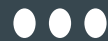
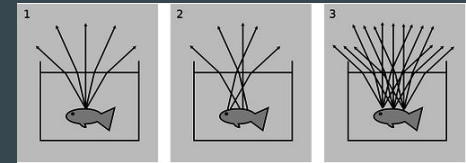


# Óptica



Aula 3 - Reflexão e Formação de Imagens I  
ewout@usp.br

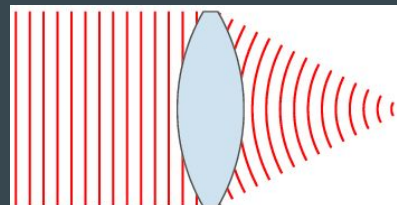
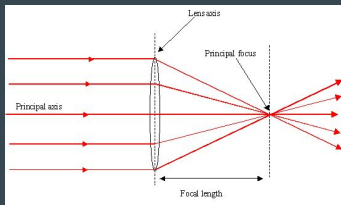
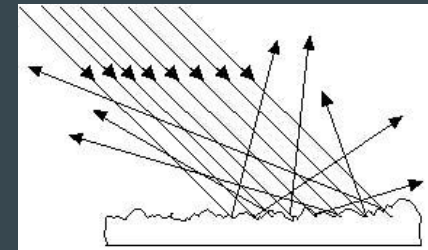
# Aula passada



Luz é onda

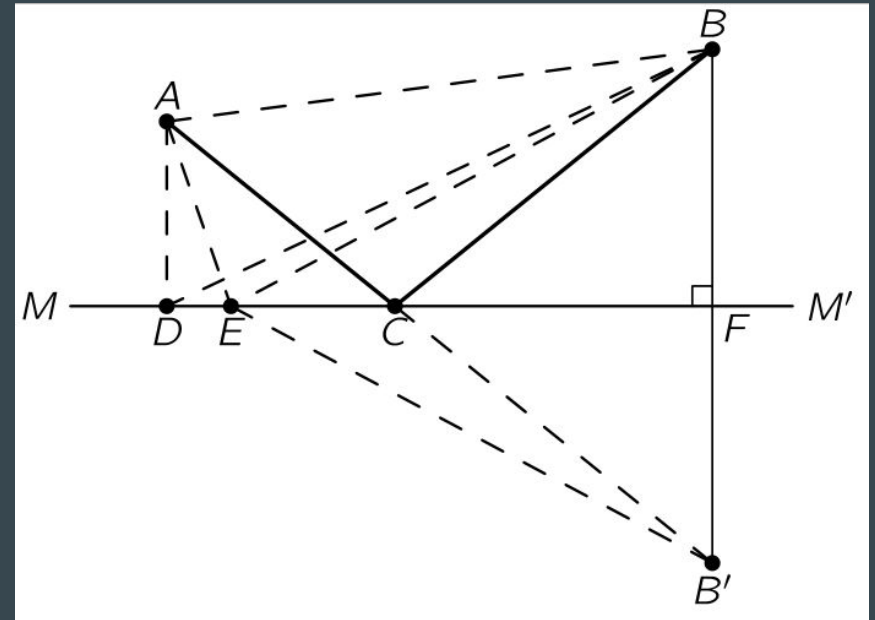
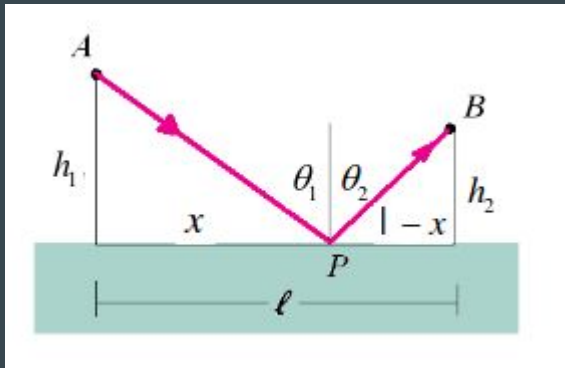
Modelo de raios e os cuidados conceituais

Reflexão difusa -> raios refletidas em todas as direções

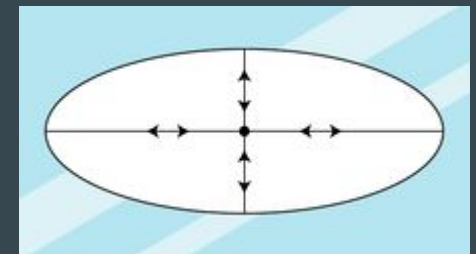


# Reflexão especular: Princípio de Fermat

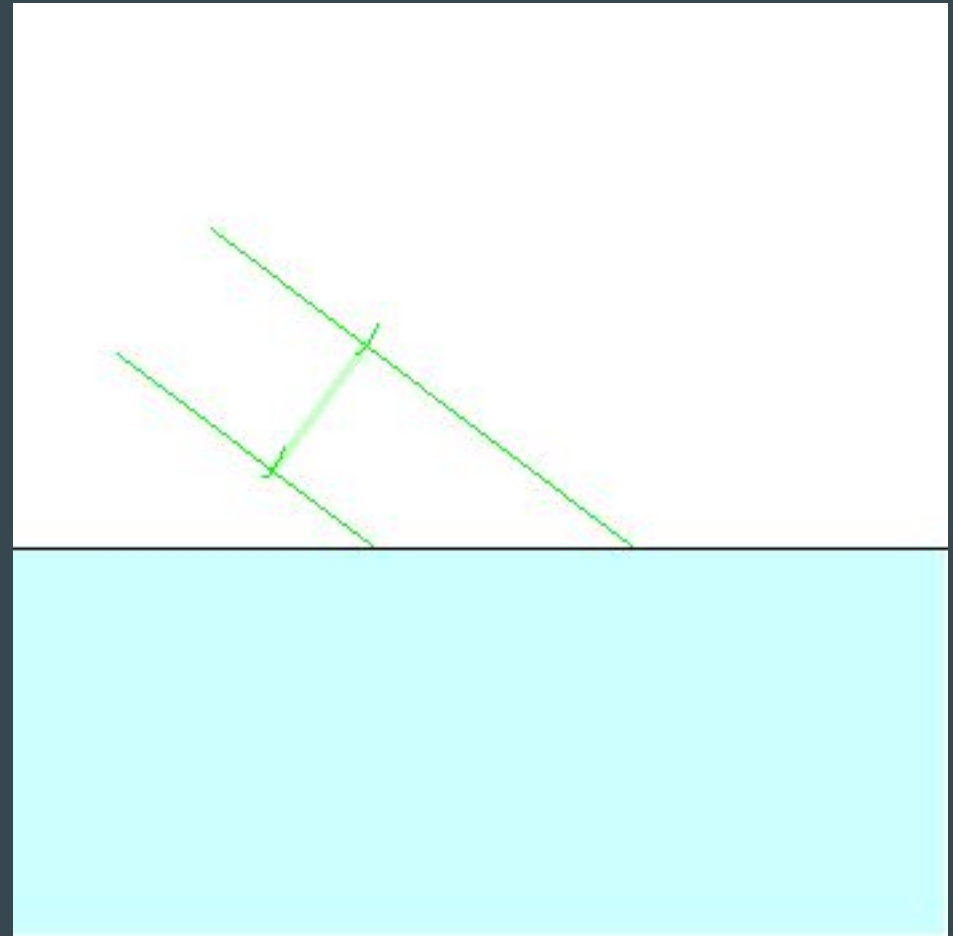
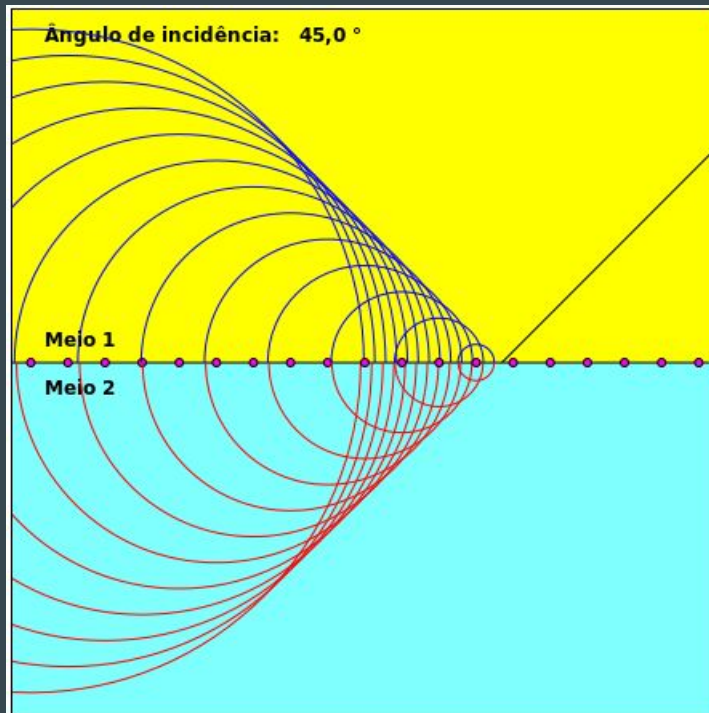
Luz vai pelo caminho de tempo menor.



$$t = \frac{\sqrt{x^2 + h_1^2}}{c} + \frac{\sqrt{(l-x)^2 + h_2^2}}{c}$$

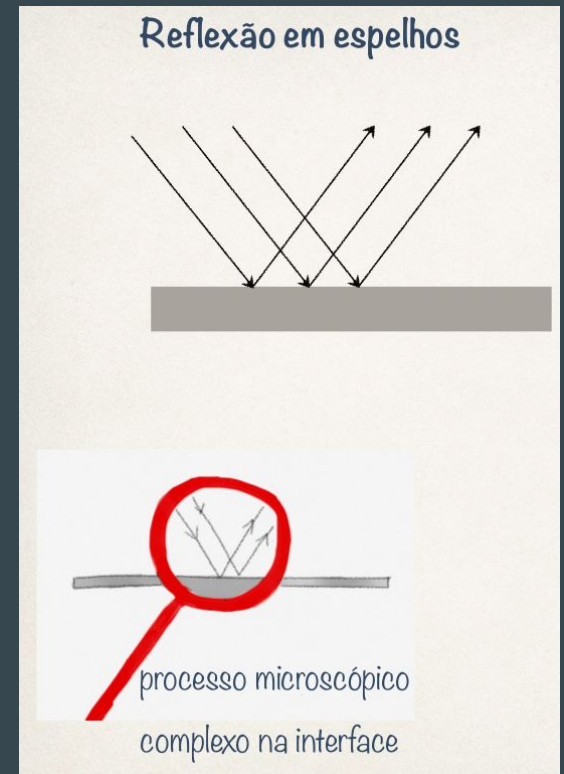


# Lei de Reflexão especular: Princípio de Huygens



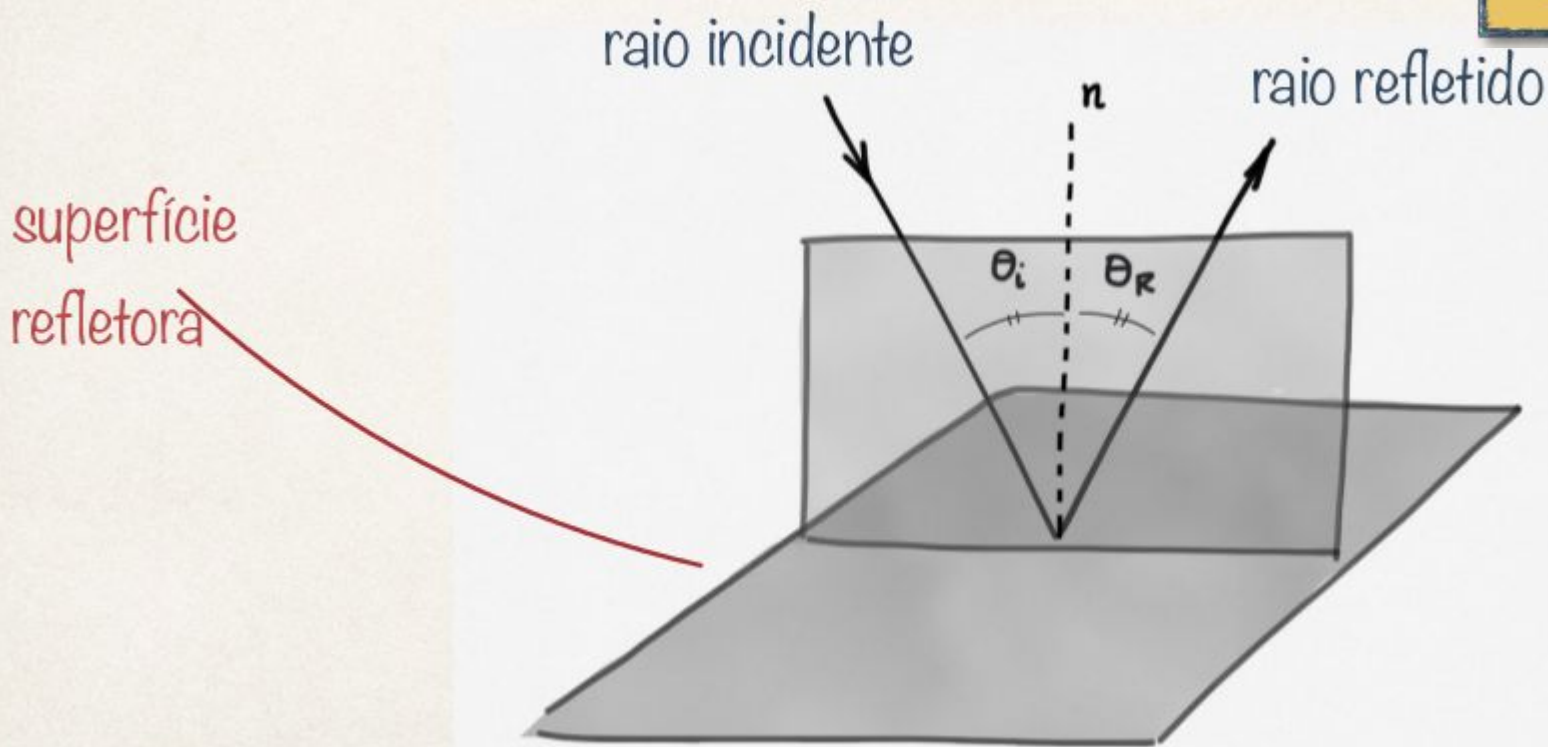
# Reflexão especular

- Partículas: para mudar a direção do movimento, aplica-se uma força
- Mas como mudar a direção de propagação de luz?
  - campos elétricos e magnéticos não desviam um feixe de luz
- Use espelhos e lentes!
  - (do ponto de vista microscópico: luz é absorvido e reemitido pelos átomos e moléculas, o resultado macroscópico são as leis de reflexão e refração)

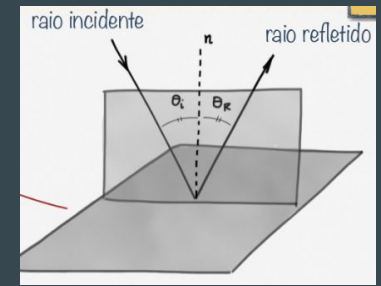


- ângulo do raio refletido (com o normal  $n$ ) = ângulo do raio incidente
- o raio refletido está no plano do raio incidente e da normal

$$\theta_i = \theta_r$$

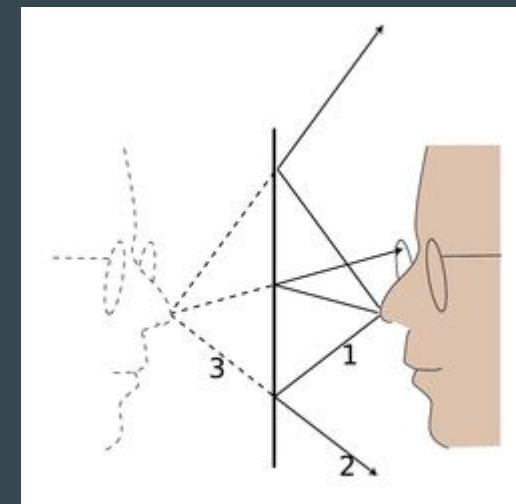
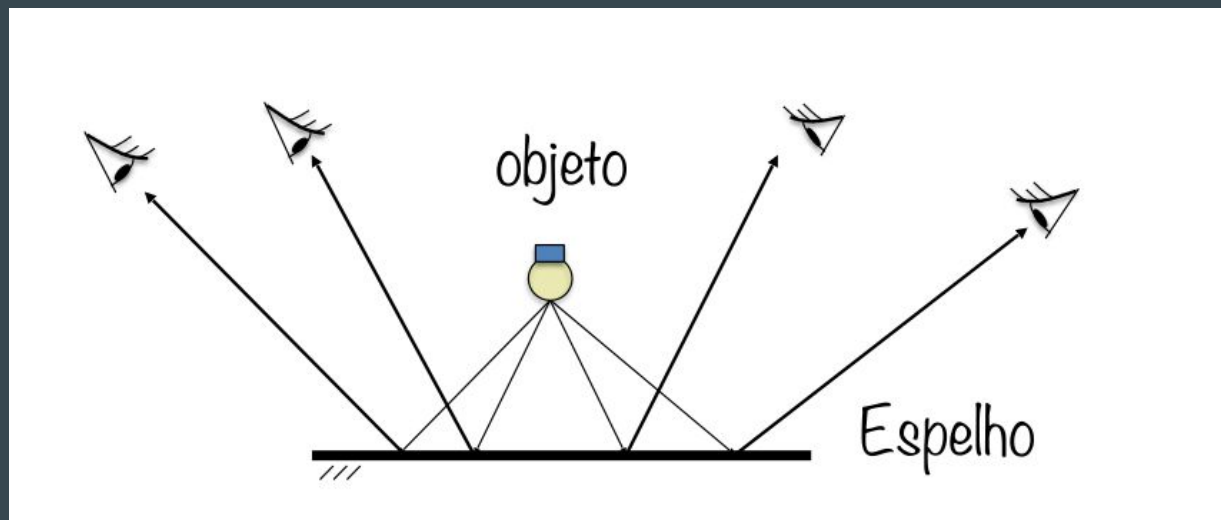


# Reversibilidade ou simetria temporal



- O caminho de luz por um sistema óptico é “reversível”: se a luz tivesse sido emitido “no outro lado” o caminho dos raios de luz seria o mesmo, mas com sentido invertido.
- As leis que regem fenômenos ópticos tem **simetria temporal!** Comparar com as Leis de Mecânica sem atrito (o sentido da trajetória de uma partícula ou planeta pode ser invertido e ainda assim obedecer as Leis de Newton)

# Formação de Imagens



Objeto: seja luminoso ou não, raios saem todas as direções

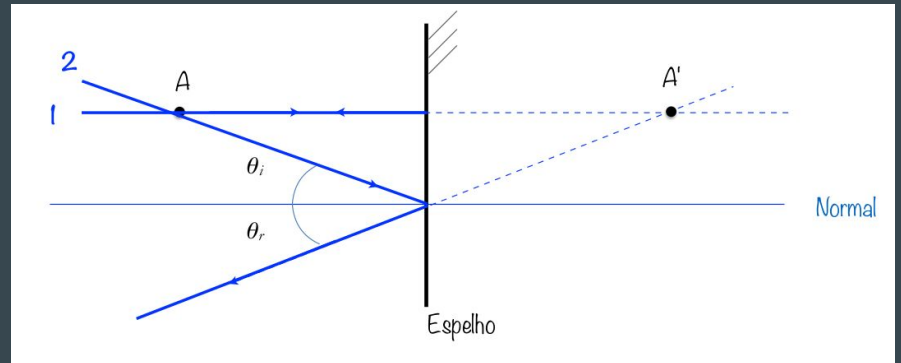
Observador: olho ou detector; na posição do observador incidem raios refletidos.

Imagem: parece (**parece!**) que os raios refletidos emanam de um ponto. Nosso cérebro interpreta isso (naturalmente) como se tivesse um objeto atrás do espelho.

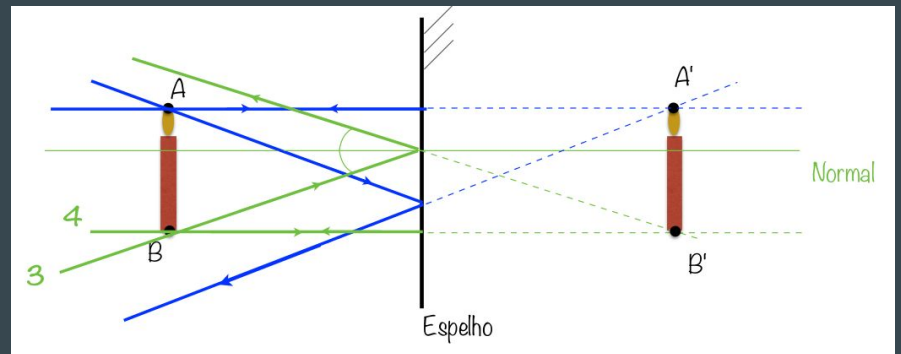


# Construção geométrica com raios

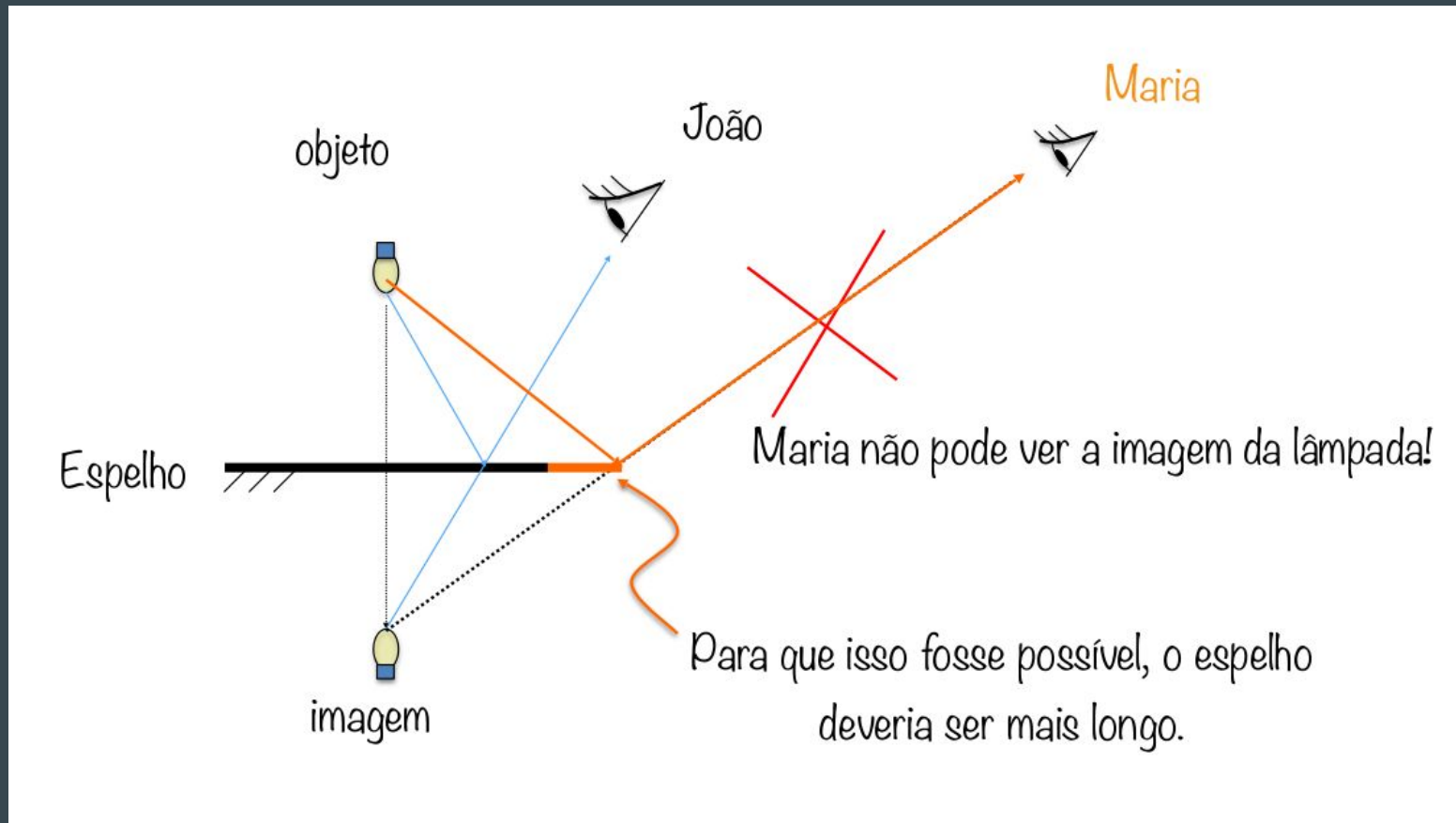
ponto



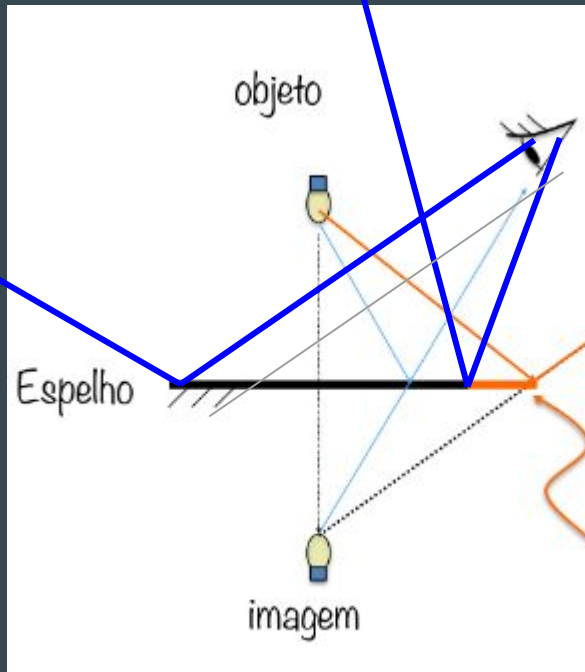
ponto extenso



# Campo Visual



# Campo Visual: observador fixo



# Resumo e Vocabulário

Vários dispositivos ópticos, incluindo lentes, espelhos planos ou espelhos esféricos, funcionam curvando os raios de luz, formando imagens. Para formar uma imagem **real** os raios convergem e a imagem pode ser projetada num anteparo. Para uma imagem **virtual** os raios divergem e parecem vir de um ponto (mas não vieram!).

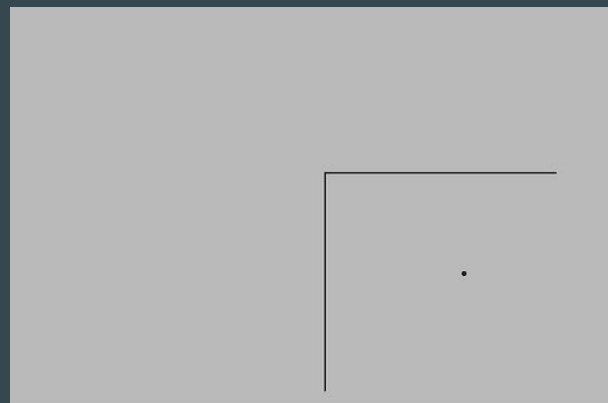
Imagem real e virtual

Eixo Óptico

Convergente e Divergente

# Exercícios

1. Uma pessoa anda na direção de um espelho plano com  $1,0$  m/s. Com qual velocidade a separação entre a pessoa e sua imagem está diminuindo?
2. Um espelho pendurado verticalmente na parede permite você ver a sua imagem da cabeça até a cintura. Ao se afastar, vai ver seu corpo inteiro?
3. Qual é o tamanho do menor espelho que te permite ver seu corpo inteiro?
4. Localize as imagens formados:



# Algumas tentativas Ex. 3 ([link para blog](#))

