

22

As lentes esféricas

Como acontece a refração em lentes esféricas?

Níquel Náusea

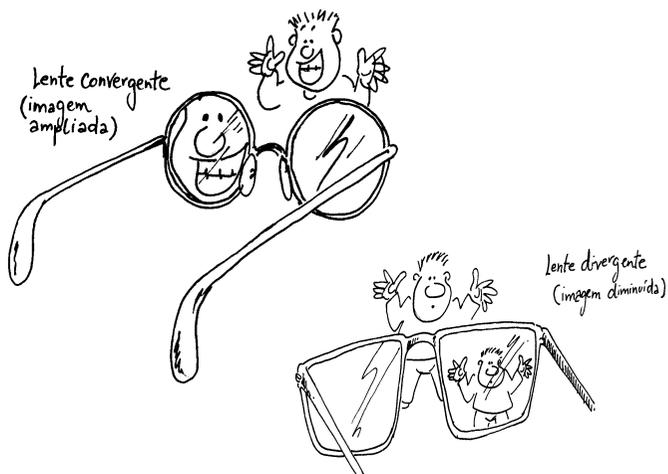
Fernando Gonsales

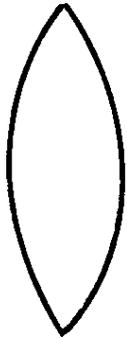


Folha de São Paulo - 31/10/93

Repita a experiência do Flit. Não a de ficar de porre; a de olhar através de um copo cilíndrico cheio de água.

Como você enxergaria a imagem do Níquel Náusea? Em que condições você enxergaria como o Flit?





biconvexa

As lentes esféricas são delimitadas por faces curvas (calotas esféricas) e se distinguem das lentes cilíndricas por reproduzirem a mesma imagem quando giradas em torno do eixo óptico.

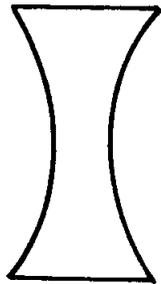
Quando as duas faces de uma lente são convexas, dizemos que ela é do tipo biconvexa, e quando ambas são côncavas, a lente é denominada bicôncava.

Além desses tipos mais comuns, existem ainda as lentes plano-côncava, côncava-convexa e convexo-côncava.

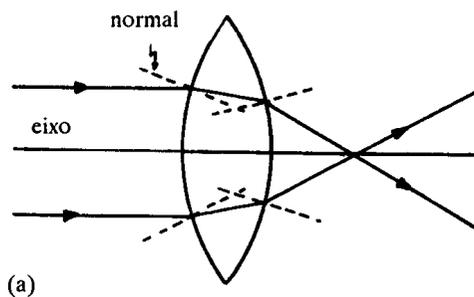
Quando um raio luminoso incide numa lente de vidro biconvexa, paralelamente ao eixo da lente, este se refrata, aproximando-se da normal (se o índice de refração do meio que a envolve for menor que o do material que a constitui).

Ao emergir dela, torna a se refratar, afastando-se da normal à segunda face.

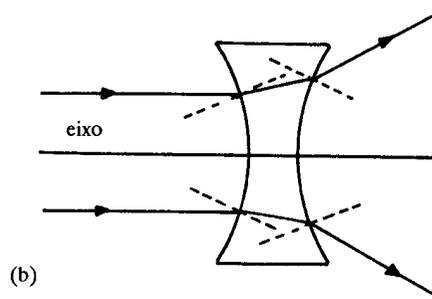
Ao emergir da segunda face, todos os raios de luz que incidiram paralelamente ao eixo da lente convergem para uma região de seu eixo chamada foco. Por esse motivo, esse tipo de lente recebe o nome de **convergente**.



bicôncava



(a)



(b)

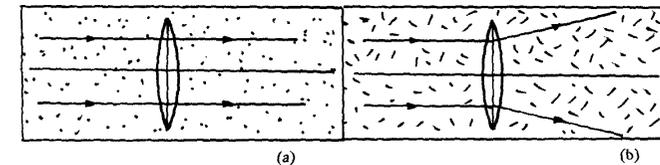
Nas lentes de vidro bicôncavas, os raios de luz que incidem na lente paralelamente ao eixo também se aproximam da normal, e ao emergirem da lente para o ar refratam-se novamente, afastando-se da normal à segunda face.

Nessa situação, devido à geometria da lente, esses raios não convergem para uma região, de forma que esse tipo de lente recebe o nome de **divergente**.

O fato de uma lente ser convergente ou divergente depende do meio onde ela se encontra, pois esses comportamentos estão associados às diferenças entre os índices de refração do material de que é feita a lente e do meio.

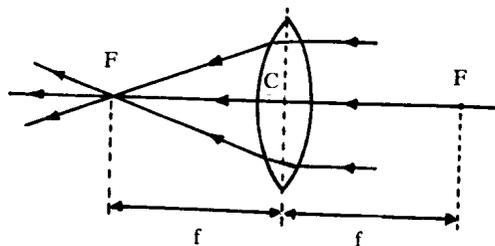
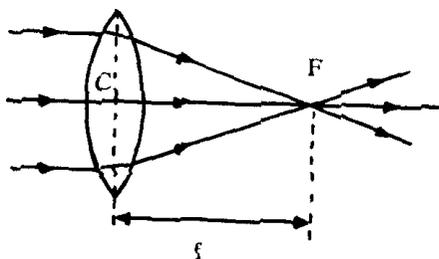
Se uma lente biconvexa encontra-se no ar, certamente se comportará como convergente, pois, seja feita de vidro, seja de plástico, o índice de refração do ar será menor que o desses materiais.

Entretanto, se o índice de refração do meio e o do material de que é feita a lente forem iguais, os raios de luz não sofrerão desvios (isso significa que a lente ficará "invisível"), e se o meio possuir índice de refração maior que o do material da lente, esta se comportará como divergente.



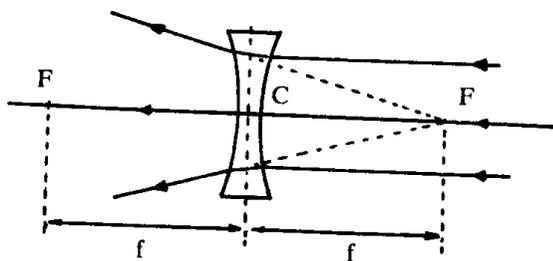
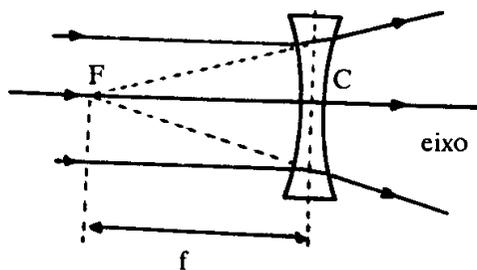
Comportamento de uma lente bicôncava quando o meio possui índice de refração igual ao do material de que é feita (a) e quando é maior (b)

Nas lentes convergentes, a região para onde convergem os raios de luz que incidem paralelamente ao eixo é denominada **foco**.



Nas lentes divergentes não há um local de convergência dos raios de luz, mas é possível definir-se o foco desse tipo de lente pelo prolongamento dos raios que emergem da segunda face.

Por isso o foco das lentes divergentes é denominado virtual.



Como os raios de luz podem incidir tanto por uma como por outra face, podemos determinar, para uma mesma lente, dois focos simétricos em relação ao centro da lente.

O traçado dos raios de luz pode ser simplificado ao considerarmos as condições de Gauss, o que permite a omissão do trajeto dos raios dentro da lente.

Além disso, para localizar as imagens formadas é suficiente acompanhar o caminho de somente dois raios de luz entre os muitos que partem de um ponto do objeto e incidem na lente.

Um deles parte de um ponto-objeto, incide paralelamente ao eixo óptico, e refrata-se, passando pelo foco.

O outro é aquele que ao passar pelo centro óptico da lente não sofre nenhum desvio, devido ao comportamento simétrico da lente.

Representando num diagrama esses dois raios de luz, podemos obter o tamanho e a posição da imagem formada pela lente através do cruzamento desses raios após serem refratados.

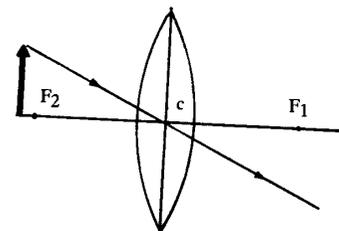
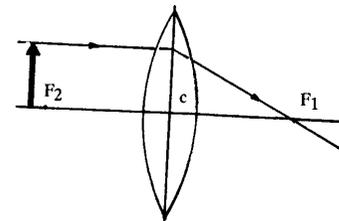
Variando-se a posição do objeto em relação à lente, o tamanho e a posição da imagem serão modificados.

No caso de lentes convergentes, quando o objeto se encontra posicionado entre o foco e a lente, os raios de luz escolhidos não se cruzam efetivamente.

Neste caso, a posição e o tamanho da imagem são determinados pelo cruzamento do prolongamento dos raios refratados.

Nas lentes esféricas divergentes, os mesmos raios de luz podem ser utilizados para determinar a posição e o tamanho das imagens por esse tipo de lente. Neste caso, a imagem é obtida pelo cruzamento entre o prolongamento do raio refratado e o raio que não sofre desvio.

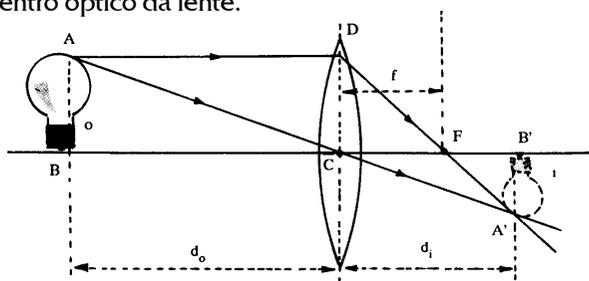
Assim, as imagens podem ser formadas pelo cruzamento efetivo dos raios refratados ou pelo cruzamento dos prolongamentos desses raios.



As equações das lentes esféricas

As características das imagens formadas pelas lentes também podem ser determinadas analiticamente, isto é, através de equações.

Se um objeto de altura o for colocado perpendicularmente sobre o eixo principal de uma lente convergente a uma distância d_o do centro óptico da lente, a imagem formada terá uma altura i e estará situada a uma distância d_i do centro óptico da lente.



A relação entre o tamanho da imagem e o do objeto é a mesma que vimos para espelhos esféricos. Da semelhança entre os triângulos ABC e A'B'C, podemos reescrever a relação anterior da seguinte forma:

$$A = \frac{i}{o} = \frac{d_i}{d_o}$$

E da semelhança entre os triângulos CDF e A'B'F, podemos deduzir:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

Essa equação pode ser aplicada a qualquer tipo de lente, convergente ou divergente, e para imagens reais e virtuais, desde que a seguinte convenção de sinais seja adotada:



a) a distância d_o (ou d_i) será positiva se o objeto (ou a imagem) for real, e negativa se for virtual;



b) a distância focal f será positiva quando a lente for convergente, e negativa quando for divergente.

Questões

- 1) A que distância de uma criança, cuja altura é 1 m, devemos nos colocar para fotografá-la com uma máquina fotográfica de 3 cm de profundidade (entre a lente e o filme) que permita fotos de 2 cm de altura? Qual a distância focal da lente?
- 2) Uma pessoa de 1,80 m de altura é observada por outra, situada a 40 m de distância. Determine geometricamente a imagem formada na retina do observador e calcule seu tamanho, considerando que a distância da pupila à retina é de 2 cm.
- 3) A partir da figura ao lado e considerando os triângulos semelhantes indicados, você é capaz de deduzir as duas equações escritas nesta página?