objeto está disposto do espelho, ou seja, quanto mais distante, menor será o ângulo de visão. O que não ocorre, por exemplo na situação abaixo em que o Newton está perto do espelho.



Objeto e imagem são simétricos em relação ao espelho.

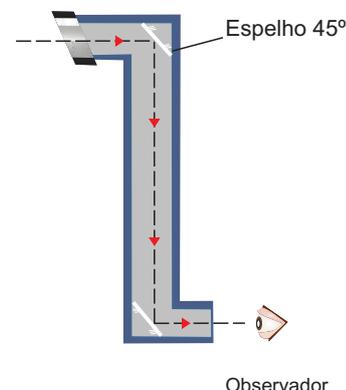
A imagem e o objeto (Artur) são **simétricos em relação ao espelho**. Por isso, o que vemos no espelho é uma imagem reversa, que denominamos “enantiomorfa”. É importante notar também que a imagem e objeto não se sobrepõem, isso ocorre porque o corpo de Artur é assimétrico.

2) Periscópio: funcionamento e prática



O periscópio é um instrumento fundamental nos submarinos, usados para captar imagens acima da água, mas também foi muito utilizado em guerras, para observar o movimento inimigo de dentro das trincheiras. Acredita-se que o cientista Simon Lake tenha construído o primeiro periscópio, em 1902.

É constituído basicamente da associação de dois espelhos planos paralelos entre si a certa distância um do outro (como na ilustração ao lado). Os espelhos devem formar um ângulo de 45° com a superfície da caixa. Assim, os raios luminosos incidem no primeiro espelho, que são refletidos para o segundo espelho, e em seguida, são novamente refletidos para o observador. O trajeto completo da luz possui a forma aproximada da letra "Z" e o observador consegue a visualização perfeita da imagem.



FAÇA VOCÊ MESMO!

Artur já descobriu as vantagens do funcionamento de um periscópio e agora você também poderá construir o seu. Será que a pessoa do outro lado do cercado pode ver Artur pelo espelho? Abaixo segue os passos de como montar seu próprio periscópio e fazer grandes descobertas. Mãos à obra!

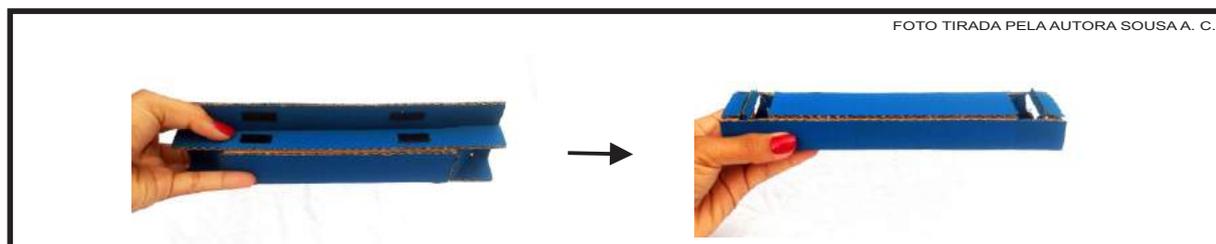
PASSO A PASSO

O periscópio que está na página seguinte e é super fácil de montar:

- 1ª Retire o periscópio da página seguinte e dobre-o conforme as marcações.



- 2ª Use as laterais com o velcro para fechar o periscópio. Pronto, você já pode explorar o seu periscópio. Quais são as características da imagem que você ver na ocular?



Retire
Aqui!



3) Formação de imagem do corpo extenso

As ambulâncias são viaturas devidamente adaptadas para o atendimento a ocorrências pré-hospitalares. Por ser um carro de emergência médica, é necessário qualidade e rapidez ao atendimento, e por isso, o nome “ambulância” é adesivado ao contrário para que os motoristas nos carros que estejam à frente vejam no retrovisor e dêem passagem ao resgate.

Abaixo segue um exemplo do que ocorre com a letra L diante de um espelho plano. Para que você compreenda melhor, imagine que existem pontos que compõem esta letra:

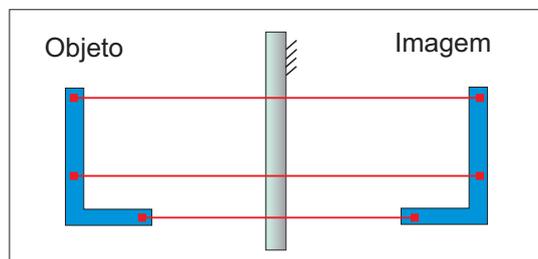


Imagem de um corpo extenso.

Característica da imagem:

- imagem virtual;
- simétrica em relação ao objeto;
- não superponível (não se sobrepõe);
- enantiomorfa (reversa).



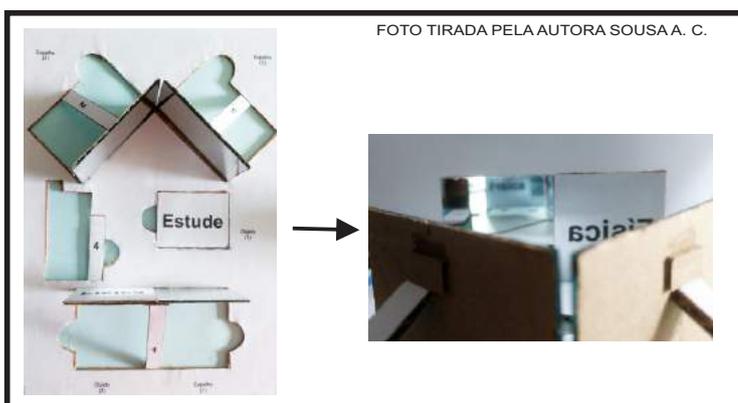
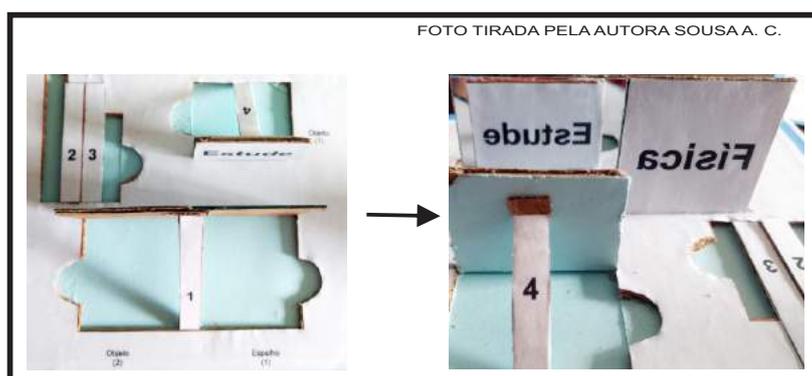
FAÇA VOCÊ MESMO!

Surge muita curiosidade quando falamos sobre a formação da imagem de um corpo extenso no espelho plano. Por isso, apresentamos dois experimentos de níveis diferentes nesta seção.

O primeiro experimento trabalha as características da formação de imagem do corpo extenso, como por exemplo o aspecto reverso. O segundo, é um pouco mais elaborado, uma vez que a imagem conjugada proverá da associação de três espelhos planos. Dê uma olhadinha rápida e responda: a imagem formada pelo objeto (2) será igual ou enantiomorfa?

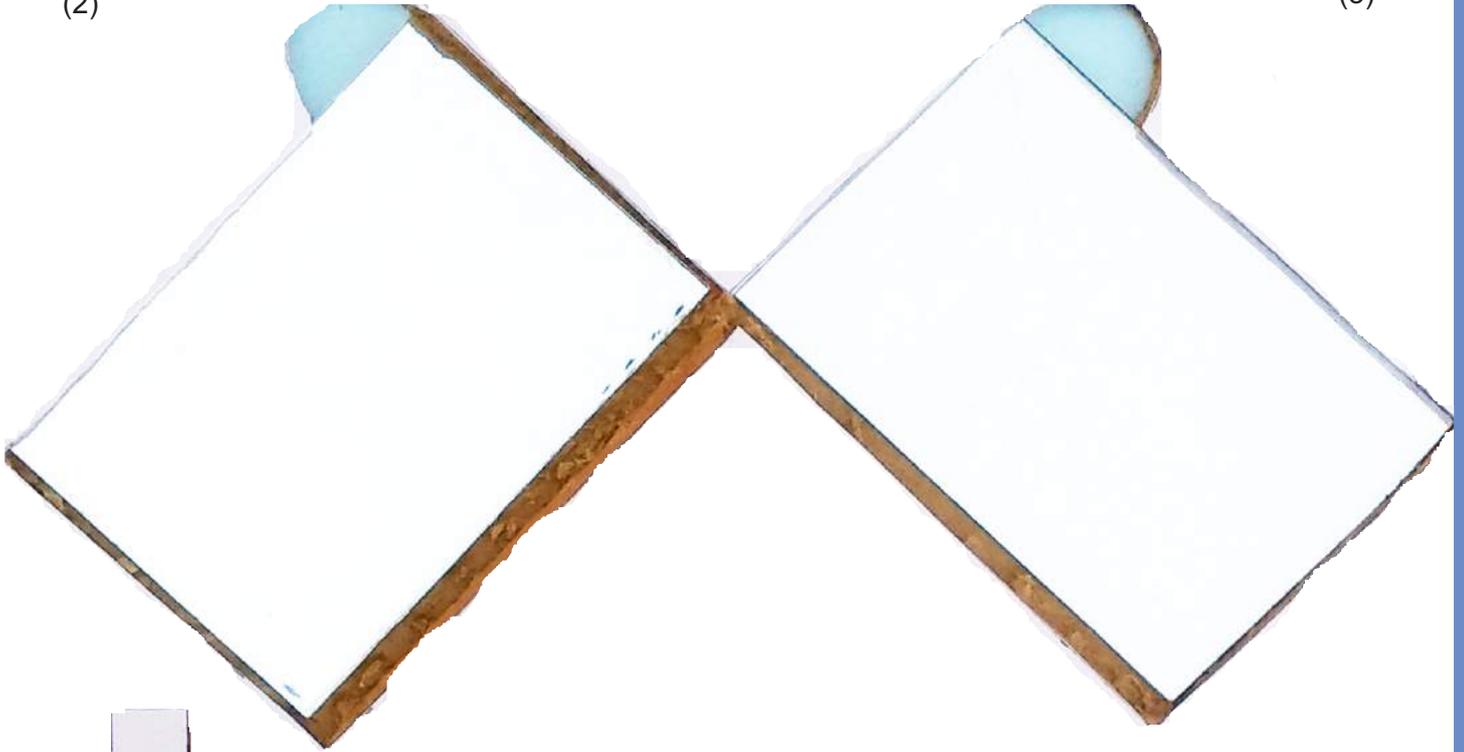
PASSO A PASSO

1º Experimento: levante o espelho (1) com o auxílio do suporte (1) e o objeto (1) com o auxílio do suporte (4) de forma que estes fiquem normal à página do livro. Observe a imagem conjugada no espelho e anote as principais diferenças notadas em relação ao objeto.

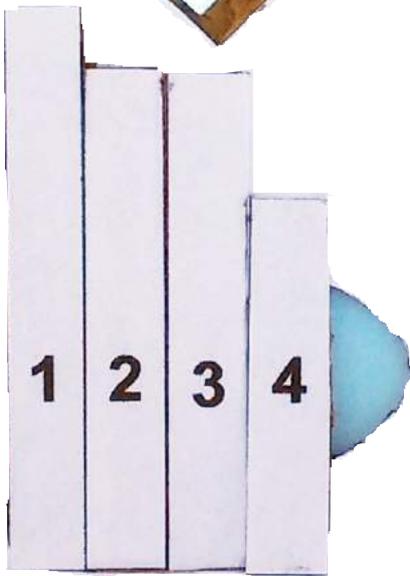


2º Experimento: levante todos os espelhos e o objeto (2) com o auxílio dos suportes (1), (2) e (3), de forma que os espelhos (2) e (3) estejam perpendiculares entre si. Observe a disposições dos espelhos e do objeto e anote as principais características da imagem formada no espelho (1). Você pode explicar como ocorreu a formação desta imagem?

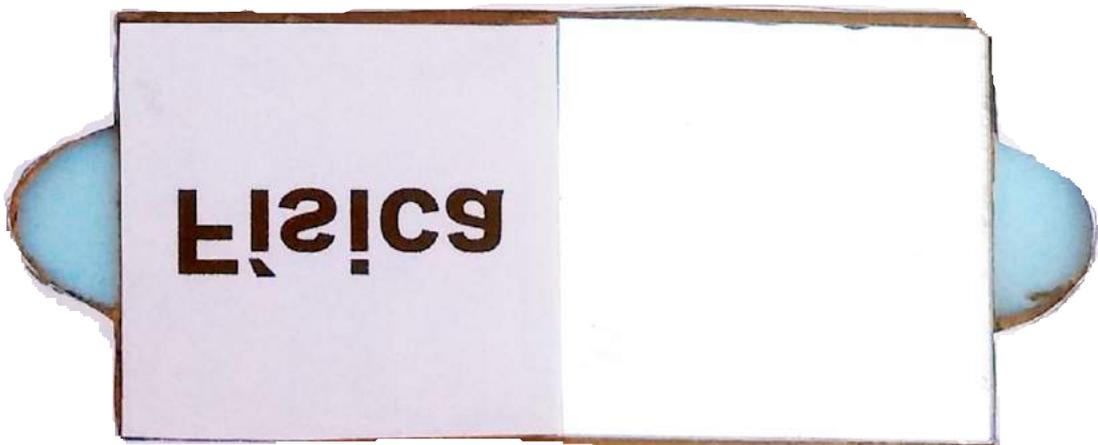
Espelho
(2)



Espelho
(3)



Objeto
(1)



Objeto
(2)

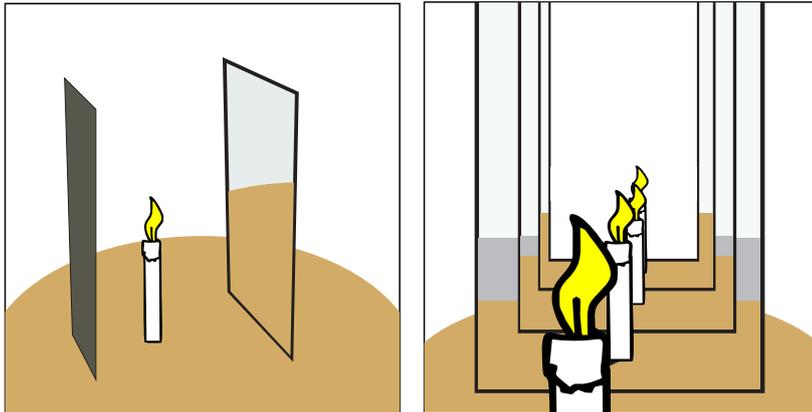
Espelho
(1)

4) Associação de dois espelhos planos

Na seção anterior vimos alguns conceitos importantes sobre a formação de imagens no espelho plano. Agora, nosso objetivo é descobrir o que ocorre com a imagem de um objeto real se associarmos dois espelhos planos.

Você provavelmente já deve ter visto uma associação de espelhos planos. Nela sua imagem é multiplicada inúmeras vezes, dependendo do ângulo e do número de espelhos.

Se colocarmos os espelhos um defronte do outro conforme a ilustração abaixo, isto é, se o ângulo entre eles for 0° , o número de imagens será infinito.



Formação de imagens no espelho plano

Considere a vela um objeto real luminoso e conforme a ilustração ao lado, a luz emitida pela vela sofre reflexão no espelho e atinge os olhos de Artur (observador).

Artur tem a impressão de que a luz emitida pela vela vem de trás do espelho, por isso, essa imagem é chamada de virtual (formada atrás do espelho).

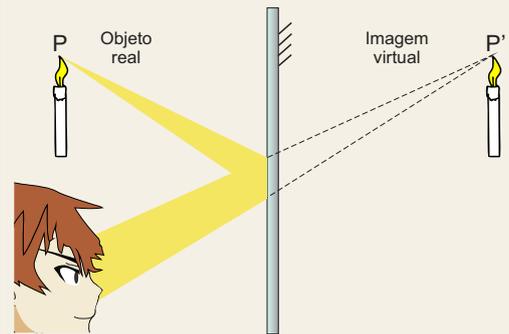
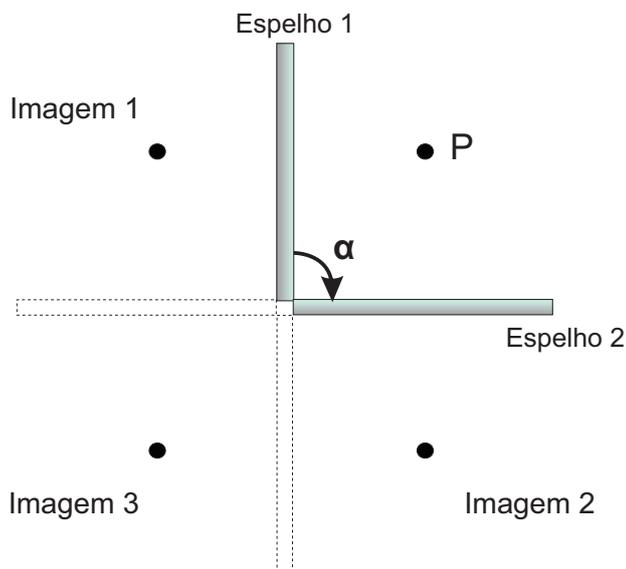


Figura 6: formação de uma imagem no espelho plano.
Fonte: figura elaborada pela autora

Na prática, nunca haverá infinitas imagens, pois o espelho absorve um pouco de luz em cada reflexão de modo que a imagem vai escurecendo até sumir. Porém, nós podemos controlar o número de imagens a ser formada se considerarmos, por exemplo, dois espelhos planos associados de maneira a formar um ângulo α entre eles e um objeto **P**, conforme a figura abaixo.



Nesta associação, a imagem formada por um dos espelhos serve de objeto para o outro. Na ilustração os espelhos formam um ângulo de 90° entre eles e, nesse caso, para um único objeto **P**, o sistema forma três imagens. À medida que diminuimos o ângulo entre os espelhos, o número de imagens aumenta voltando para o caso mencionado acima de “infinitas imagens” em que o ângulo é 0° .

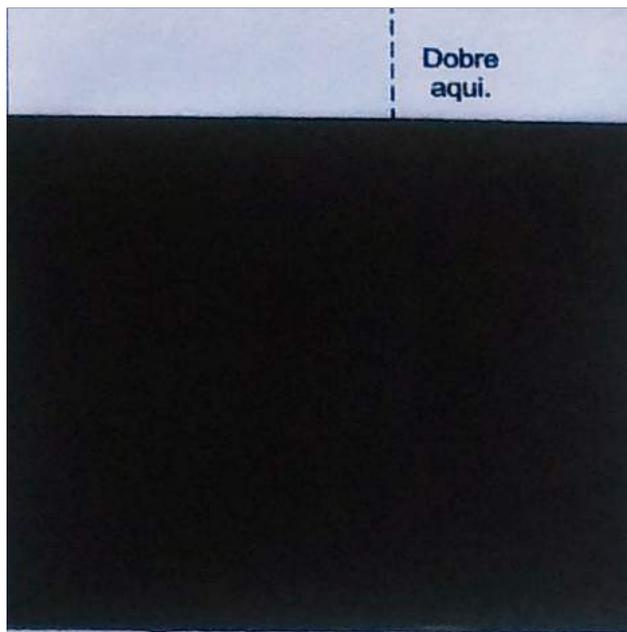
A partir da expressão matemática,

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

podemos determinar o número de imagens (**N**) obtidas de acordo com a escolha do ângulo (α) entre os espelhos em cada caso. É importante destacar que esta equação só é válida para um único objeto e depende das seguintes condições:

- Se a relação $\frac{360^\circ}{\alpha}$ for um número par, o objeto pode ser colocado em qualquer ponto entre os dois espelhos.
- Se a relação $\frac{360^\circ}{\alpha}$ for um número ímpar, o objeto deve ser colocado num ponto equidistante dos espelhos.

No caso da formação de uma ou duas imagens, elas serão enantiomorfas (reversas). Para três imagens, duas serão enantiomorfas e a terceira será homomorfas (mesma forma). Para quatro, duas serão enantiomorfas e duas homomorfas, e assim sucessivamente.



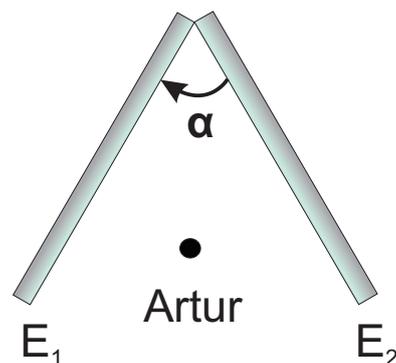
FAÇA VOCÊ MESMO!

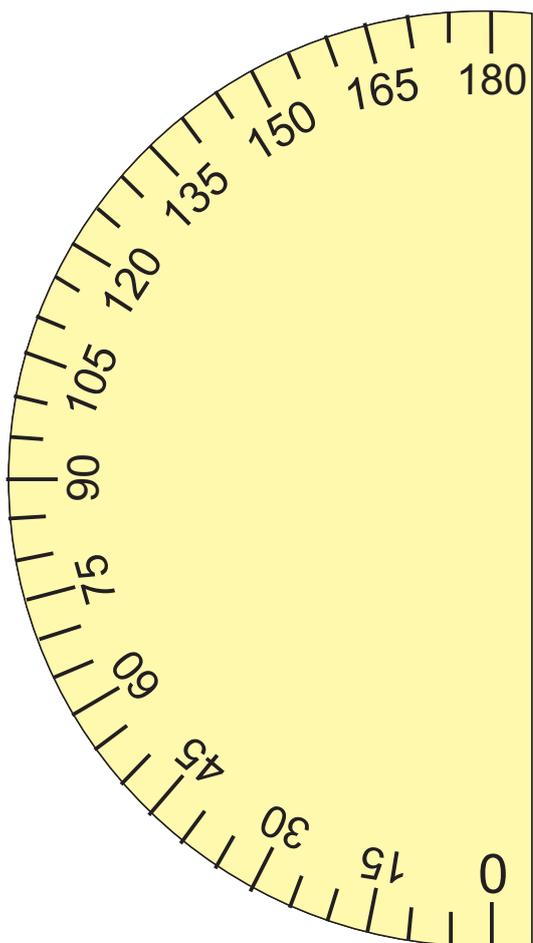
Já sabemos que a associação de dois espelhos planos dispostos de maneira a formar um ângulo α entre eles pode multiplicar as imagens de um objeto real. No faça você mesmo desta seção, Artur será nosso objeto real e você poderá manipular a formação de imagens do Artur.

Na página seguinte, sugerimos um quiz simples em que você estará desenvolvendo experimentalmente a multiplicação das imagens de Artur conforme os ângulos determinados pelo quiz e ainda classificar as imagens como enantiomorfas e homomorfas. Mãos à obra!

PASSO A PASSO

Para realizar este experimento, você precisará retirar a foto do Artur no encaixe acima e o transportador que está na página ao lado. Em seguida, utilize o transportador para dispor os espelhos abaixo em ângulos determinados pelo quiz. Observe que você precisa colocar a foto do Artur equidistante de ambos os espelhos.



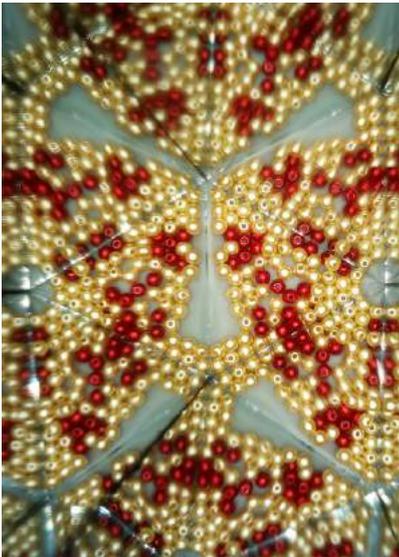


Você sabia que com a equação da página anterior você pode prever quantas imagens nós obteremos em cada situação? E depois ainda dá pra confirmar experimentalmente.

QUIZ

Ângulo α	nº de imagens (N)	nº de Enantiomorfos	nº de Homomorfos
180°			
120°			
90°			
72°			
60°			

5) Caleidoscópio



Um caleidoscópio ou calidoscópio é um aparelho óptico formado por um pequeno tubo de acrílico ou de metal, no nosso caso, espelhos. Durante muito tempo foi utilizado como um divertido brinquedo, mas hoje é usado para fornecer diversos padrões simétricos de desenhos.

É constituído basicamente por um tubo de três ou mais paredes retangulares e polidas com um fundo translúcido no qual adicionamos fragmentos de vidro colorido ou até mesmo confetes. O efeito visual resulta de múltiplas reflexões produzidas pela associação dos espelhos dispostos em arranjos especiais.

O funcionamento do caleidoscópio é semelhante ao experimento estudado nas seções anteriores, ou seja, é determinado pelo ângulo entre os espelhos planos e o número de espelhos utilizados.

FAÇA VOCÊ MESMO!

Os efeitos visuais produzidos pelo movimento e posições dos confetes no caleidoscópio é fascinante. Nesta seção você pode descobrir como funciona um caleidoscópio simples feito com três espelhos planos e retangulares.

Você poderá obter imagens ornamentais. Observe que ao lado você encontrará um sachê de confetes para abrir e adicionar dentro do caleidoscópio depois de montado.



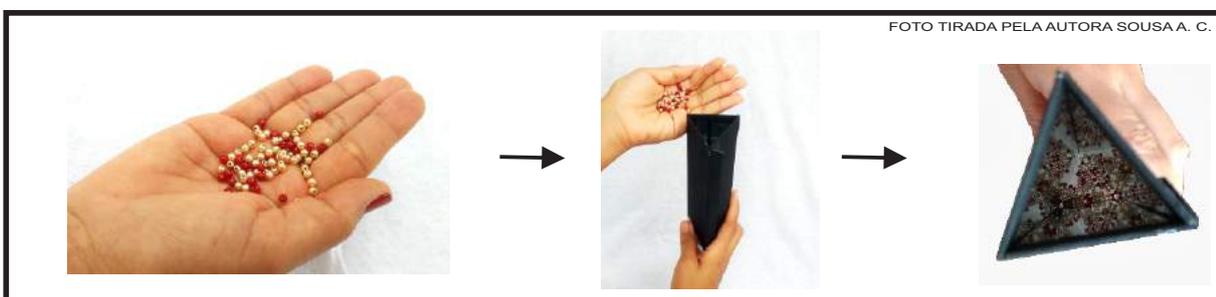
PASSO A PASSO

O caleidoscópio está na página seguinte e é super fácil de montar:

- 1ª Retire o periscópio da página seguinte e dobre-o conforme as marcações.



- 2ª Use as laterais com o velcro para fechar o caleidoscópio. Pronto, você já pode explorar as imagens ornamentais formadas. Quais são os padrões das imagens? Você consegue identificar alguma forma geométrica?



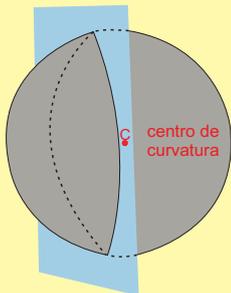


É IMPORTANTE SABER!

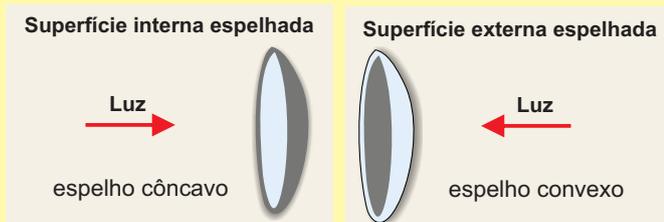


Espelhos esféricos são superfícies refletoras que têm a forma de calota esférica.

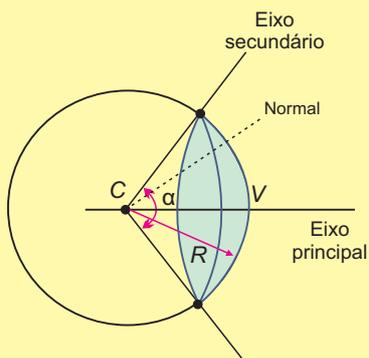
- Existem dois tipos de espelhos esféricos:



- Côncavo:** quando a face espelhada está voltada para o centro de curvatura.
- Convexo:** quando a face espelhada está voltada para o lado oposto ao centro de curvatura.



Principais elementos geométricos nos espelhos esféricos:



C: centro de curvatura;

V: vértice;

$\overline{CV} = R$: raio de curvatura;

e_p : eixo óptico principal;

e_s : eixo secundário [qualquer reta que passe por (C) e por qualquer outro ponto da calota esférica que não seja o vértice (V)];

α : abertura do espelho.

Espelhos esféricos de Gauss:

Os espelhos esféricos apresentam, em geral, imagens sem nitidez e deformadas, ou se-

ja, apresentam manchas e variações em sua geometria.

A partir de experimentos, Gauss observou que, se os raios incidentes sobre o espelho obedecessem a certas condições, as imagens seriam obtidas com maior nitidez (estigmáticas) e sem deformações consideráveis. As condições de Gauss são as seguintes:

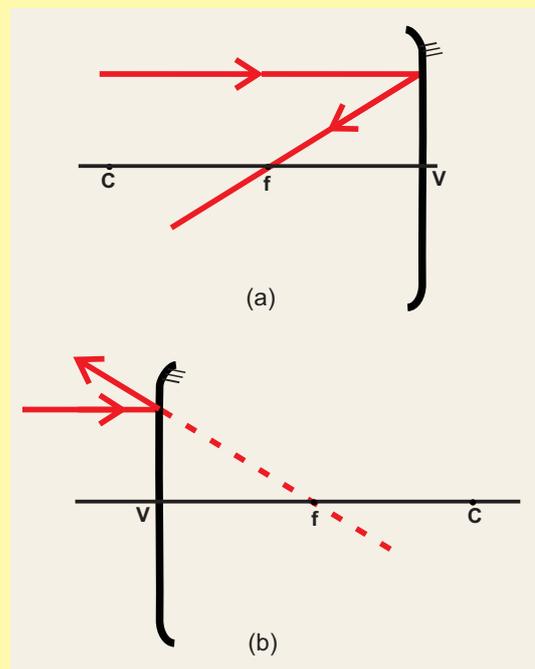
Os raios incidentes sobre o espelho devem ser paralelos ou pouco inclinados em relação ao eixo principal e próximos dele (raios para-axiais).

Propriedades dos espelhos esféricos de Gauss (raios notáveis):

Sabemos que uma fonte luminosa emite diversos raios e a partir de agora passaremos a estudar alguns raios de luz, denominados raios notáveis. Estes raios são úteis na determinação gráfica da imagem formada em espelhos esféricos.

Destacamos que nossos estudos compreende apenas os espelhos esféricos de Gauss. As figuras a seguir, apresentam os espelhos ampliados e padronizados para facilitar a visualização das construções geométricas.

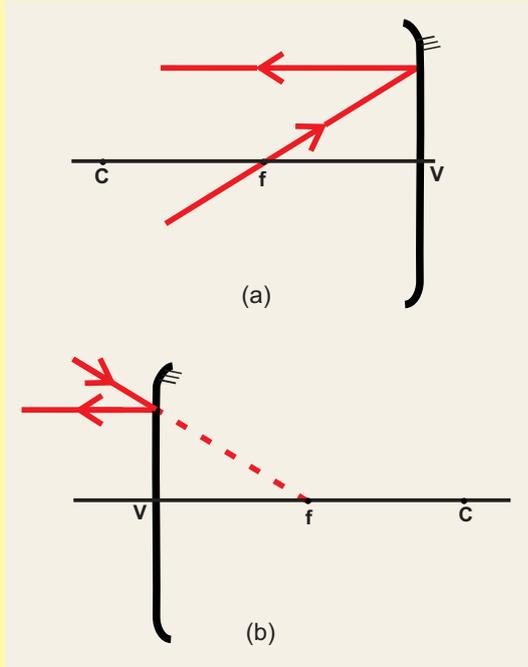
I. Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal é refletido numa direção que passa pelo foco principal do espelho esférico



(a) é um espelho esférico côncavo e (b), um espelho esférico convexo.

Observe que no espelho côncavo a passagem do raio de luz pelo foco do espelho é efetiva, mas no espelho convexo é o prolongamento (linha pontilhada) do raio refletido que passa pelo foco.

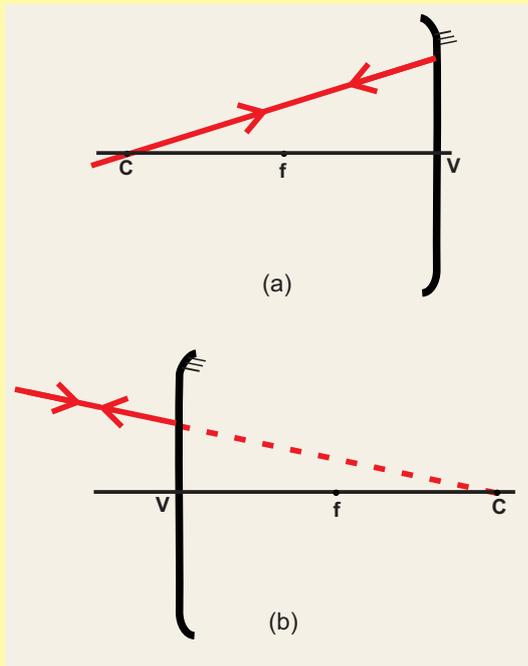
II. Todo raio de luz que incide numa direção que passa pelo foco principal do espelho esférico é refletido paralelamente ao eixo principal



(a) é um espelho esférico côncavo e (b), um espelho esférico convexo.

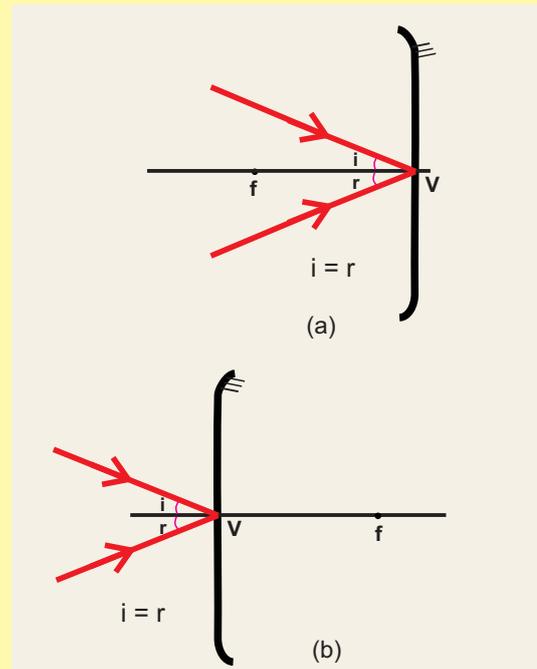
Este caso é contrário do caso (I) devido o princípio da reversibilidade.

III. Todo raio de luz que incide numa direção que passa pelo centro de curvatura do espelho esférico é refletido sobre si mesmo



(a) é um espelho esférico côncavo e (b), um espelho esférico convexo.

IV. Todo raio de luz que incide sobre o vértice do espelho esférico é refletido simetricamente em relação ao eixo principal



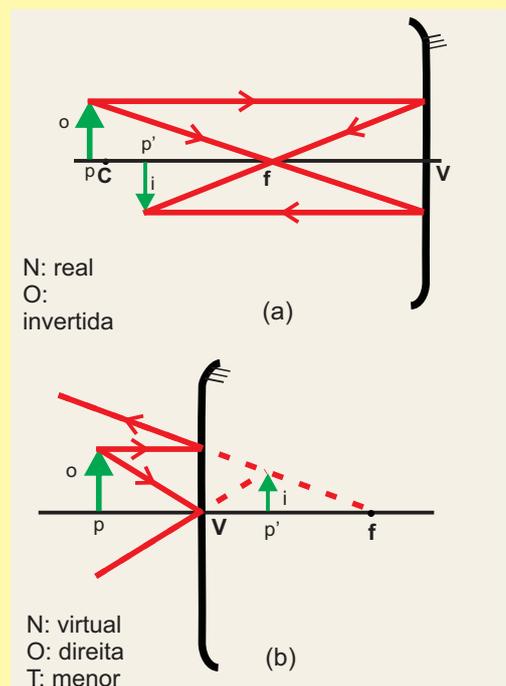
(a) é um espelho esférico côncavo e (b), um espelho esférico convexo.

Observe que o ângulo de incidência i é igual ao ângulo de reflexão r em ambos os casos.

Construção Geométrica de Imagens

Podemos determinar a imagem conjugada pelos espelhos a partir da interseção de no mínimo dois raios notáveis.

Considere então, a seta A como objeto colocado na frente de espelhos esféricos de Gauss, conforme a ilustração abaixo em que (a) é um espelho côncavo e (b) é um espelho convexo,



(a) é um objeto real diante do espelho esférico côncavo (b) é um objeto real diante do espelho esférico convexo

Legenda						
i	o	p	p'	N	O	T
imagem	objeto	posição do objeto	posição da imagem	natureza	orientação	tamanho

Observe que a imagem conjugada apresenta algumas características importantes em relação ao objeto real. Uma imagem tem sempre quatro características:

- **natureza:** real ou virtual.
- **orientação:** direita ou invertida em relação ao objeto.
- **tamanho:** maior, menor ou mesmo tamanho que o objeto.
- **posição:** em relação ao espelho e seus pontos notáveis.

6) Reflexão da luz em espelhos esféricos

A imagem que um espelho esférico côncavo fornece de um objeto real (luminoso ou iluminado) tem características diversas que variam de acordo com sua posição em relação ao centro de curvatura C e ao foco principal F do espelho. Assim, podemos ter cinco diferentes posições do objeto que correspondem a cinco tipos diferentes de imagens para o espelho côncavo, mas apenas uma para o espelho convexo.

FAÇA VOCÊ MESMO!

Nesta seção do livro você poderá descobrir os cinco possíveis casos de formação de imagens no espelho esférico **côncavo** e o único caso do espelho esférico **convexo**. Em todas as situações, Artur será o objeto real, ou seja, luminoso ou iluminado, colocado em frente ao espelho esférico e você descobrirá da forma mais divertida as características da imagem do Artur formada pelo espelho.

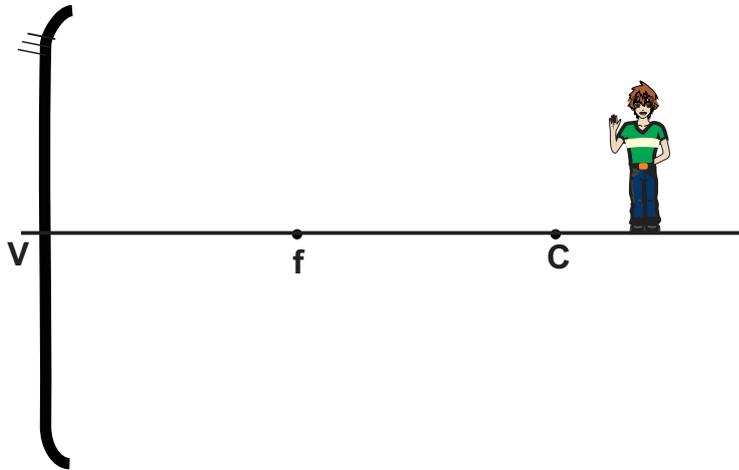
Bom, vamos lá?
Ao lado estão alguns cartões que sugerem as características das minhas imagens em cada caso.



Você só precisa descobrir onde se encaixa cada cartão e analisar as características da imagem obtida em relação as situações a seguir.

Espelho Côncavo

1º Caso. Neste caso, Artur é o objeto real que está situado sobre o eixo principal antes do centro de curvatura do espelho. Quais as características da imagem formada pelo espelho?



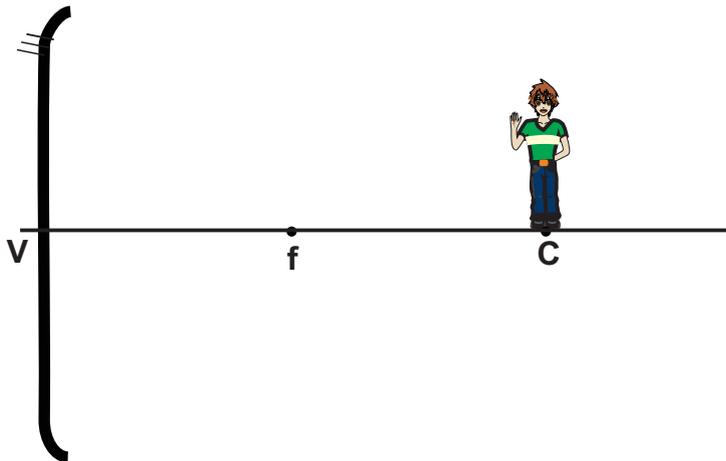
Características da imagem:

Natureza: _____

Orientação: _____

Tamanho: _____

2º Caso. Agora, Artur está situado sobre o eixo principal em cima do centro de curvatura do espelho. Você sabe quais as características da imagem formada pelo espelho nesta situação?



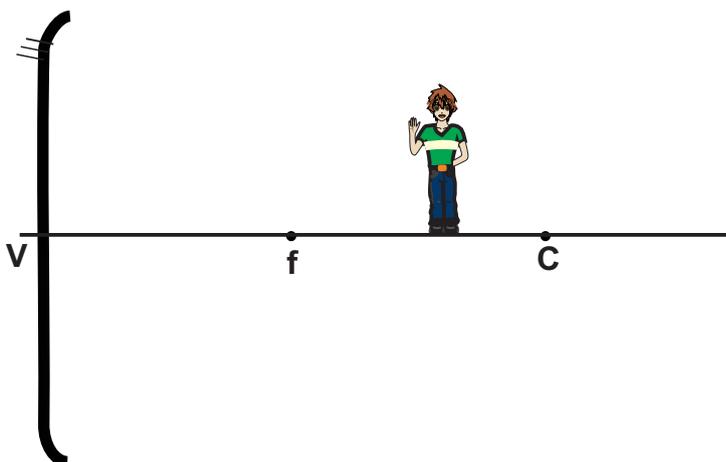
Características da imagem:

Natureza: _____

Orientação: _____

Tamanho: _____

3º Caso. Neste caso, Artur está sobre o eixo principal situado entre o centro de curvatura e o foco do espelho côncavo. Quais as características da imagem formada pelo espelho?



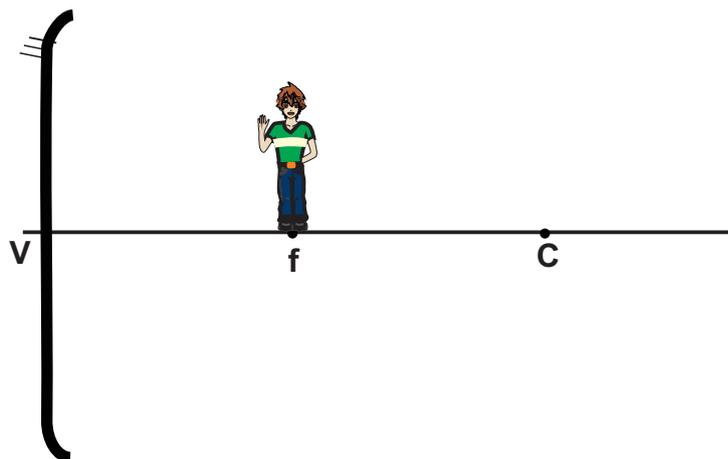
Características da imagem:

Natureza: _____

Orientação: _____

Tamanho: _____

4º Caso. Veja que agora, Artur está situado em cima do foco do espelho côncavo. Será que haverá formação imagem?



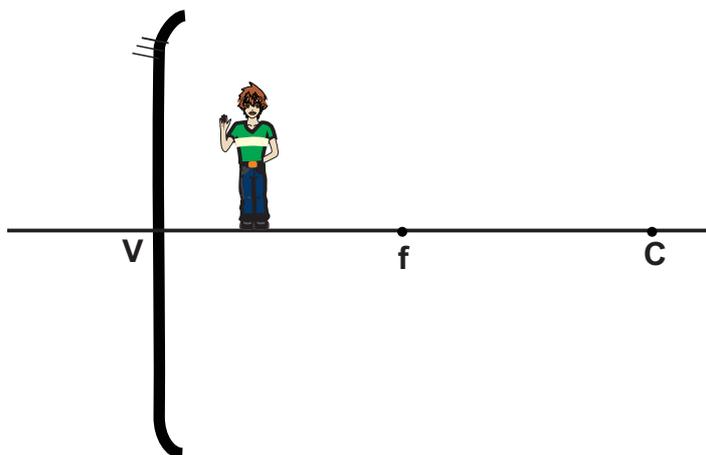
Características da imagem:

Natureza: _____

Orientação: _____

Tamanho: _____

5º Caso. Neste caso, Artur está sobre o eixo principal situado entre o foco e o vértice do espelho côncavo. Quais as características da imagem formada pelo espelho?



Características da imagem:

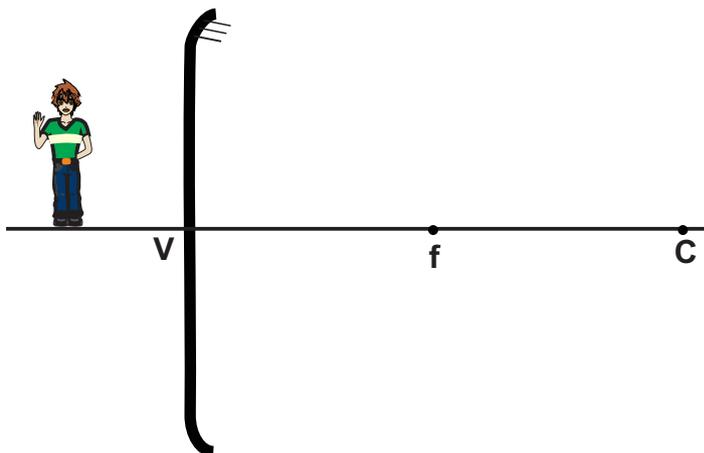
Natureza: _____

Orientação: _____

Tamanho: _____

Espelho Convexo

Único Caso. Artur está situado sobre o eixo principal do espelho convexo à esquerda como mostra a ilustração abaixo. Será que haverá formação imagem? Caso ocorra, quais serão suas características?



Características da imagem:

Natureza: _____

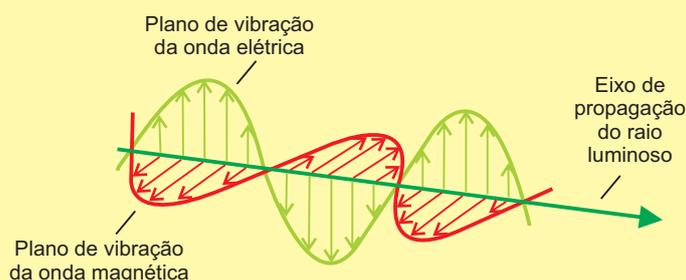
Orientação: _____

Tamanho: _____

É IMPORTANTE SABER!

Existem três teorias que obtiveram sucesso ao tentar explicar a natureza da luz. A primeira, publicada em 1704 por Isaac Newton em sua obra *Opticks*, chamada teoria corpuscular da luz, explicava que a luz era composta de corpúsculos materiais, independentes da visão e responsáveis por nos proporcionar a visualização dos objetos a nossa volta.

A segunda, conhecida como teoria ondulatória da luz, foi aceita pelos cientistas em 1800 após Thomas Young demonstrar que a luz ao passar por duas fendas estreitas, comporta-se como onda e não como partícula. Ainda segundo essa teoria, a luz é uma onda eletromagnética que pode se propagar no vácuo com velocidade máxima e vibra em infinitos planos perpendiculares à direção de propagação (veja a ilustração abaixo).



A terceira teoria amplamente aceita pela ciência é recente. Em meados de 1905, Albert Einstein percebeu que a teoria ondulatória da luz não satisfazia os resultados obtidos em suas pesquisas sobre o efeito fotoelétrico e explica que a luz é composta de “pacotes” de energia denominados fótons. Sua ideia nos remete às características corpuscular da luz, mas a diferença entre as duas teorias é que para Newton tais partículas são feitas de matéria, enquanto que para Einstein, de energia.

Atualmente a natureza da luz é aceita como dual: ora comporta-se como onda e outrora como partícula.

7) Polarização da Luz

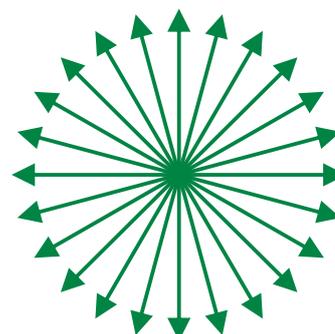
Na imagem ao lado, a luz solar é emitida em todas as direções e ilumina todo o ambiente ao seu redor. Essa luz, assim como a luz proveniente de lâmpadas incandescentes ou fluorescentes (denominada luz branca) é uma luz do tipo não polarizada.

Segundo o modelo ondulatório, a luz se propaga de maneira que os planos (campo elétrico e magnético) giram em torno do seu próprio eixo de propagação. Logo, se pudéssemos ver as vibrações das ondas luminosas de frente, veríamos algo parecido com a figura ao lado.

Podemos polarizar a luz passando-a por um polarizador (substância polarizadora) facilmente encontradas em alguns objetos como óculos de Sol, televisores e telas de celulares presentes no nosso cotidiano. Tais objetos, possuem películas



Luz branca não polarizada.



Luz não polarizada vista de frente.

ou lentes conhecidas como polaroides.

Ao atravessar tais películas, a luz é polarizada, ou seja, planos de vibração dos campos elétrico e magnético não giram mais e veríamos, portanto, sua propagação em uma única direção.



FAÇA VOCÊ MESMO!

O Artur descobriu que os polaroides funcionam como seletor de direções da luz e usou isso para ocultar alguns segredos. Para isso, ele verificou que duas destas películas, sobrepostas perpendicularmente, isto é, a exatamente 90° , elimina a passagem da luz e assim você não consegue ver o que está à sua frente. Descubra agora mesmo o que o Artur tentou esconder de você.

PASSO A PASSO

- *Gire o polaroide no sentido horário*



É IMPORTANTE SABER!

Lentes Esféricas

As lentes são dispositivos ópticos que consiste da associação de dois dioptrios: um esférico e outro esférico ou plano e funcionam pela **refração da luz**.

Refração da luz: é a variação de velocidade sofrida pela luz ao passar de um meio de propagação para outro com ou sem desvio em sua direção. Se a luz incidir obliquamente na superfície de separação dos meios, haverá desvio.

Encontramos facilmente em nosso cotidiano lentes constituídas de vidro, plástico ou outro material transparente (cujo índice de refração n pode ser maior ou menor que o meio).

As lentes possuem bordos finos e grossos de acordo com os dioptrios associados conforme pode ser visto na ilustração abaixo.

Nome dos seis tipos de lente

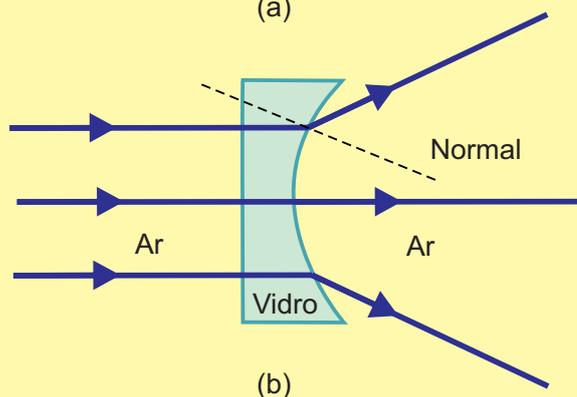
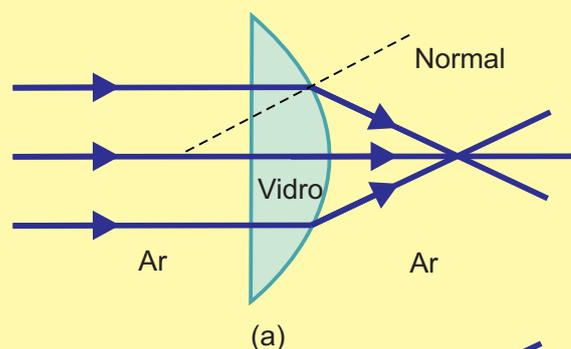
Bordos finos	Bordos grossos
Biconvexa 	Bicôncava 
Plano-convexa 	Plano-côncava 
Côncavo-convexa 	Convexo-côncava 

Lentes de bordos finos sempre terminam com a palavra convexa, e de bordos grossos, com a palavra côncava.

Estudaremos apenas as lentes delgadas, isto é, aquelas cuja espessura é pequena quando

comparada aos raios de curvatura das faces esféricas.

Quanto ao comportamento óptico, a lente pode ser classificada de convergente (os raios refratados convergem para um único ponto) ou divergente (os raios refratados divergem, como se partissem de um mesmo ponto). Isto depende apenas do meio em que está imersa.



Quando o índice de refração da lente, por exemplo, de vidro ($n=1,5$) é maior que o índice de refração do meio onde está inserida, como o ar ($n=1,0$) as lentes de bordas finas se comportam como lentes convergentes (a) e as de bordas grossas se comportam como lentes divergentes (b). Isso ocorre porque, ao passar do vidro para o ar, o raio de luz se afasta da normal.

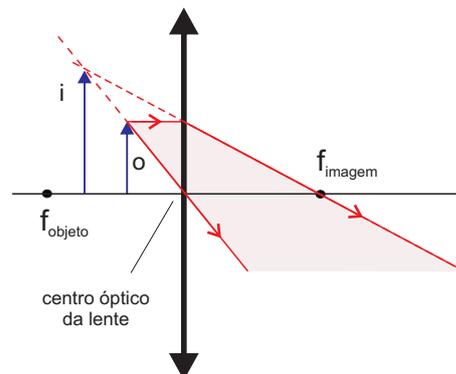
O estudo da formação de imagens em tais lentes nos possibilita a compreensão do funcionamento de diversos outros instrumentos ópticos, como óculos de grau, projetores, telescópios, entre outros.

8) Lupa

A lupa é um instrumento óptico cuja principal função é ampliar imagens de objetos pequenos, detalhes ou superfícies. Para que isto seja possível, a lente que a constitui precisa ser convergente e o objeto deve estar localizado entre o foco e o centro óptico da lente, ou seja, próximo à mesma.

Como já mencionado, a lupa é constituída de uma lente convergente, mas nem todos os instrumentos ópticos que possuem lentes convergentes se comportam como a lupa e possuem outras funções. Então, para compreendermos seu funcionamento, a ilustração ao lado nos permite analisar como ocorre a conjugação da imagem em tais condições.

Antes disso, peço que considere a lente (reta com setas voltadas para fora em suas extremidades) mais refringente que o meio.



Objeto real (o) colocado entre o foco e o centro óptico da lente conjuga uma imagem virtual, direita e maior.

FAÇA VOCÊ MESMO!

Com o auxílio de uma lupa podemos até queimar papel e isto é possível porque a lente convergente direciona os raios refratados para um único ponto, mas a lupa possui funções ainda melhores como a ampliação de objetos pequenos.

Agora, você pode experimentar as vantagens da lupa. Será que podemos observar objetos pequenos distantes?



PASSO A PASSO

Abaixo você encontrará uma lupa simples constituída de uma lente convergente cuja distância focal é 25 mm. Seu desafio é colocar o objeto entre o foco e o centro óptico da lente. Mãos à obra!



"Não é preciso apagar a luz
Eu fecho os olhos e tudo vem
Num Caleidoscópio sem lógica
Eu quase posso ouvir a tua voz
Eu sinto a tua mão a me guiar
Pela noite a caminho de casa..."

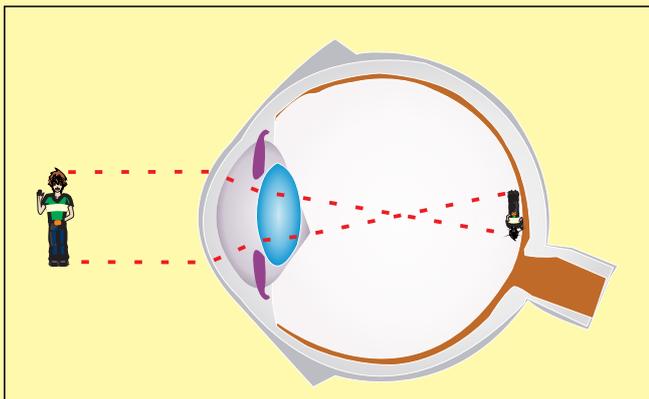
Caleidoscópio
Paralamas do Sucesso

É IMPORTANTE SABER!

Óptica da Visão

A óptica da visão estuda a formação de imagens no olho humano, assim como possíveis defeitos da visão e como corrigi-los.

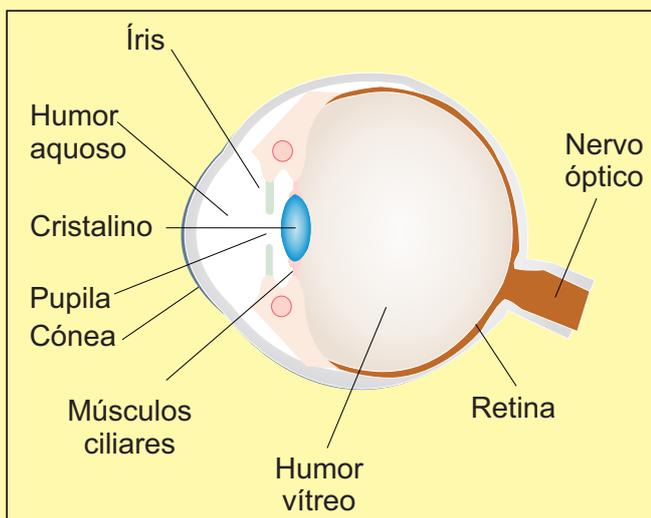
O globo ocular (olho) humano funciona como uma câmara escura cujo comportamento é muito semelhante ao de uma câmara fotográfica.



A imagem do objeto é projetada na retina.

A retina do olho humano é uma membrana contendo células sensíveis à luz e tem comportamento semelhante ao filme da máquina fotográfica. A imagem projetada na retina é real, invertida e menor que o objeto.

O globo ocular (veja ilustração abaixo) é constituído de um conjunto de meios transparentes cujas superfícies são aproximadamente esféricas envolvidas pela esclerótica (membrana branca e opaca).



Simplificação do globo ocular humano.

- **Córnea:** membrana transparente com índice de refração próximo de 1,33.
- **Cristalino:** lente biconvexa convergente.
- **Músculos ciliares:** comprimem e relaxam o cristalino, alterando-lhe a distância focal.
- **Pupila:** controla a quantidade de luz que penetra no olho, dilatando em recintos pouco iluminados e contraindo em situações opostas.

Acomodação Visual

Um olho normal é capaz de enxergar objetos situados desde a distância média (convencional) de 25 cm até o infinito. À medida que o objeto se afasta, o olho humano realiza o mecanismo de focalização (acomodação visual).

A focalização ocorre com alteração da distância focal do cristalino a partir da curvatura do mesmo com o auxílio dos músculos ciliares.

Percepção Visual

A percepção visual do olho humano está associado a alguns fatores como: a fonte de luz, os pigmentos nos materiais, a capacidade do olho de captar as diferentes cores e a capacidade do cérebro de interpretar e diferenciar os estímulos produzidos por tais cores.

Um corpo com pigmentos verdes iluminado por luz branca é visto como verde e este mesmo corpo iluminado por luz puramente azul parece preto. Isto ocorre porque a retina humana contém células denominadas: cones e bastonetes que captam e convertem a luz em impulsos elétricos e em seguida transmite-os ao cérebro.

- **Cones:** absorvem as cores primárias: vermelha, verde e azul.
- **Bastonetes:** detectam os níveis de luminosidade.

9) Imagem em movimento



Em mecânica aprendemos que o movimento é a variação de posição espacial de um objeto ou ponto material em relação a um referencial inercial no decorrer do tempo. Mas agora, você verá que é possível vermos a olho nu imagens estáticas totalmente distorcidas que aparentemente estão em movimento. Confuso? É isso que a ilusão de ótica faz com a gente, pois age diretamente em nosso cérebro nos confundindo.

Isso ocorre porque os neurônios truncam as imagens captadas pelo olho. Alguns só enxergam cores. Outros, apenas movimentos ou formas. E de acordo com o físico Peter König, “ as mensagens nervosas relacionadas à visão têm um ritmo próprio” e precisam apenas de 13 a 30 milésimos de segundos para identificar uma imagem.

O mais curioso é que ao captar uma imagem, o olho humano levaria uma fração de tempo para "esquecê-la". Esse fenômeno, conhecido como “persistência da retina” é uma teoria que explica a ilusão de movimento aparente, utilizada no cinema, televisão e em diversas formas de animação baseada na velocidade de processamento do estímulo visual.

FAÇA VOCÊ MESMO!

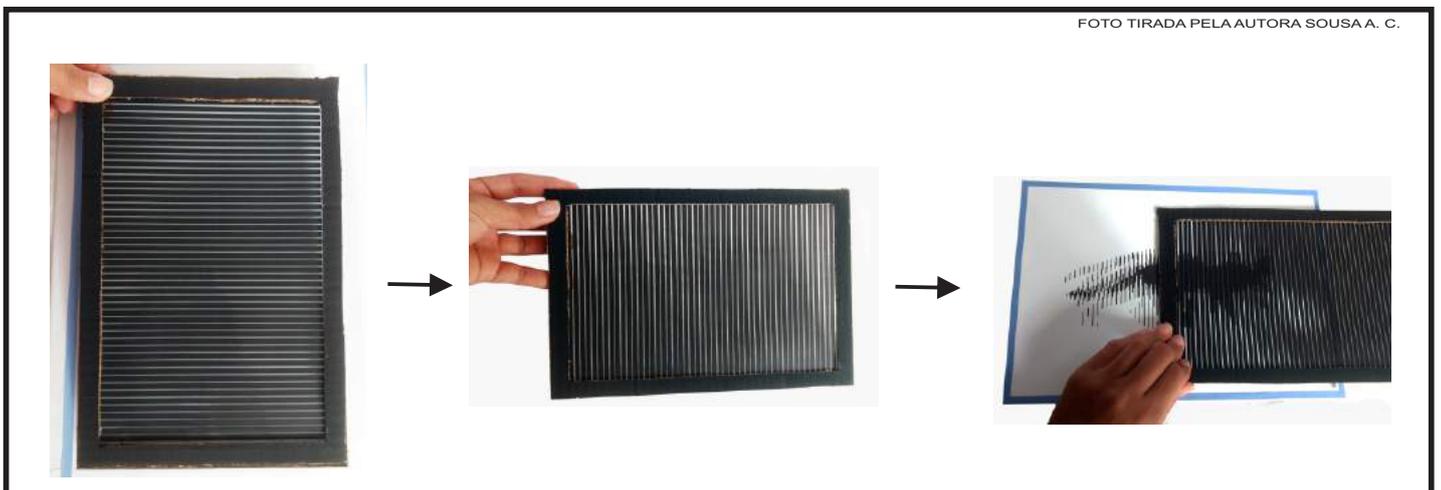


Agora você pode testar sua percepção visual com o jogo da ilusão. Este jogo consiste de um desenho distorcido que combinado a uma transparência dá ilusão de movimento.

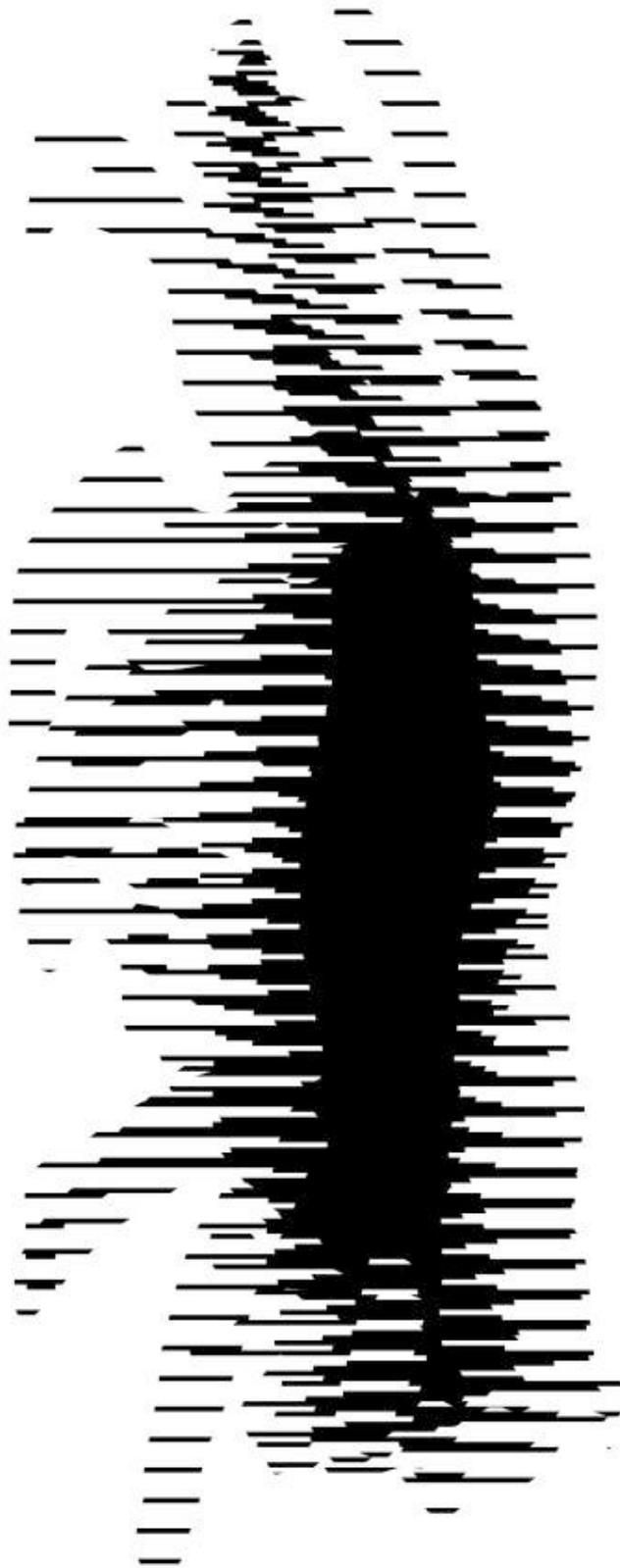
PASSO A PASSO

Para jogar é muito simples:

Retire a transparência da página seguinte e passe por cima do desenho com uma velocidade moderada de forma que você poderá ver o animal em movimento.

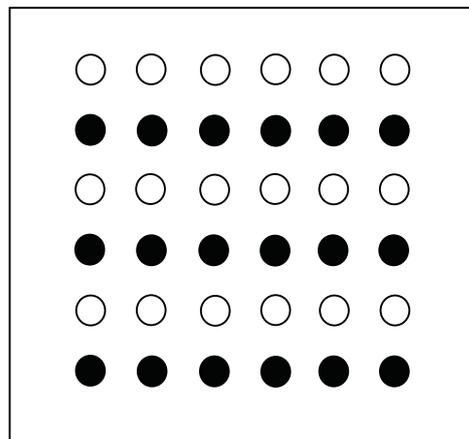






10) Ilusão de Óptica

A óptica da visão explica que a imagem ao lado é formada devido diversos fatores que inclui principalmente células presentes na retina, como os bastonetes são capazes de detectar os níveis de luminosidade e controlar o contraste da luz. Apesar disso, observe que após o envio dos impulsos nervosos (resultante da formação da imagem na retina) as linhas são mais perceptíveis que as colunas. São curiosidades como essas que impulsionaram o estudo da percepção visual.



A percepção visual é o produto final da visão consistindo na habilidade de detectar a luz e interpretar (ver) as consequências do estímulo luminoso, do ponto de vista estético e lógico, ou seja, o que vemos não é uma simples tradução do estímulo da retina (ou seja, a imagem na retina). Assim, pessoas interessadas na percepção têm tentado há muito tempo explicar o que o processamento visual faz para criar o que realmente vemos.

FAÇA VOCÊ MESMO!



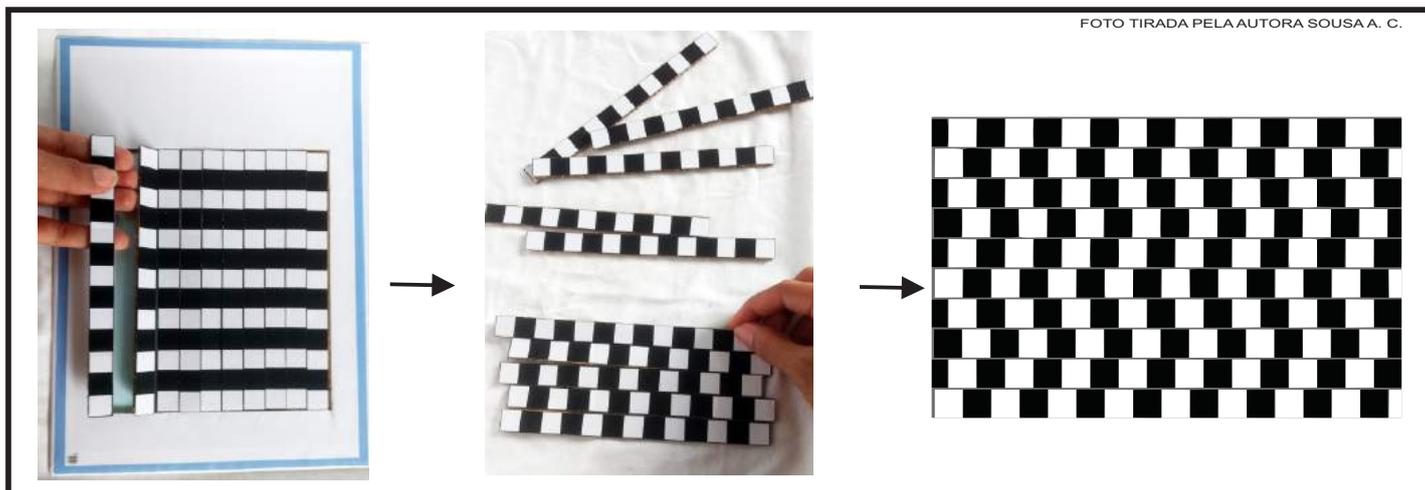
Várias linhas de ladrilhos claros e escuros podem aparentar ter o formato de cunha. Isto depende de vários fatores, como por exemplo, o tamanho dos ladrilhos e a distância que nos colocamos para observá-los.

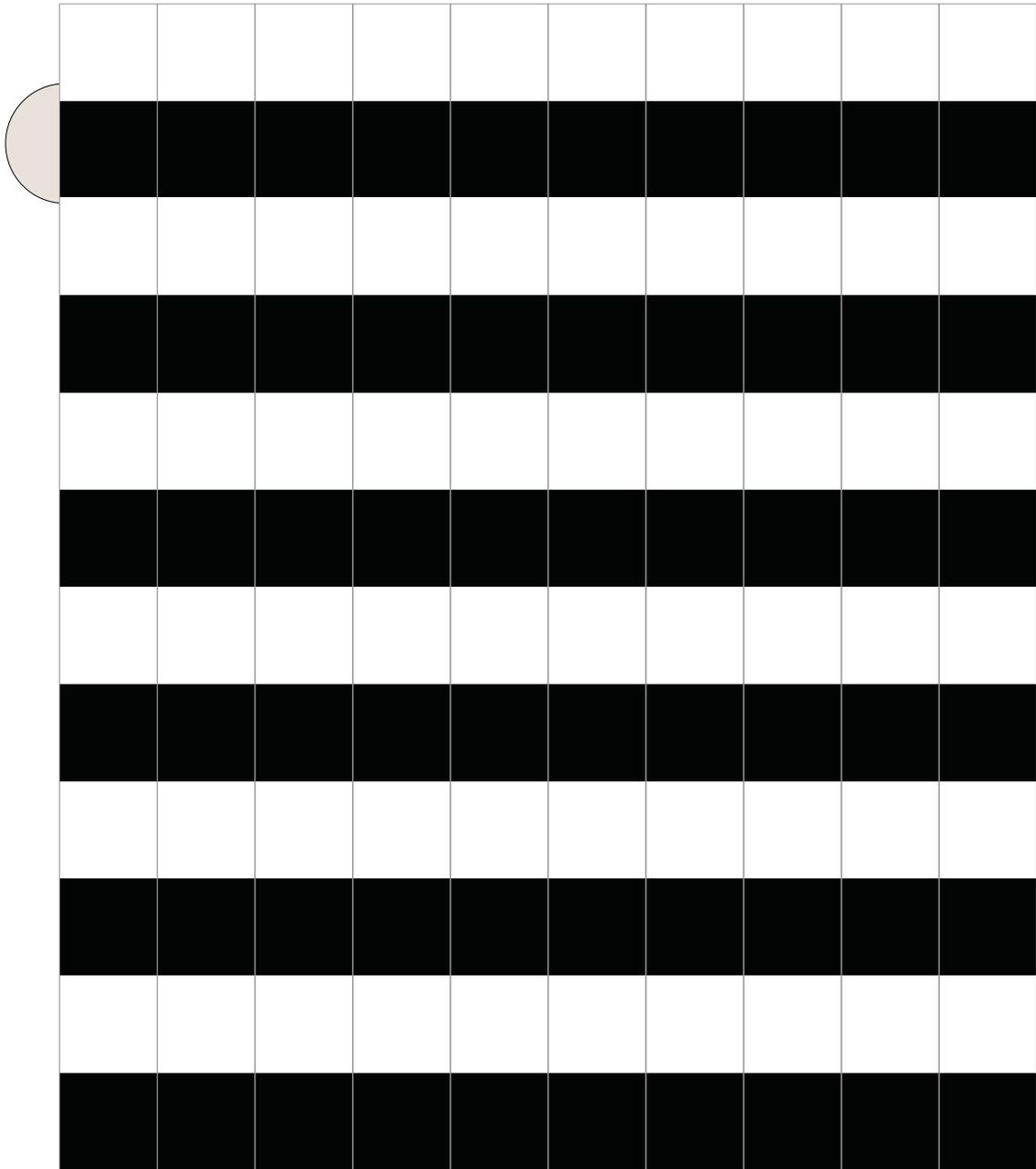
Coloque isso à prova e descubra qual o foco da ilusão de ótica nesse experimento.

PASSO A PASSO

Nesta seção você poderá desafiar sua percepção visual com o auxílio de um experimento super simples: linhas paralelas.

Você só precisa retirar os ladrilhos brancos e pretos da página a seguir e afastá-los na horizontal, tirando-os da ordem conforme o passo a passo abaixo.







*Neste livro você
encontra experiências
incríveis de óptica desenvolvidas
com materiais de baixo custo e fáceis
de montar. O pré-requisito é
que você seja curioso!*

UFT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS