



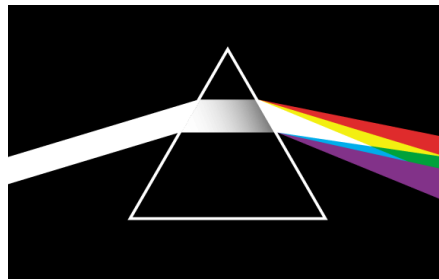
IMAGENS



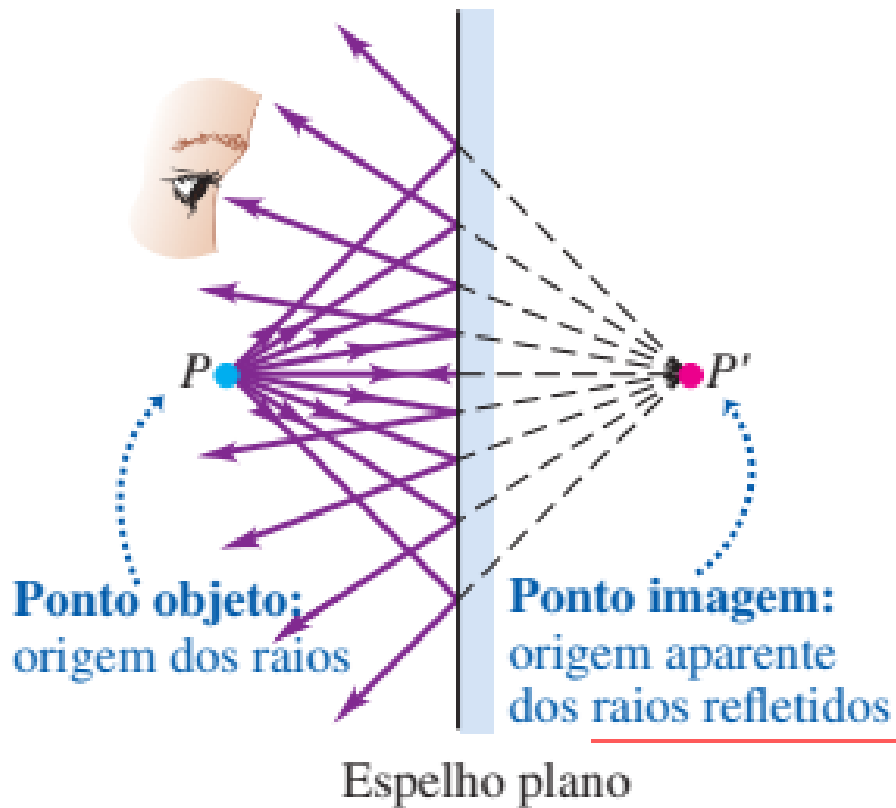
FÍSICA IV. ONDAS

Profa. Dra. Luz Stefany Murcia-Correa

luz.m.correa@unesp.br

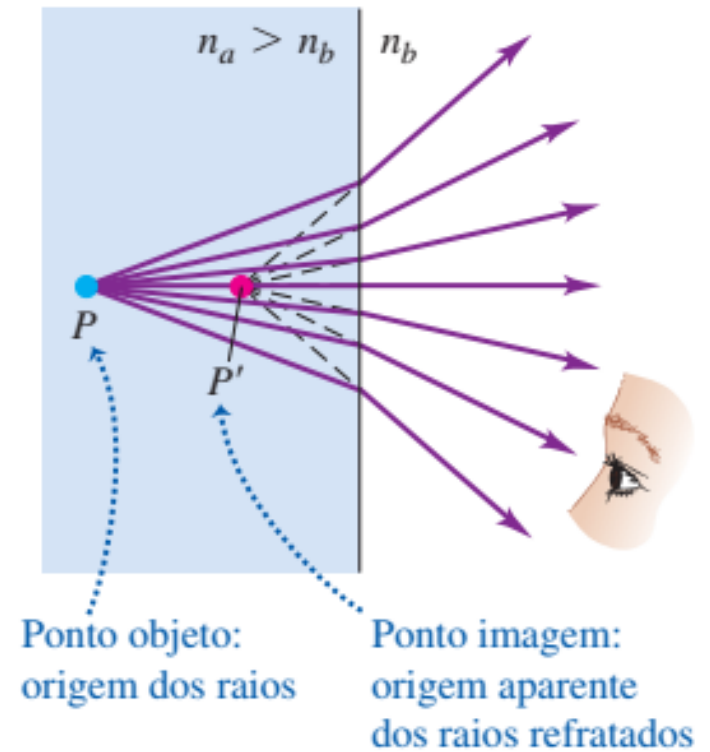


1. REFLEXÃO DA LUZ



2. REFRAÇÃO DA LUZ

Quando $n_a > n_b$, P' está mais próximo da superfície que P ;
para $n_a < n_b$, ocorre o inverso.



IMAGENS: Revisão e Resumo

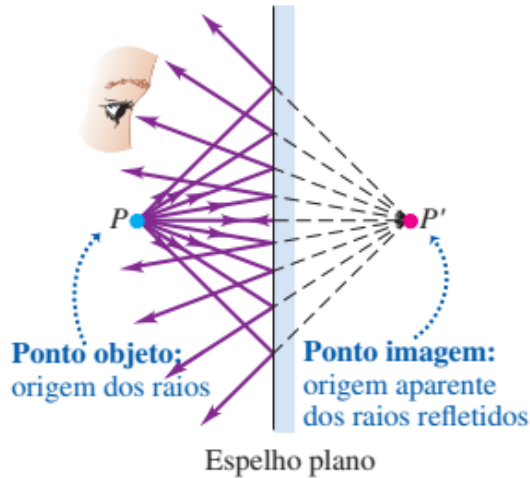


Imagem real é formada quando os raios de luz passam por um ponto de imagem e divergem dele. **Imagem virtual** é formada quando os raios de luz não passam pelo ponto de imagem, mas parecem apenas divergir a partir daquele ponto.

1. ESPELHOS ESFÉRICOS:

As imagens reais se formam no lado do espelho em que está o objeto, e as imagens virtuais se formam no lado oposto.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

i = distância da imagem
 p = distância do objeto
 f = distância focal do espelho

Eq. fundamental

O espelho plano é um caso especial no qual $R \rightarrow \infty$, portanto, $p = -i$ (Eq. Espelho plano).

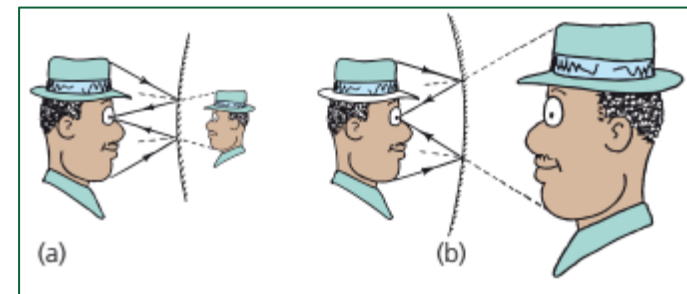
Ampliação lateral:

$$m = -\frac{i}{p} = \frac{h'}{h}$$

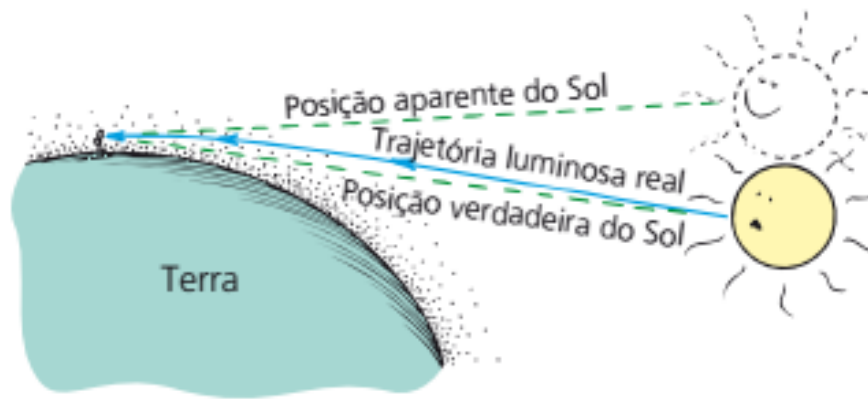
h' = altura da imagem

h = altura do objeto

- Se $|m| > 1$: imagem ampliada.
- Se $m < 0$: imagem invertida.



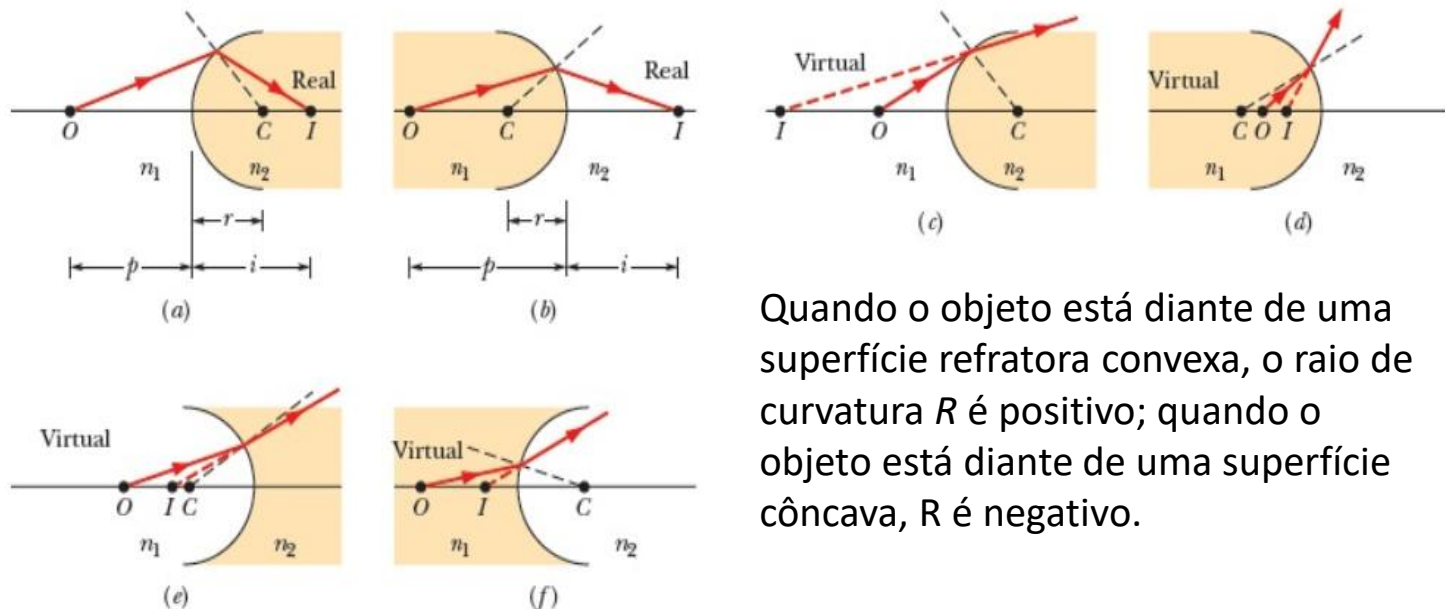
2. REFRAÇÃO EM INTERFACES ESFÉRICAS



- Determinar se os raios luminosos, depois de refratados na interface, formam uma imagem real ou virtual. A resposta depende dos valores relativos de n_1 e n_2 e da geometria da situação.

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

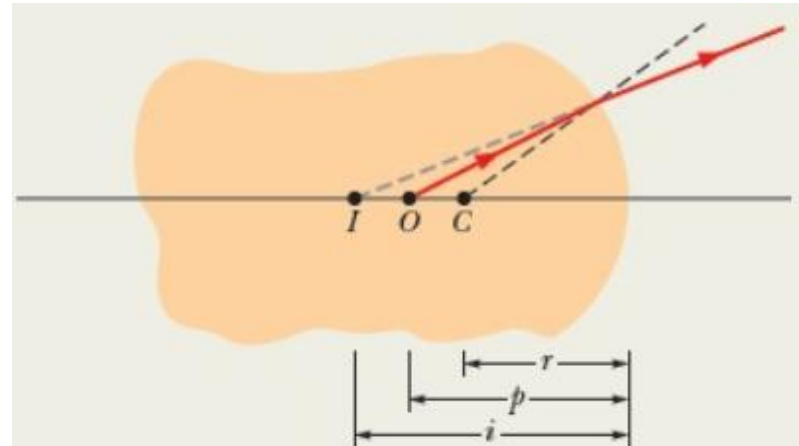
Eq. para uma superfície refratária



Quando o objeto está diante de uma superfície refratora convexa, o raio de curvatura R é positivo; quando o objeto está diante de uma superfície côncava, R é negativo.

EXEMPLO:

Um mosquito do período jurássico foi encontrado no interior de um bloco de âmbar cujo índice de refração é 1,6. Uma das superfícies do bloco é esfericamente convexa, com um raio de curvatura de 3 mm (Figura). A cabeça do mosquito se encontra no eixo central dessa superfície; quando observada ao longo do eixo central, parece estar a 5 mm de distância da superfície. A que distância da superfície a cabeça se encontra realmente?



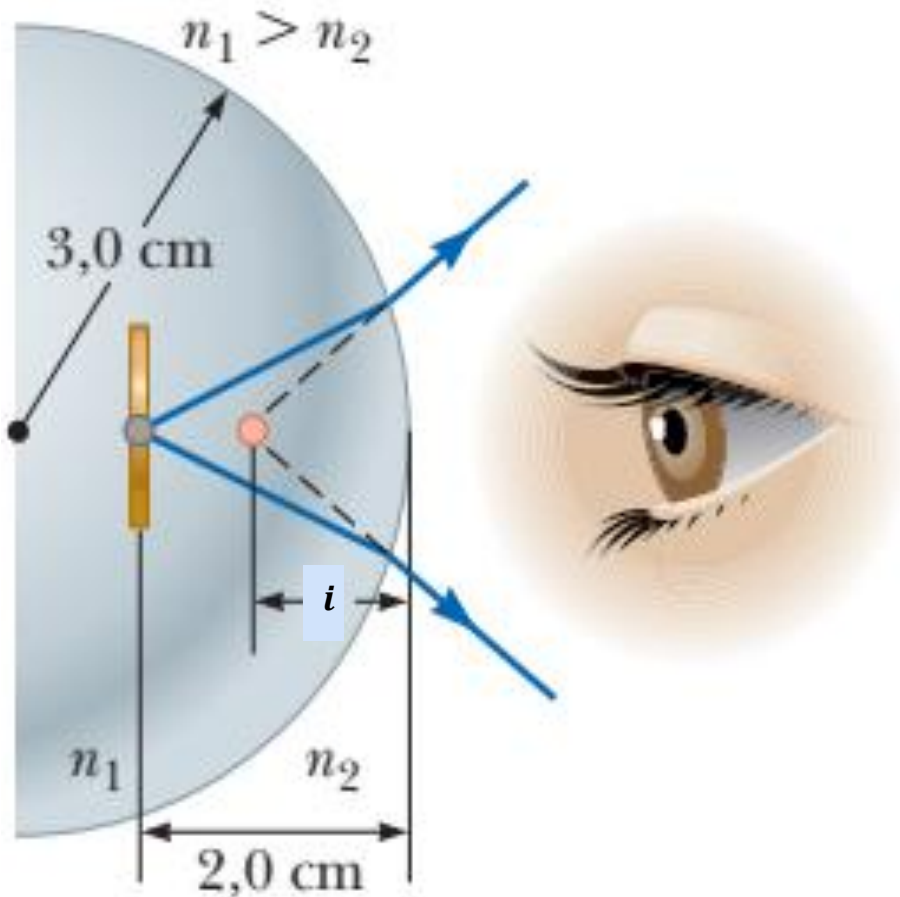
$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

$$\frac{1,6}{p} + \frac{1,0}{-5,0 \text{ mm}} = \frac{1,0 - 1,6}{-3,0 \text{ mm}}$$

$$p = 4,0 \text{ mm.}$$

PROBLEMA:

Um conjunto de moedas é embutido em um peso de papel plástico esférico cujo raio é 3,0 cm. O índice de refração do plástico é $n_1 = 1,50$. Uma moeda está localizada a 2,0 cm da borda da esfera (Fig.). Descubra a posição da imagem da moeda.



$$\frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{R} - \frac{n_1}{p}$$

$$i = -1,7 \text{ cm}$$

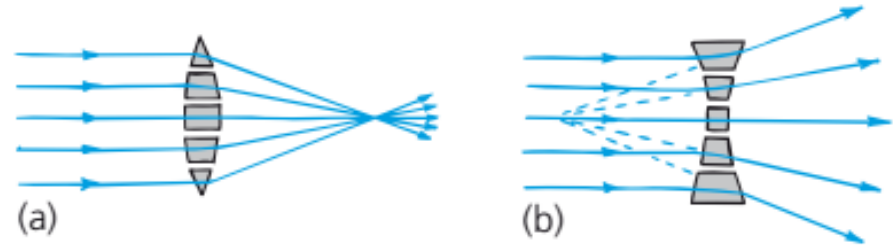
O sinal negativo para i indica que a imagem está na frente da superfície; em outras palavras, está no mesmo meio que o objeto mostrado na Figura.

Portanto, a imagem deve ser virtual.

A moeda parece estar mais perto da superfície do peso de papel do que realmente está.

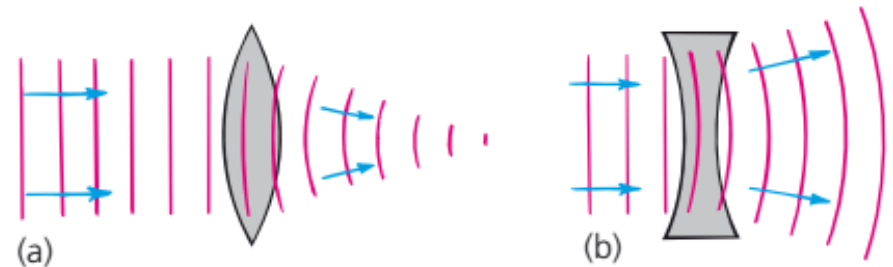
2. LENTES DELGADAS

Uma **lente** é um objeto transparente, limitado por duas superfícies refratoras com um eixo central em comum. Quando a lente está imersa no ar, a luz é refratada ao penetrar na lente, atravessa a lente, é refratada uma segunda vez e volta a se propagar no ar. As duas refrações podem mudar a direção dos raios luminosos.

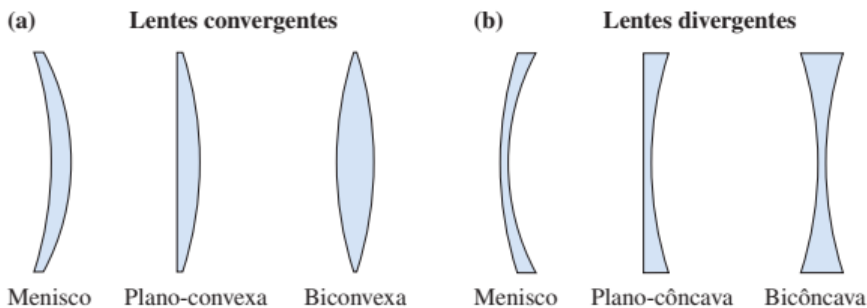


(a) Uma lente convergente

(b) Uma lente

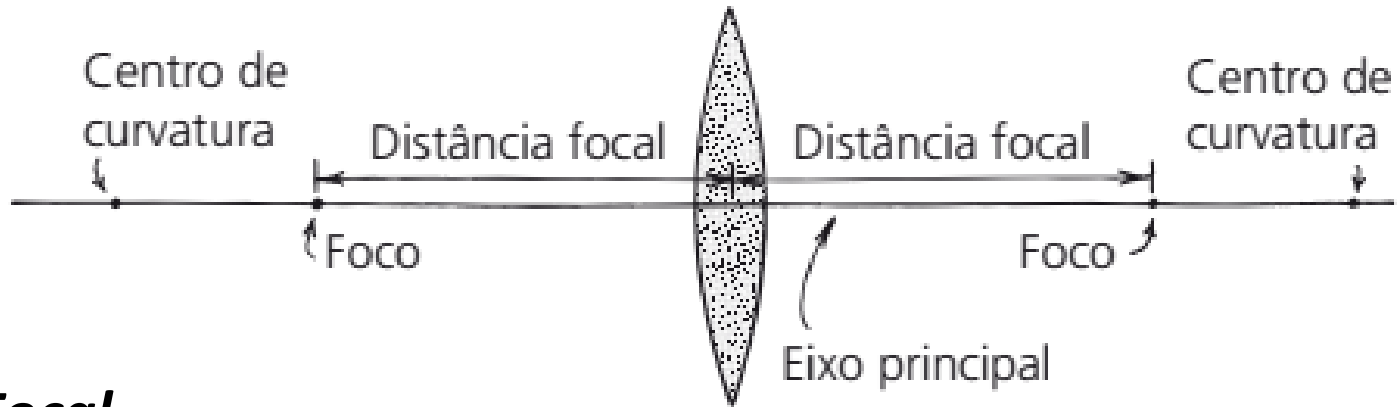


- (a) As ondas retardam-se mais ao atravessar o centro da lente.
(b) As ondas retardam-se mais ao atravessar as bordas da lente.



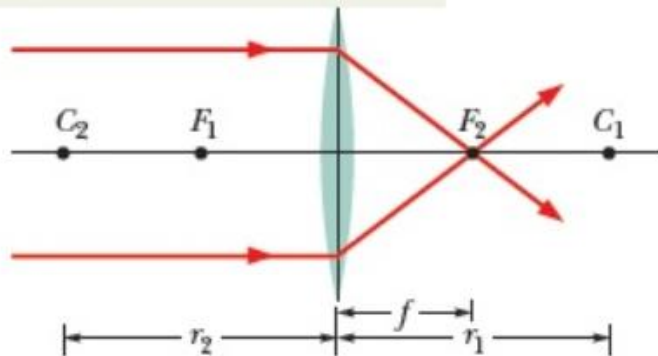
Uma lente pode produzir uma imagem de um objeto porque é capaz de desviar os raios luminosos, mas só é capaz de desviar os raios luminosos se tiver um índice de refração diferente do índice de refração do meio.

As principais características de uma lente convergente.

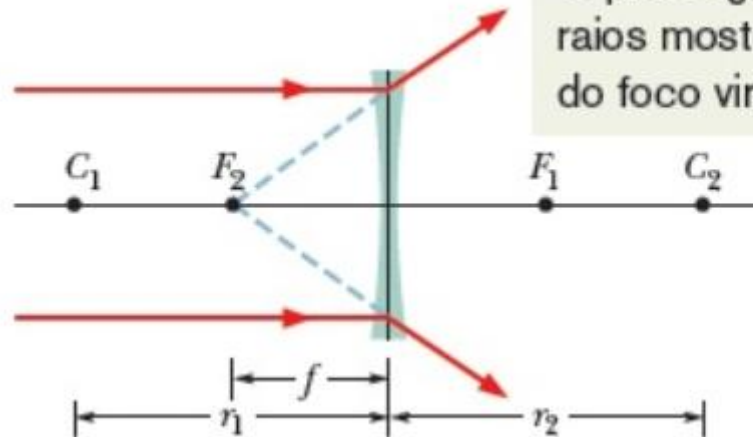


Ponto Focal.

Para localizar o foco real F_2 , acompanhe raios paralelos ao eixo central.

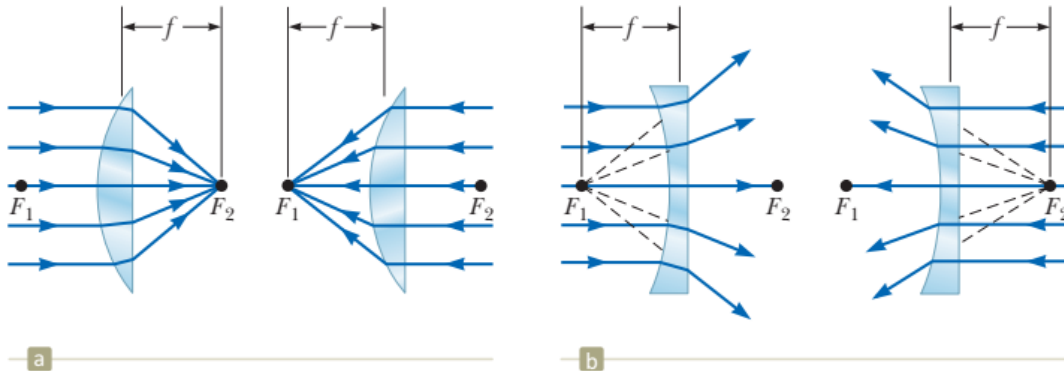
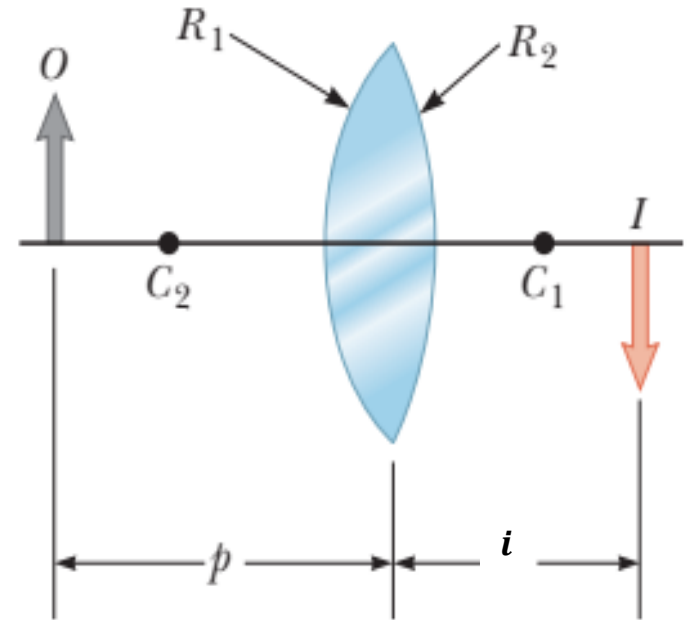


O prolongamento dos raios mostra a posição do foco virtual F_2 .



Eq. do fabricante de Lentes:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

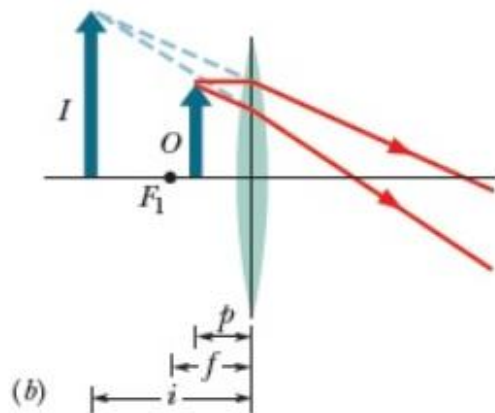
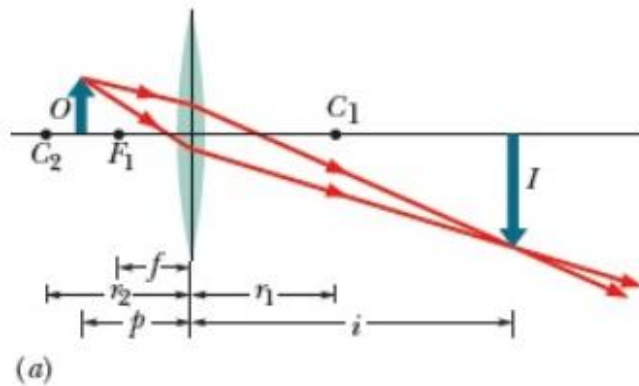


Raios de luz paralelos passam por (a) uma lente convergente e (b) por uma lente divergente.

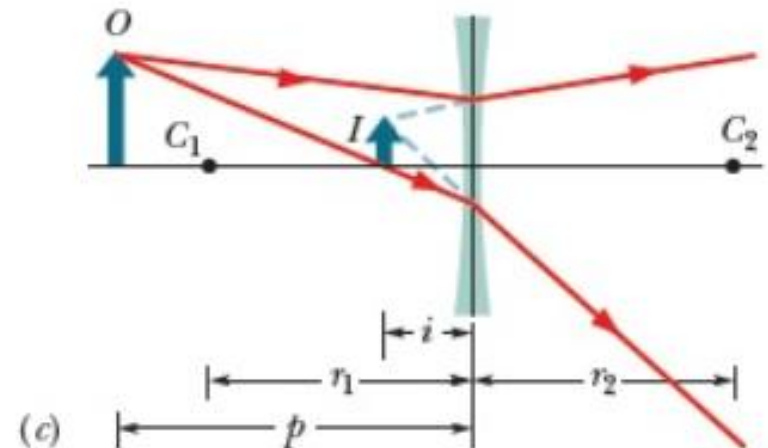


As imagens virtuais produzidas por lentes ficam do mesmo lado que o objeto, e as imagens reais ficam do lado oposto.

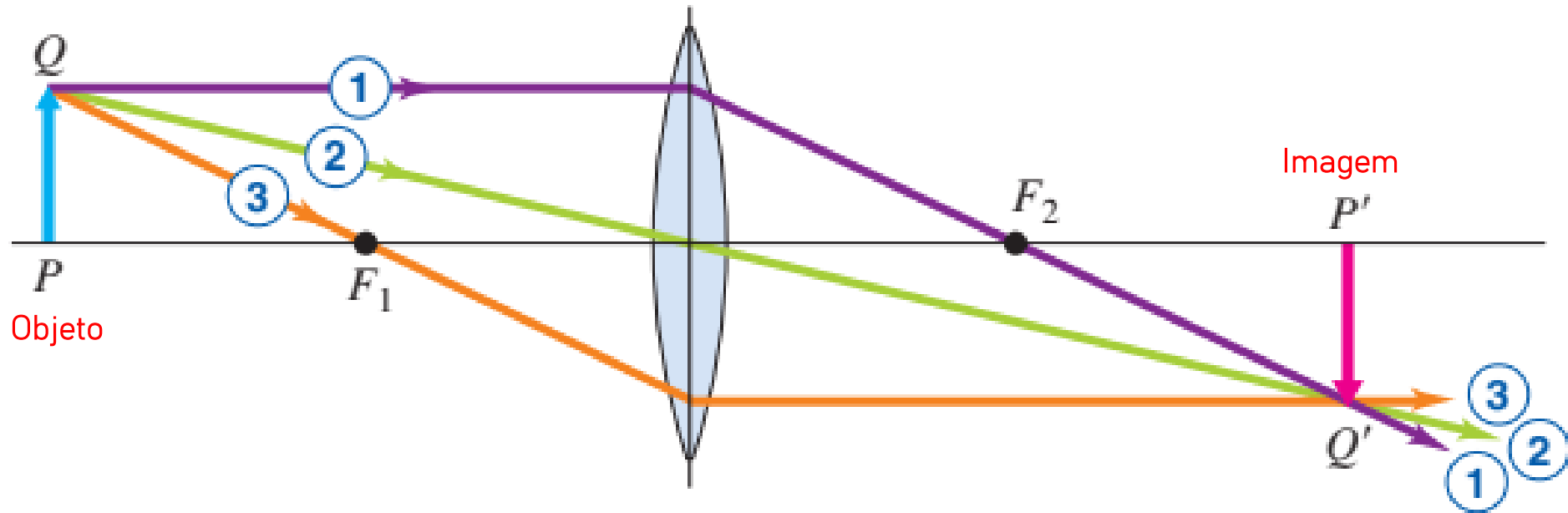
Lentes convergentes podem produzir imagens reais ou virtuais.



Lentes divergentes produzem apenas imagens virtuais.

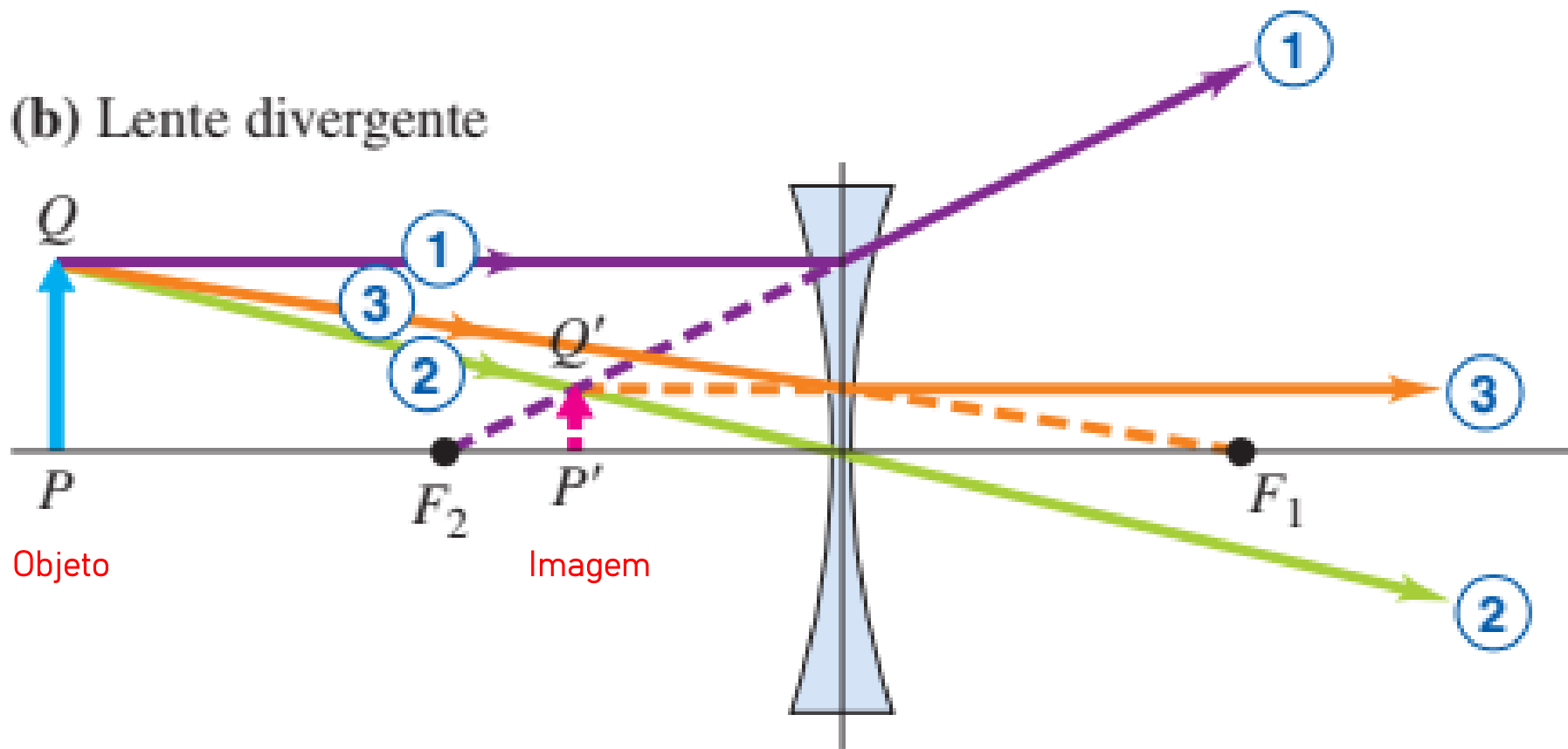


(a) Lente convergente



- ① O raio incidente paralelo refrata para passar pelo segundo foco F_2 .
- ② O raio que passa pelo centro da lente não se desvia de modo significativo.
- ③ O raio que passa pelo primeiro foco F_1 emerge paralelo ao eixo.

(b) Lente divergente

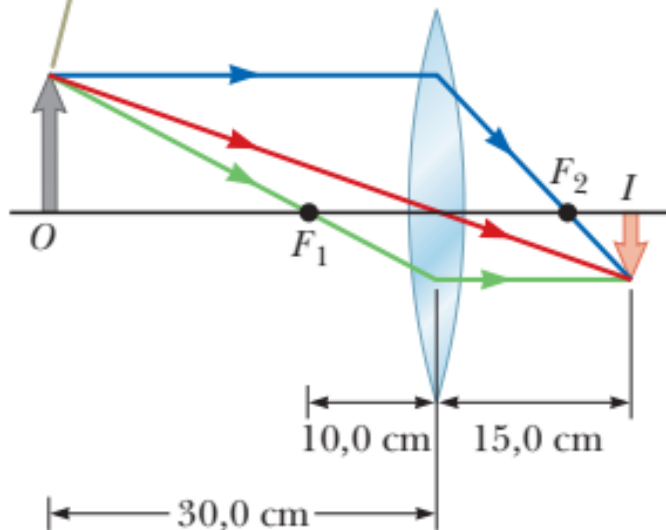


- ① O raio incidente paralelo após refração parece vir do segundo foco F_2 .
- ② O raio que passa pelo centro da lente não se desvia de modo significativo.
- ③ O raio orientado para o primeiro foco F_1 emerge paralelo ao eixo.

EXEMPLO

Uma lente convergente possui distância focal de 10 cm. Um objeto é colocado a 30 cm da lente. Construa um diagrama de raios, encontre a distância da imagem e descreva a imagem.

O objeto está mais longe da lente do que o ponto focal.



$$\frac{1}{i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = \frac{1}{10 \text{ cm}} - \frac{1}{30 \text{ cm}}$$

$$i = +15 \text{ cm}$$

$$M = -\frac{i}{p} = -\frac{15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = -0,500$$

EXEMPLO

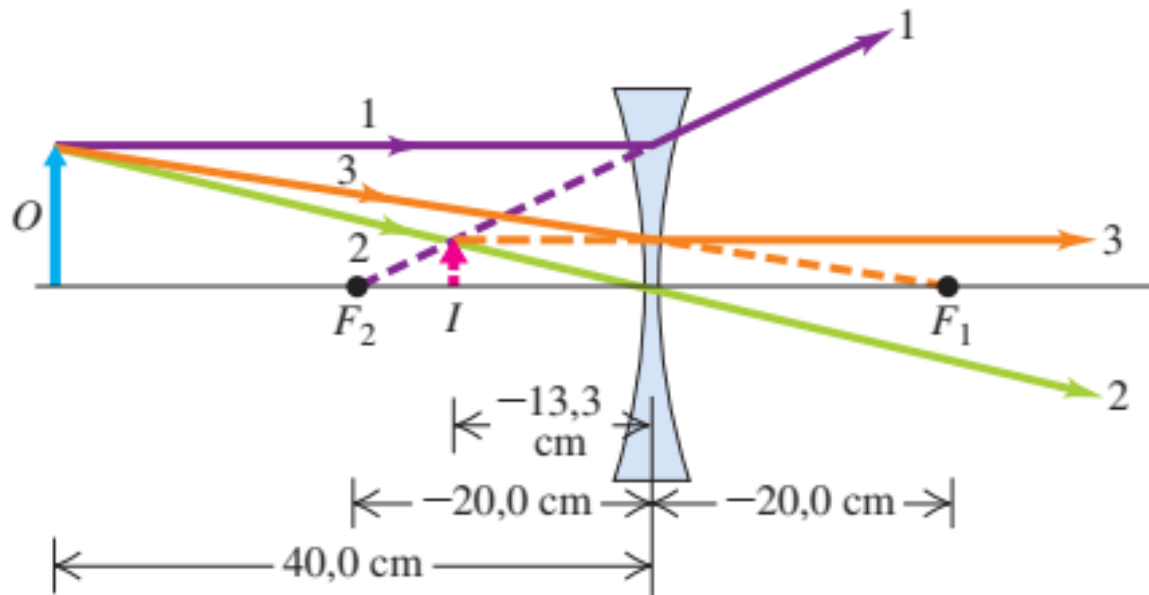
Você dispõe de uma lente delgada divergente e verifica que os raios paralelos incidentes divergem depois de passar pela lente, como se emanassem de um ponto situado a uma distância de 20 cm do centro dela. Você deseja usar essa lente para formar uma imagem virtual direita com altura igual a $\frac{1}{3}$ da altura do objeto. (a) Onde o objeto deve ser colocado? (b) Faça um diagrama dos raios principais.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-p/3} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} - \frac{3}{p} = -\frac{2}{p} = \frac{1}{f}$$

$$p = -2f = -2(-20 \text{ cm})$$
$$p = 40 \text{ cm}$$

$$i = -p/3 = -40(-20 \text{ cm})$$
$$i = -13,3 \text{ cm}$$



EXEMPLO

Um louva-a-deus está no eixo central de uma lente simétrica delgada, a 20 cm da lente. A ampliação lateral da lente é $m = -0,25$ e o índice de refração do material de que é feita a lente é 1,65.

(a) Determine o tipo de imagem produzido pela lente, o tipo de lente, se o objeto (louva-a-deus) está do lado de dentro ou do lado de fora do ponto focal; de que lado da lente é formada a imagem; se a imagem é invertida ou não. (b) Quais são os dois raios de curvatura da lente?

$$i = -mp = 0,25p.$$

$$i = (0,25)(20 \text{ cm}) = 5,0 \text{ cm}.$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{20 \text{ cm}} + \frac{1}{5 \text{ cm}} \quad \longrightarrow \quad f = 4 \text{ cm}$$

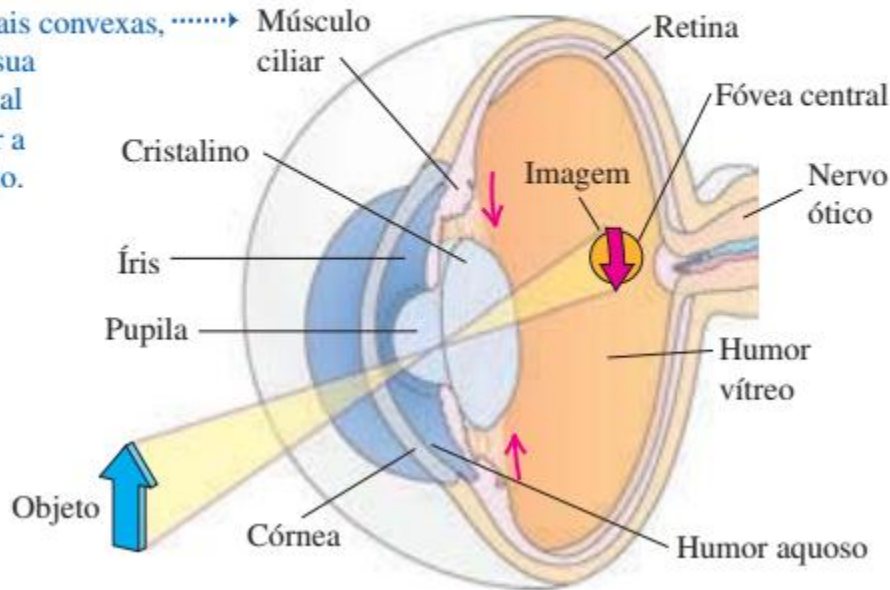
$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = (n - 1) \left(\frac{1}{+R} - \frac{1}{-R} \right)$$

$$\frac{1}{4 \text{ cm}} = (1,65 - 1) \frac{2}{R} \quad \longrightarrow \quad R = (0,65)(2)(4 \text{ cm}) = 5,2 \text{ cm}$$

O OLHO...

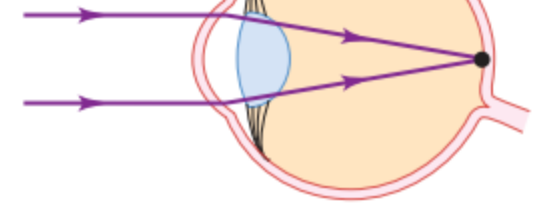
(a) Diafragma do olho

A contração do músculo ciliar faz que as lentes se tornem mais convexas, diminuindo sua distância focal para permitir a visão de perto.



(a) Olho normal

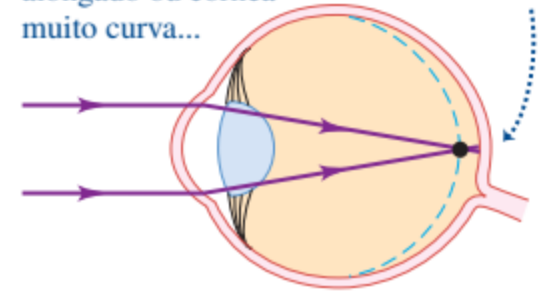
Raios vindos de um objeto distante



(b) Olho míope

Em olho muito alongado ou córnea muito curva...

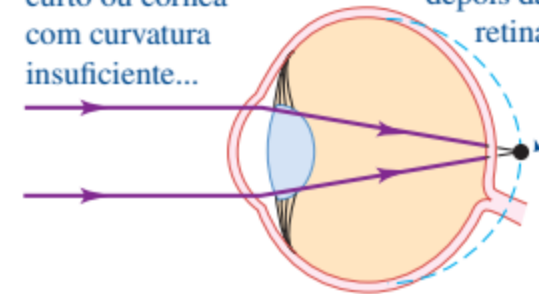
...os raios são focalizados antes da retina.



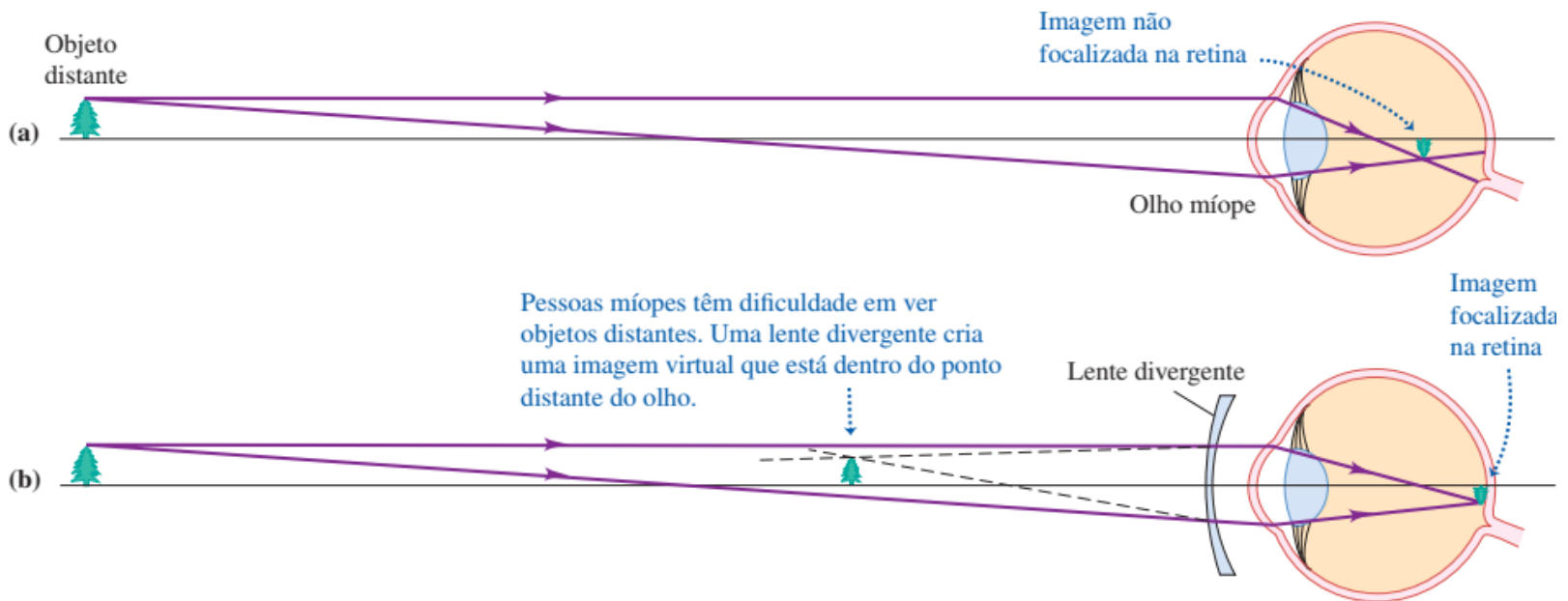
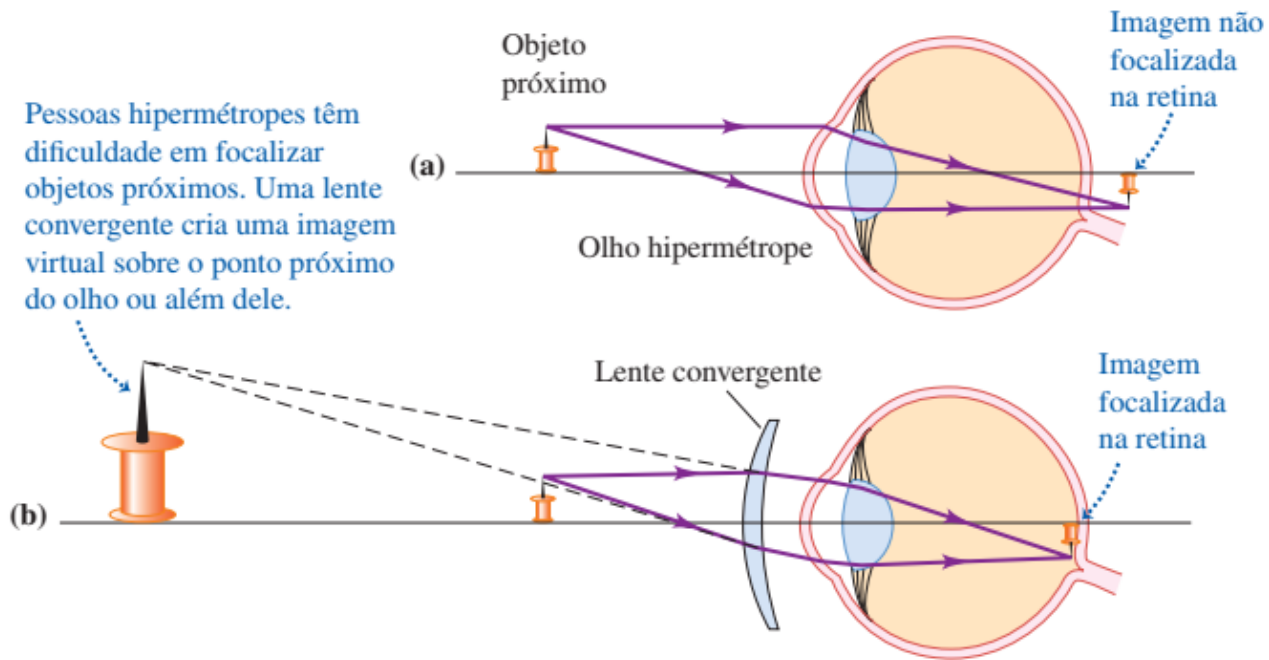
(c) Olho hipermetrópe

Em olho muito curto ou córnea com curvatura insuficiente...

...os raios são focalizados depois da retina.



Pessoas hipermétropes têm dificuldade em focalizar objetos próximos. Uma lente convergente cria uma imagem virtual sobre o ponto próximo do olho ou além dele.



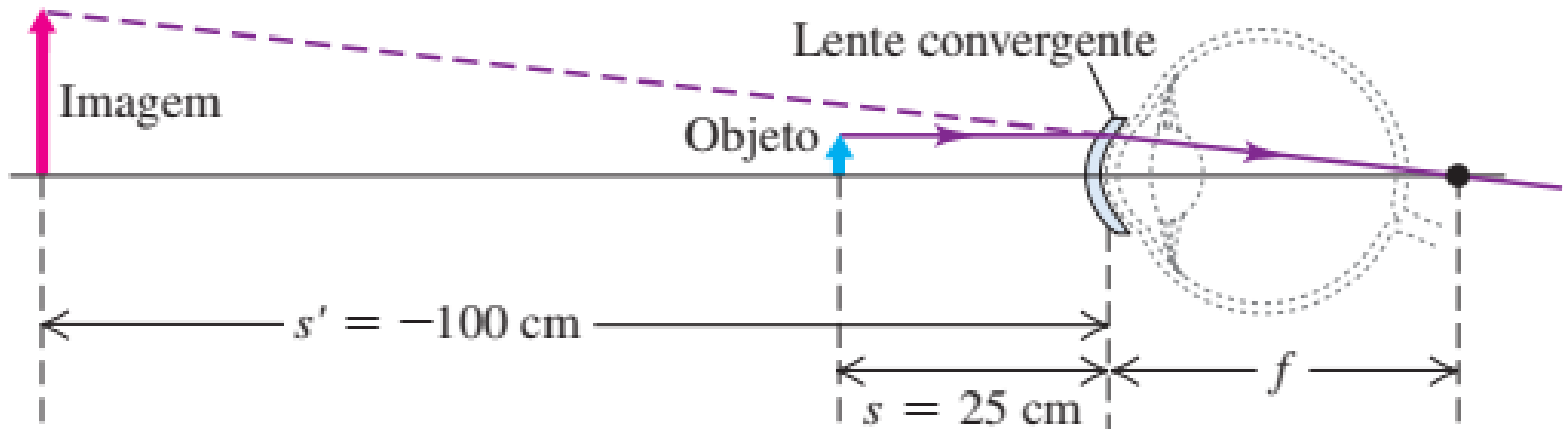
EXEMPLO:

O ponto próximo de um certo olho hipermetrope fica 100 cm à sua frente. Determine a distância focal e a potência da lente de contato que permitirão ao usuário ver com nitidez um objeto situado a uma distância de 25 cm do olho.

$$f = 33 \text{ cm}$$

As lentes corretivas geralmente são descritas em termos de **potência**, definida como o inverso da distância focal expressa em metros. A unidade de potência é a **dioptria**.

$$\text{Potência } 1/(0,33 \text{ m})=3,0 \text{ dioptrias.}$$



Usando uma lente de contato para corrigir a hipermetropia.

REFERENCIAS

- Halliday, D.; Resnick, R. e Krane, K.S. Física IV. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- Serway, R. A. (2004). *Princípios de física*. Cengage.
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2004). *Física universitária* (Vol. 1, pp. 311-313). Pearson.