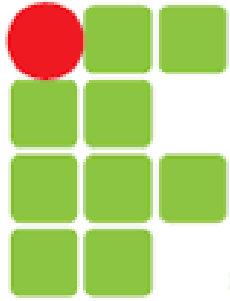


Física IV



INSTITUTO FEDERAL
SUL-RIO-GRANDENSE



Óptica Geométrica: Visão Humana

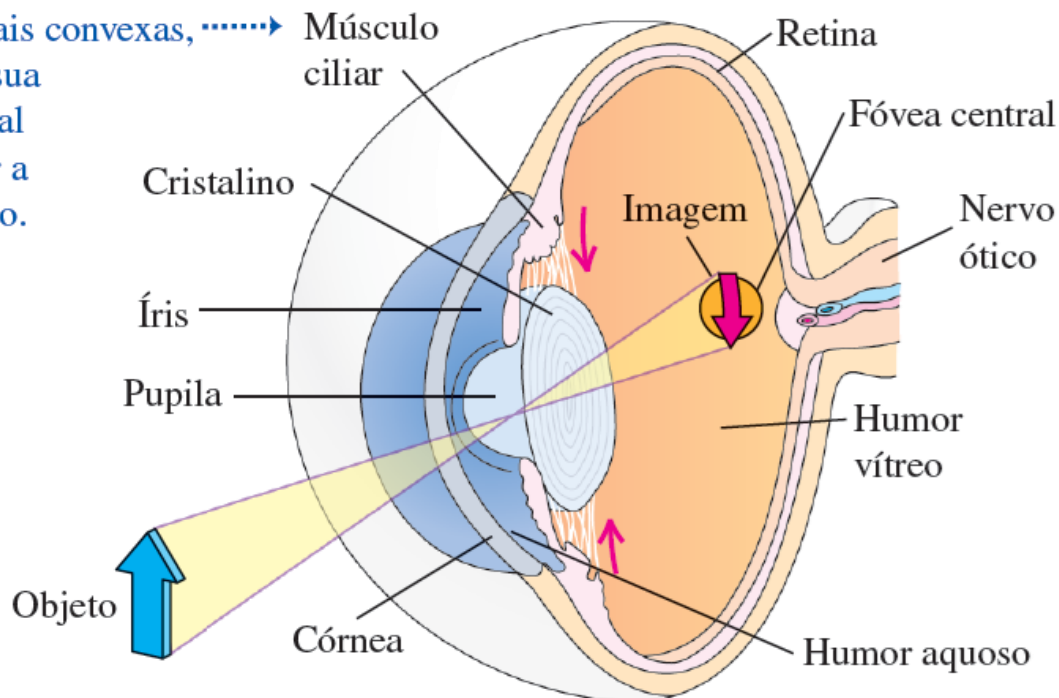
Prof. Nelson Luiz Reyes Marques

Olho Humano

O comportamento ótico do olho é semelhante ao de uma câmera. As partes essenciais do olho humano, considerado um sistema ótico, são mostradas na Figura.

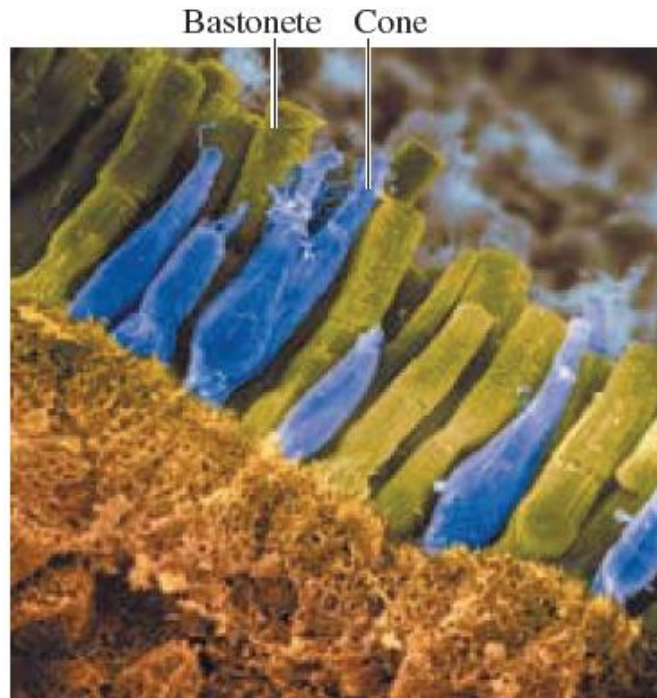
- Diafragma do olho

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



Olho Humano

- Existem dois tipos de células sensíveis à luz na retina.
- Os bastonetes são mais sensíveis à luz que os cones, contudo somente os cones são sensíveis às diferenças entre as cores.
- Um olho humano contém cerca de $1,3 \times 10^8$ bastonetes e 7×10^6 cones.



Olho Humano

- A refração na córnea e nas superfícies da lente produz uma imagem real do objeto que está sendo observado.
- A imagem é formada sobre a retina, uma membrana sensível à luz situada junto à superfície interna da parte posterior do olho.
- A retina desempenha o mesmo papel do filme ou do sensor eletrônico na câmera.
- Os cones e os bastonetes existentes na retina agem como minúsculas fotocélulas, que capturam a imagem e a transmitem através do nervo ótico para o cérebro.
- A visão é mais precisa em uma pequena região central chamada fóvea central, com diâmetro aproximado de 0,25 mm.

Olho Humano

- Na parte frontal do cristalino está a íris. Ela contém uma abertura com diâmetro variável denominada pupila, que se abre ou se fecha para adaptar a entrada da luz de acordo com a variação da luminosidade.
- Os receptores da retina também possuem mecanismos de adaptação da intensidade.
- Para que um objeto seja visto com bastante nitidez, a imagem deve ser formada exatamente sobre a retina.
- O olho se ajusta a diferentes distâncias s do objeto, variando a distância focal f de sua lente
- A distância s' entre a lente e a retina não varia.

Olho Humano

- Em um olho normal, um objeto no infinito é focalizado quando o músculo ciliar está relaxado.
- Para produzir uma imagem bem focalizada sobre a retina de um objeto próximo, a tensão no músculo ciliar que envolve o cristalino aumenta, o músculo ciliar se contrai e o cristalino fica mais grosso na parte central, reduzindo os raios de curvatura de suas superfícies; logo, a distância focal f diminui.
- Esse processo é chamado de **acomodação**.
- Os extremos do intervalo em que a visão distinta é possível são chamados de *ponto distante* e *ponto próximo*.

Olho Humano

- O *ponto distante* de um olho normal se encontra no *infinito*.
- A posição do *ponto próximo* depende da capacidade do músculo ciliar de reduzir o raio de curvatura do cristalino.
- O intervalo de acomodação diminui gradualmente à medida que a pessoa envelhece, pois o cristalino aumenta durante a vida (para uma idade de 60 anos, ele é 50% maior que aos 20 anos), e os músculos ciliares tornam-se menos capazes de contrair uma lente maior.
- Por essa razão, a distância do ponto próximo aumenta à medida que a pessoa envelhece.
- Esse *aumento da distância do ponto próximo*, popularmente conhecido como vista cansada, é chamado de *presbiopia*.

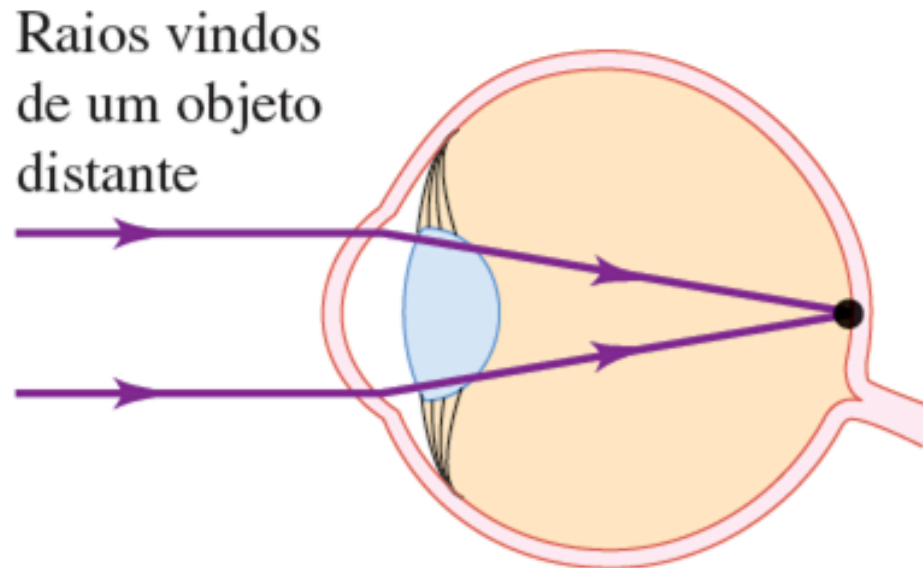
Olho Humano

- Variação do ponto próximo segundo a idade.

Idade (anos)	Ponto próximo (cm)
10	7
20	10
30	14
40	22
50	40
60	200

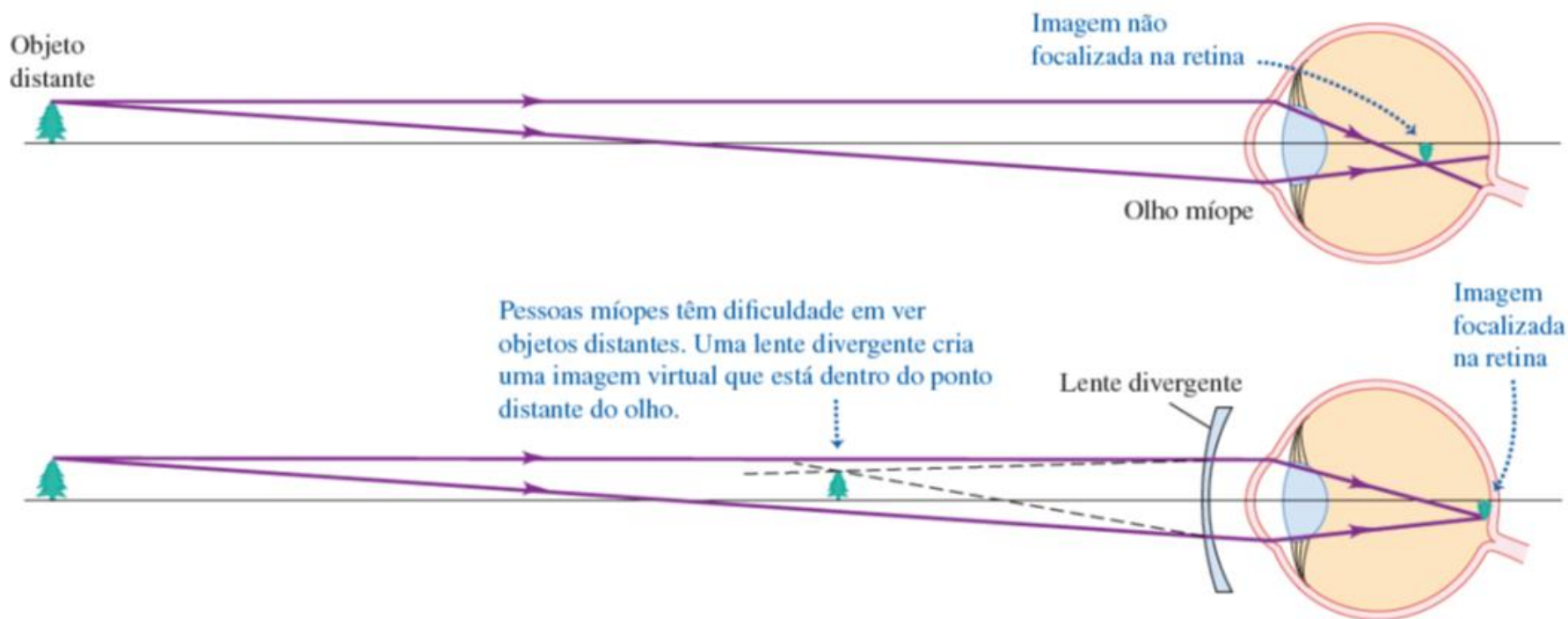
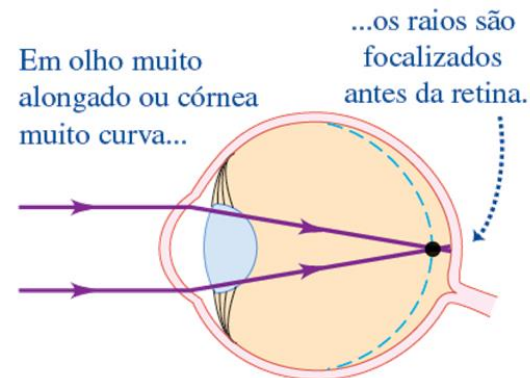
Defeitos da visão

- Um olho normal forma sobre a retina uma imagem de um objeto que se encontra no infinito quando o olho está relaxado.
- Refração em um olho normal:



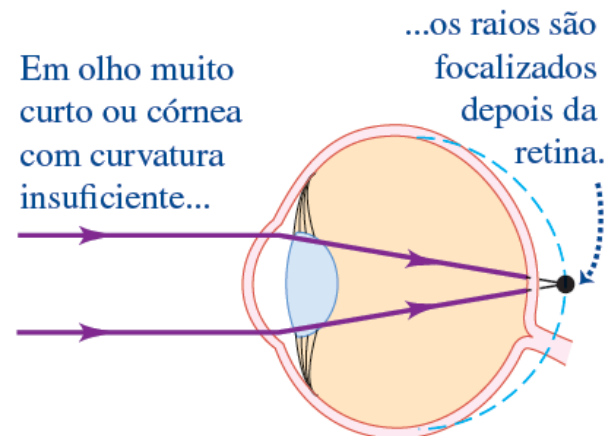
Defeitos da visão

- Refração em um olho míope:
- Correção: lente divergente



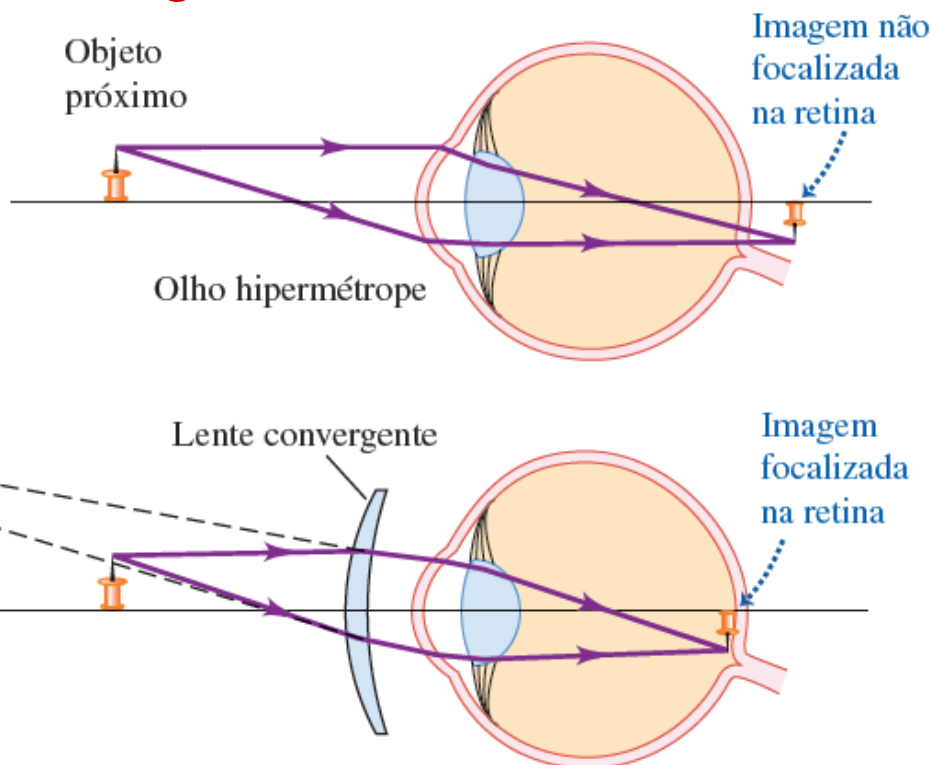
Defeitos da visão

- Refração em um olho **hipermetrope**:



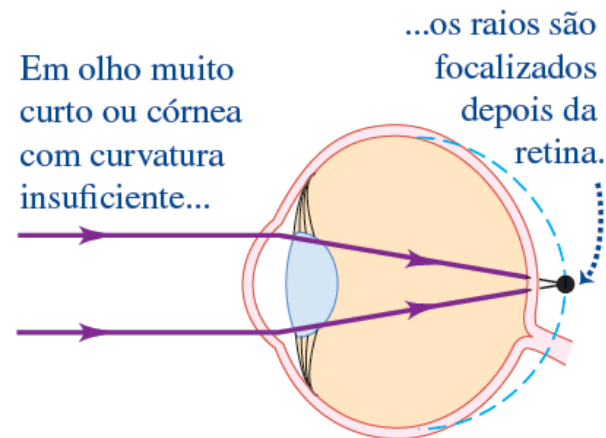
- Correção: **lente convergente**

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



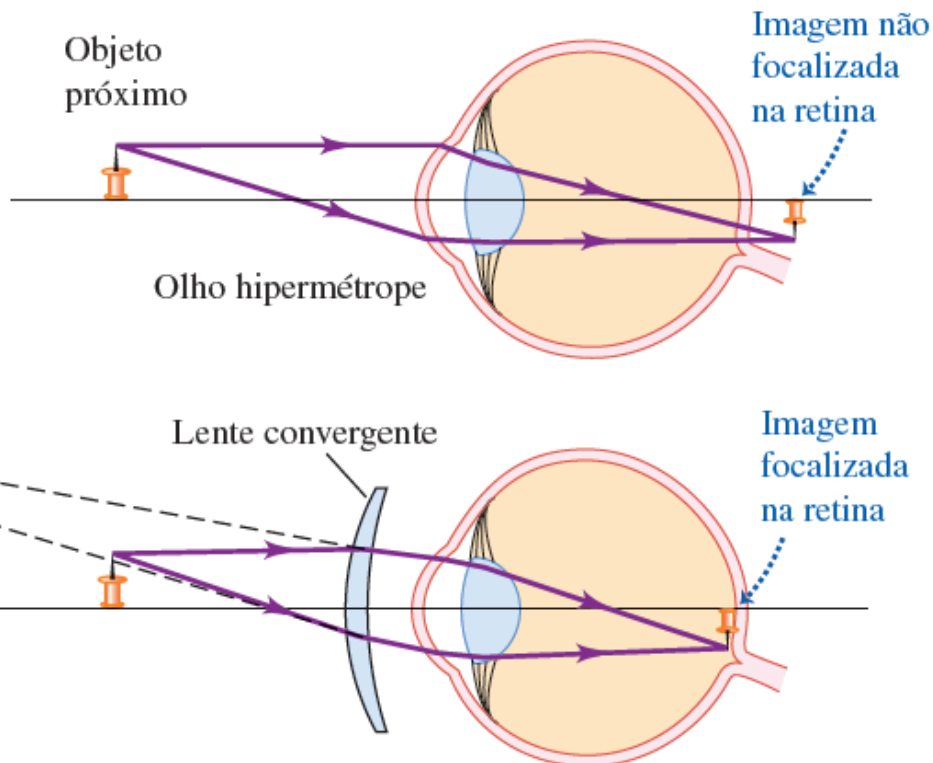
Defeitos da visão

- Refração em um olho hipermetrope:



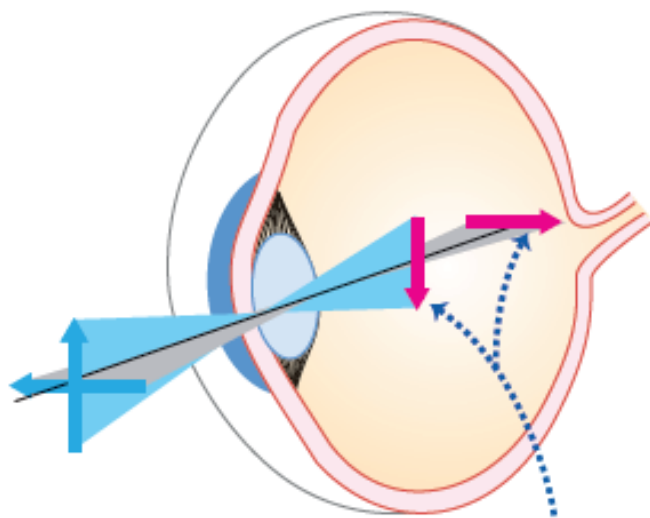
- Correção: lente convergente

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

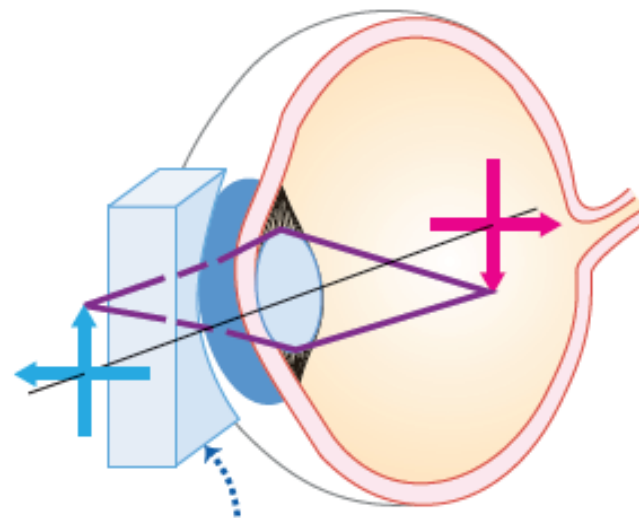


Defeitos da visão

- **Refração** em um olho **astigmático**: as imagens de linhas verticais se formam antes da retina.
- Correção: **lente cilíndrica**



A forma do globo ocular ou das lentes faz que os objetos na vertical e na horizontal focalizem-se em distâncias diferentes.



Esta lente cilíndrica é curva na direção vertical, mas não na horizontal; ela muda a distância focal de objetos verticais.

Defeitos da visão



visão normal



miopia



hipermetropia



astigmatismo



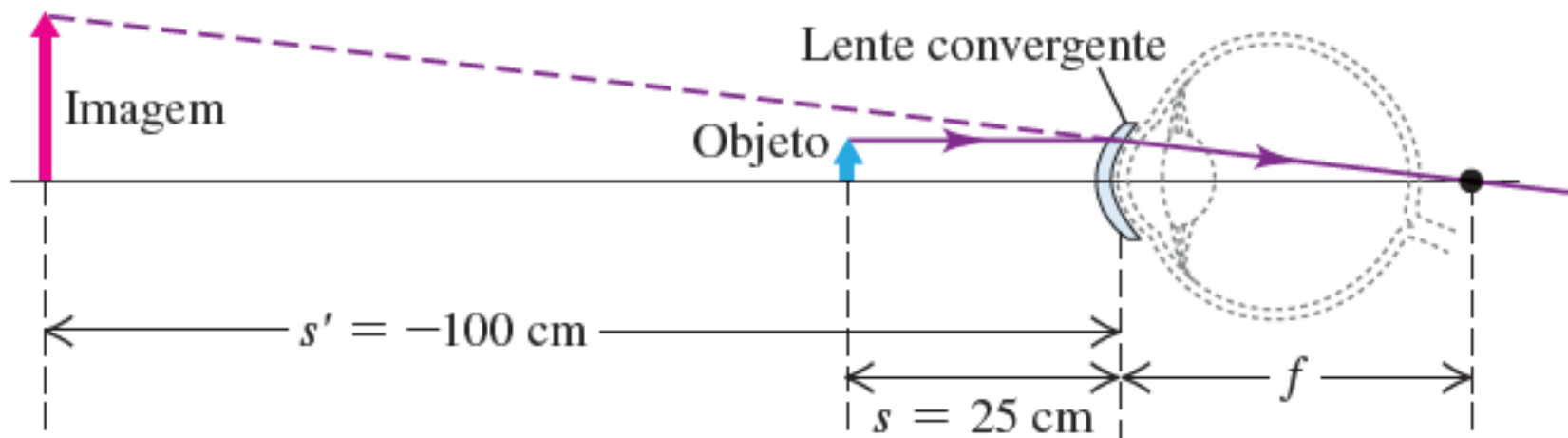
catarata



glaucoma

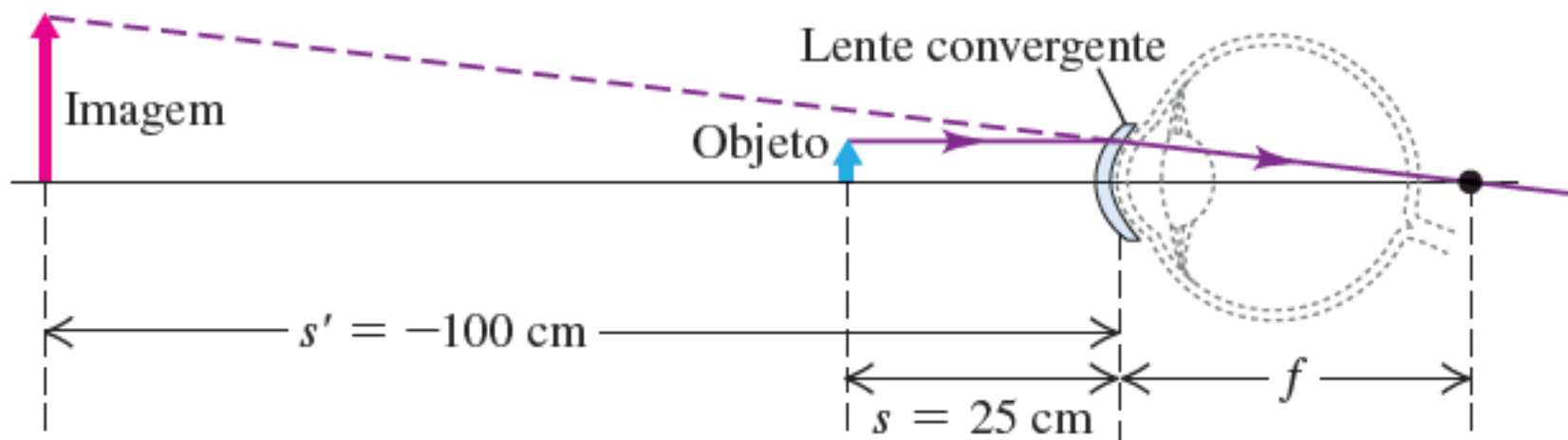
Defeitos da visão

- **Exemplo 1:** O ponto próximo de um certo **olho hipermetrópe** 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.



Defeitos da visão

Desejamos que a lente forme uma imagem virtual do objeto em um local correspondente ao ponto próximo do olho, a uma distância de 100 cm dele. A lente de contato (cujas espessura consideramos como desprezível) está na superfície da córnea; portanto, a distância do objeto é $s = 25$ cm. A imagem virtual está no lado de incidência da lente de contato; logo, a distância da imagem é $s' = -100$ cm.



Defeitos da visão

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{+25} + \frac{1}{-100} \rightarrow f = +33 \text{ cm}$$

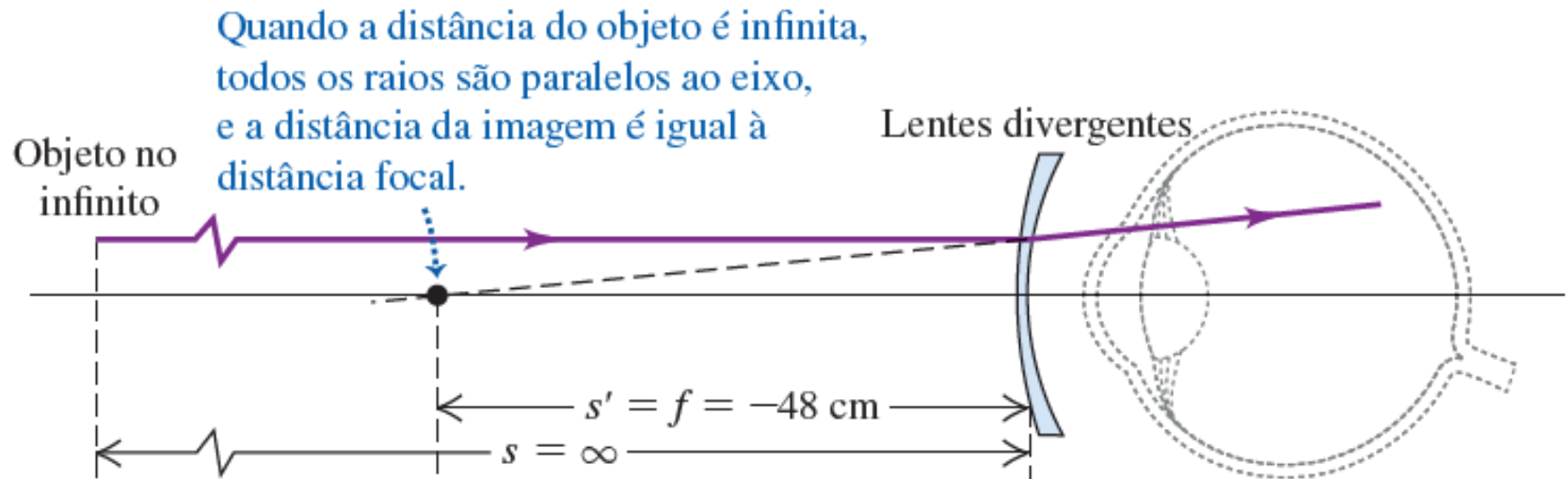
A potencia da lente, também chamada de vergência ou converência é dada por $V = \frac{1}{f}$, com o f expresso em metros (m):

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,33 \text{ m}} = +3 \text{ diopitrias}$$

Obs: Lentes convergentes possuem vergência positiva e lentes divergentes, vergência negativa.

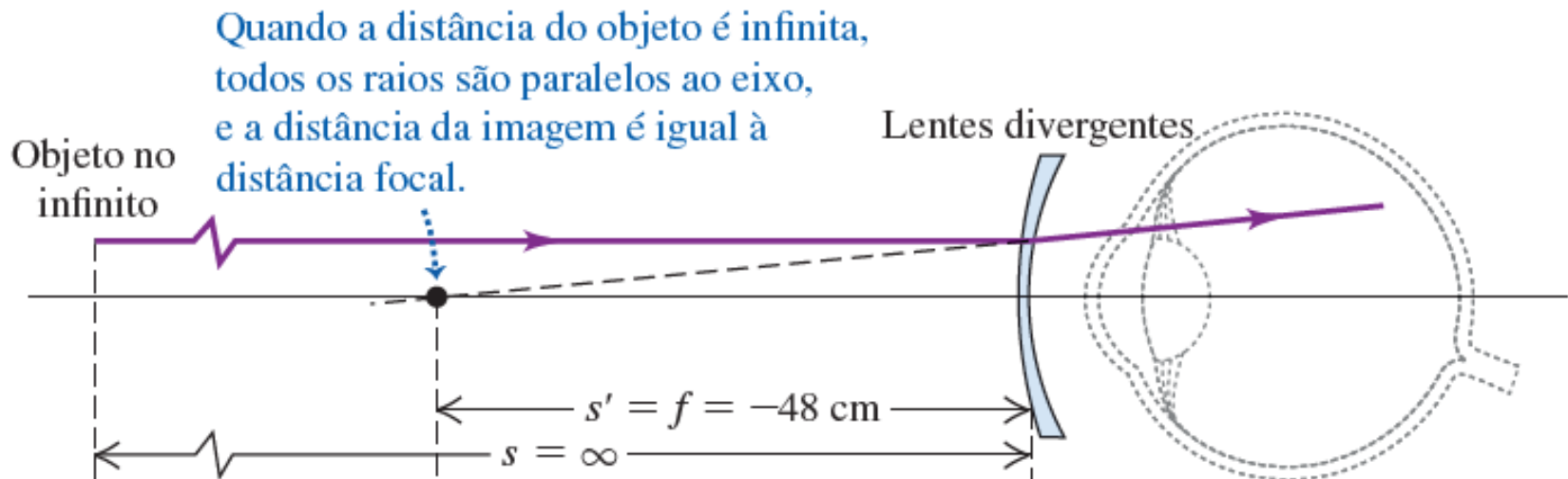
Defeitos da visão

- **Exemplo 2:** O ponto distante de um certo olho míope fica 50 cm à frente do olho. Descubra a distância focal e a potência dos óculos que permitirão ao usuário ver com nitidez um objeto situado no infinito. Considere que as lentes dos óculos sejam usadas a uma distância de 2 cm do olho.



Defeitos da visão

- O ponto distante de um olho míope está mais próximo que o infinito. Para enxergar com nitidez objetos mais afastados que o ponto distante desse olho, é necessário que a imagem virtual do objeto se forme a uma distância que não seja maior que o ponto distante. Considere que a imagem virtual do objeto no infinito é formada no ponto distante, 50 cm à frente do olho (48 cm à frente das lentes dos óculos). Ou seja, quando $s = \infty$, desejamos que $s' = -48$ cm.



Defeitos da visão

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-48} \rightarrow f = -48 \text{ cm}$$

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,48 \text{ m}} = -2 \text{ diopitrias}$$