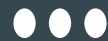


Óptica



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

Aula passada

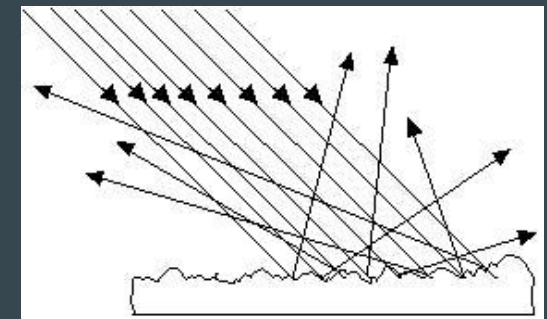
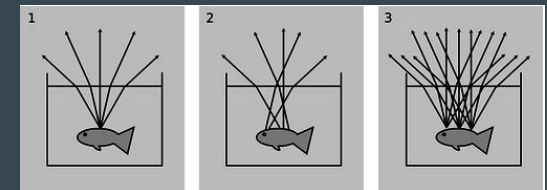
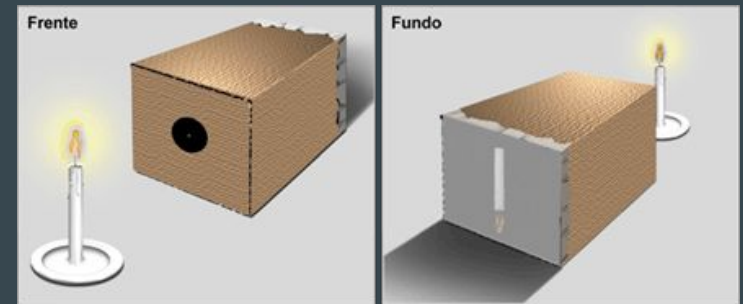
Luz é uma onda, mas vamos usar o modelo de raios

resumindo:

1. propagação retilínea da luz
2. independência dos raios
3. reversibilidade da luz

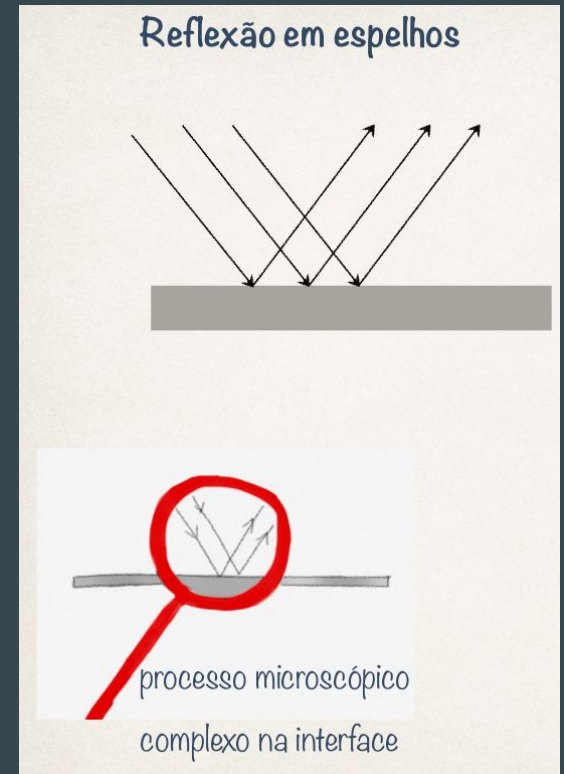
cuidados conceituais

Reflexão difusa -> raios refletidas em todas as direções

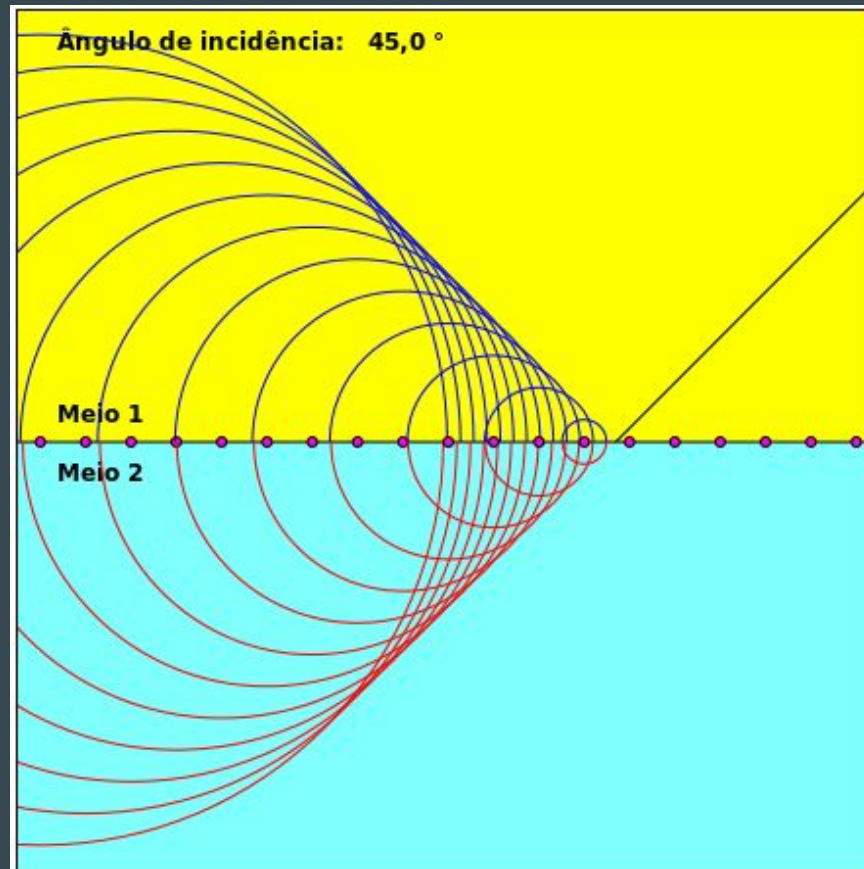


Reflexão especular

- 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
- Usar 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)



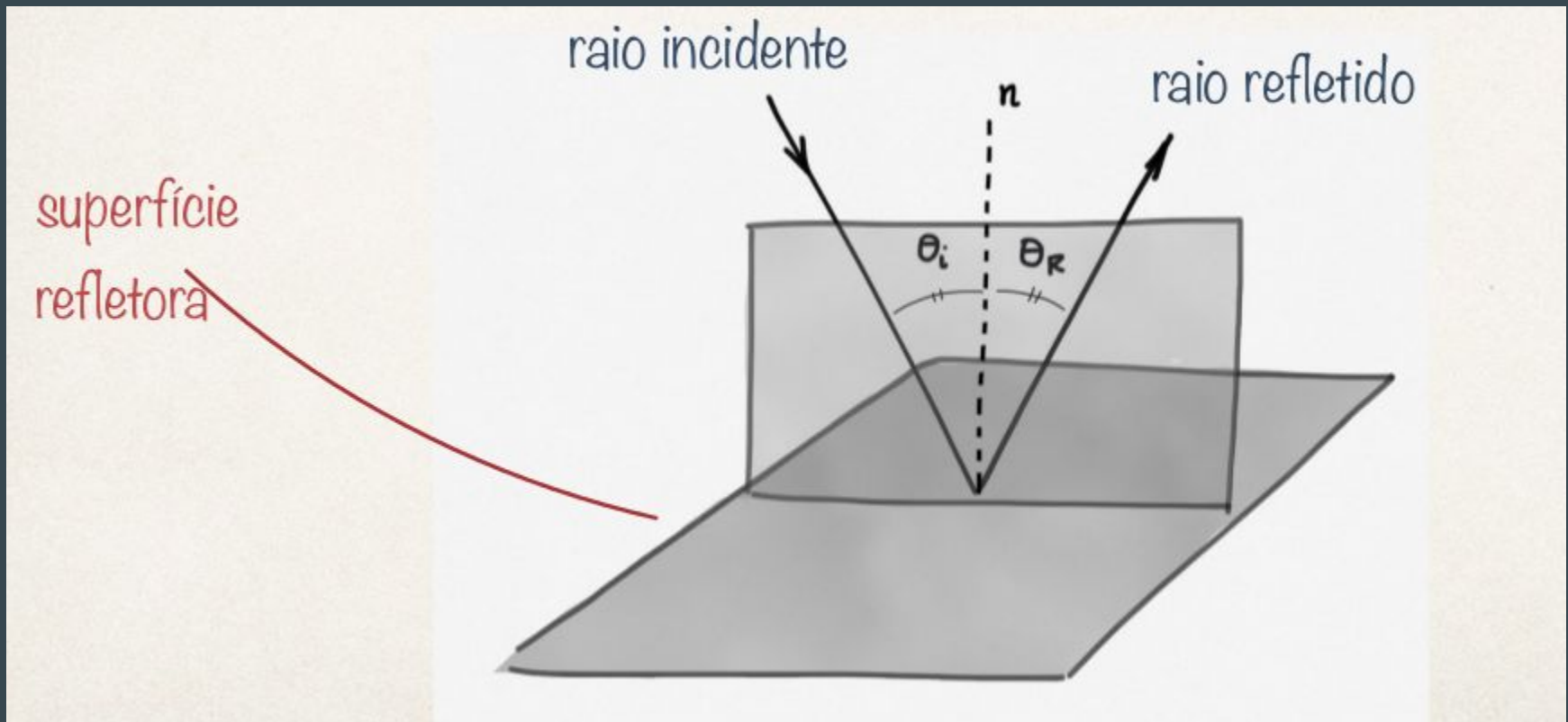
[Lei de Reflexão especular: Princípio de Huygens]



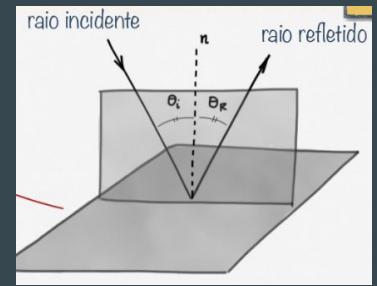
Lei de Reflexão especular:

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

$$\theta_i = \theta_r$$

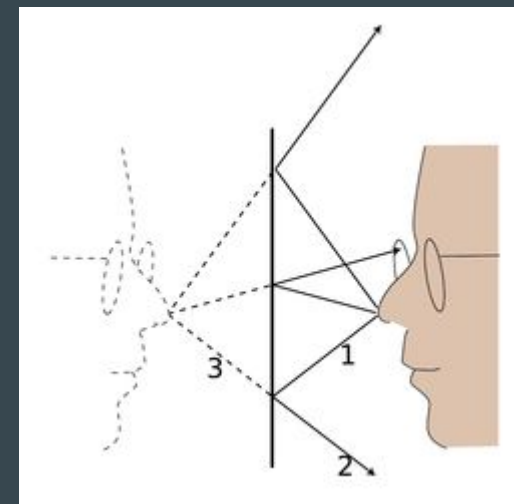
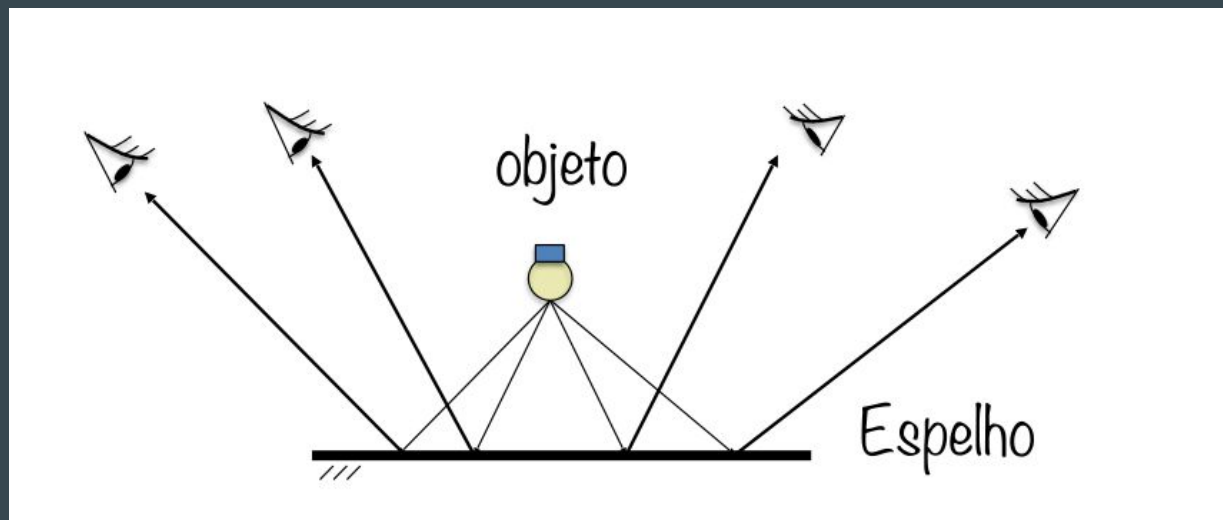


Reversibilidade ou simetria temporal



- 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 têm **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



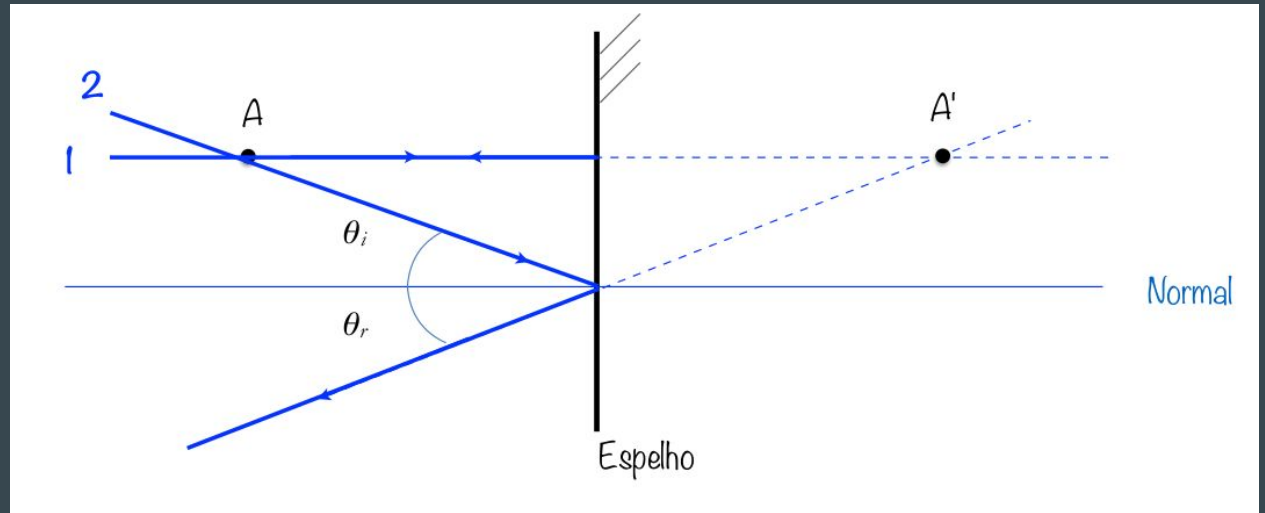
Objeto: **seja luminoso ou não**, raios saem em todas as direções

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

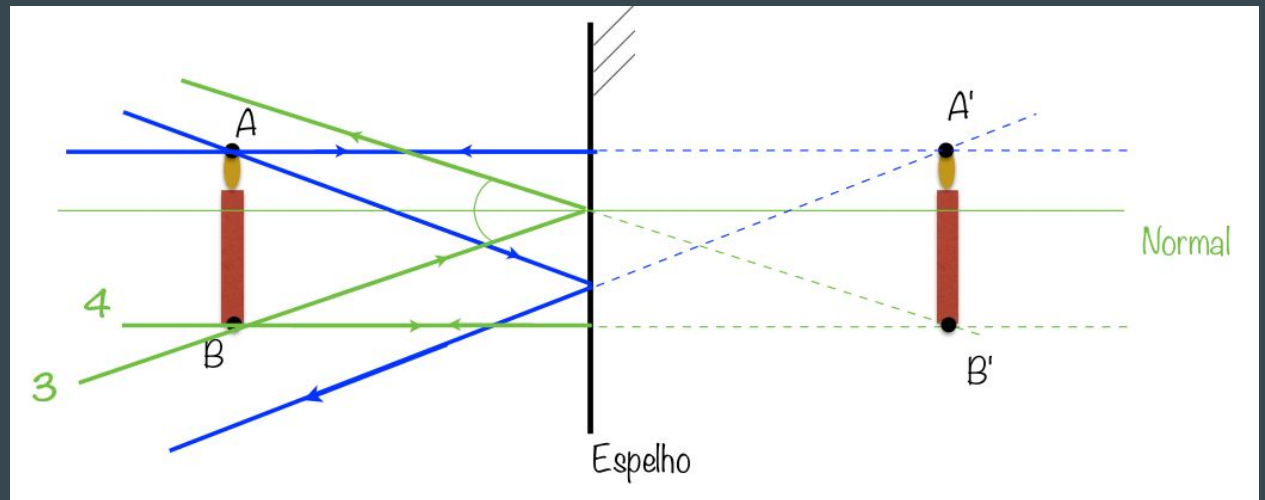
Imagem: parece (**parece!**) que os raios refletidos emanam de um ponto. Nosso cérebro interpreta isso (naturalmente) como se tivesse um objeto atrás do espelho.

Construção geométrica com raios

ponto



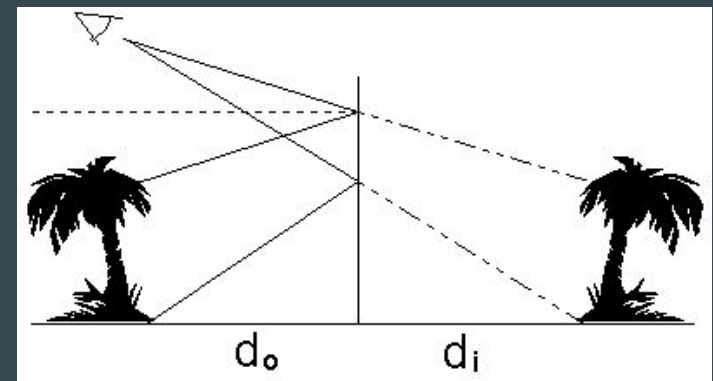
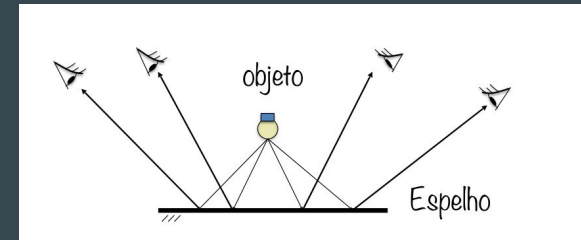
corpo extenso



Onde a imagem está?

Duas maneiras:

1. Com aplicabilidade geral: traçar alguns raios e extrapolar para determinar o ponto da onde os raios parecem divergir → localização da imagem virtual
2. Só para espelhos planos: imagem (virtual) fica no outro lado do espelho, distância igual ao do objeto.

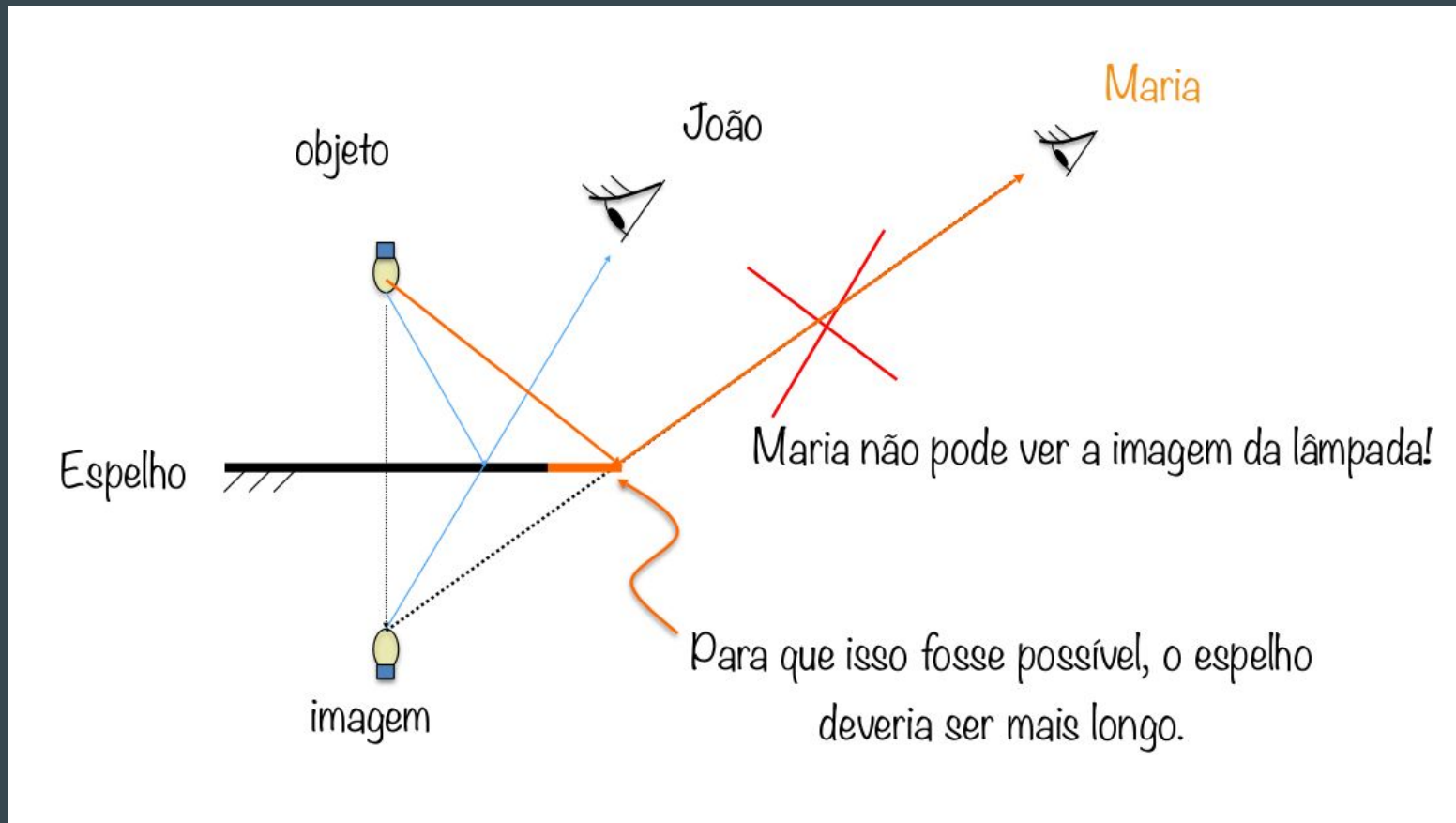


$$d_o = d_i$$

Onde está a imagem?

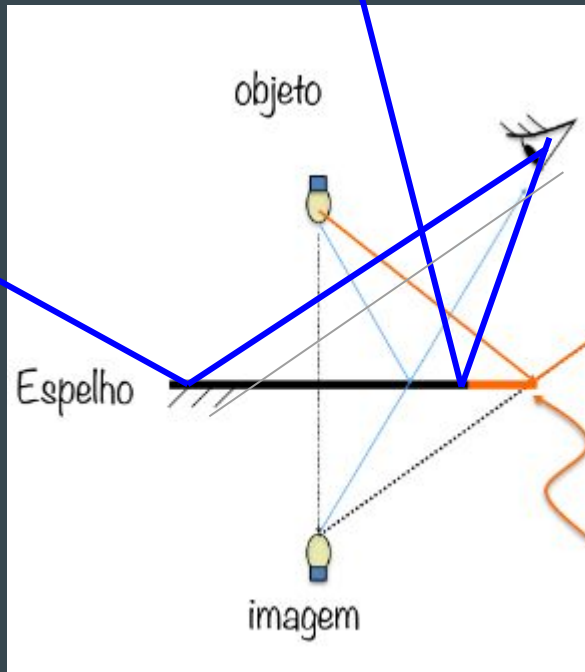


Campo Visual



Neste caso, o objeto está fixo e perguntamos onde o observador deve estar para conseguir ver a imagem.

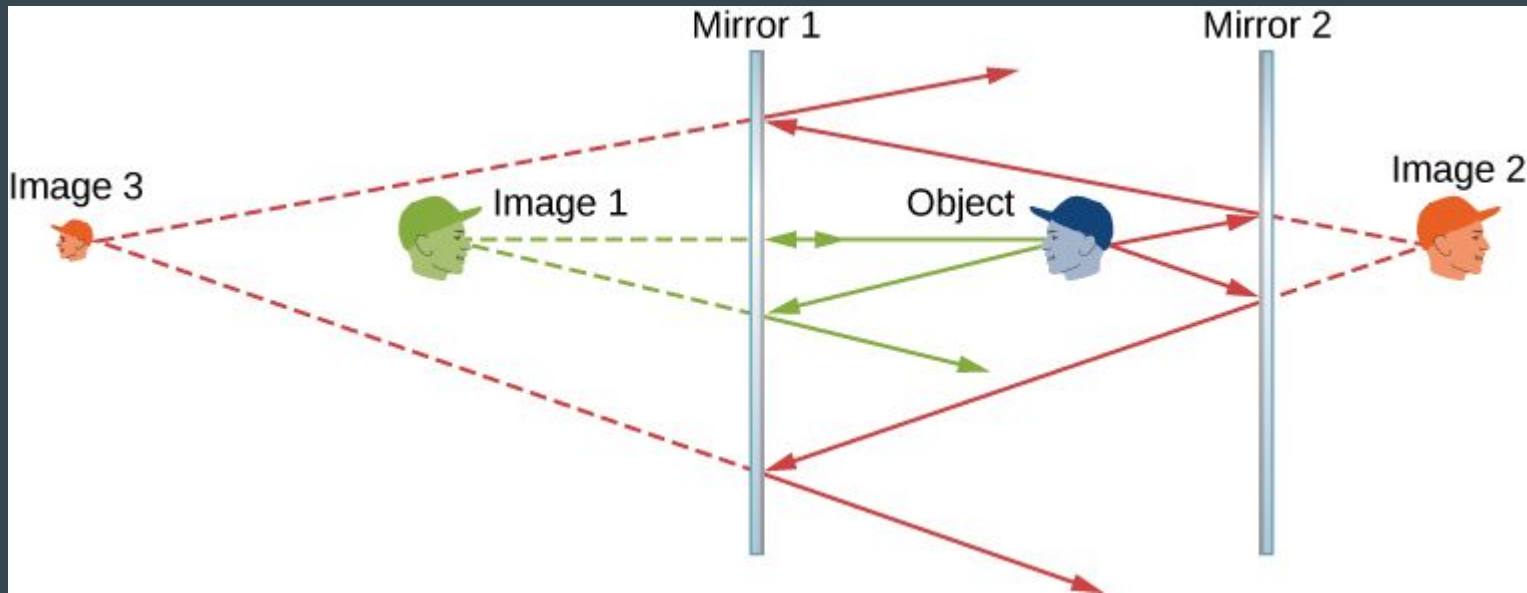
Campo Visual: observador fixo



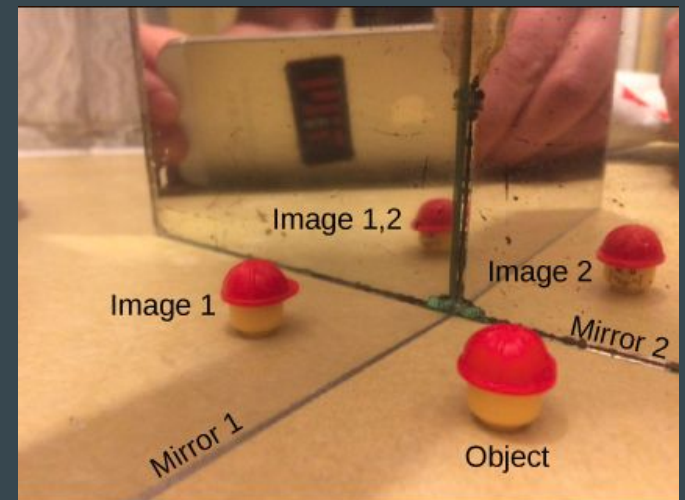
Neste caso, o observador está fixo e perguntamos onde o objeto deve estar para conseguir ver a imagem.

1. pensar em raios marginais “saindo do olho do observador” (!) OU
2. traçar raios da imagem até o olho: há intersecção com espelho?

Imagens de imagens



Ao vez de traçar raios, podemos também considerar que a imagem 3 é devido à reflexão da imagem 2 no espelho 1.



Resumo e Vocabulário

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

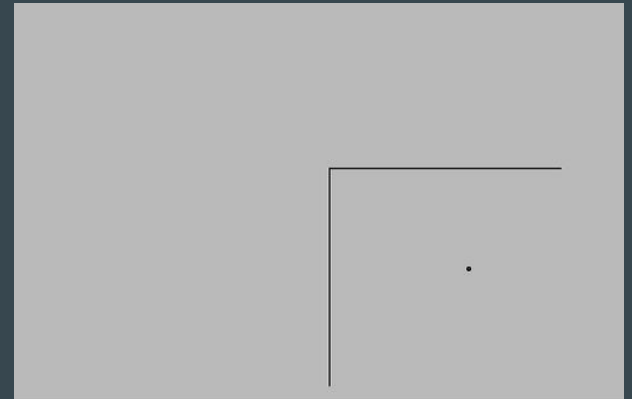
Imagem real e virtual

Raios convergentes e divergentes

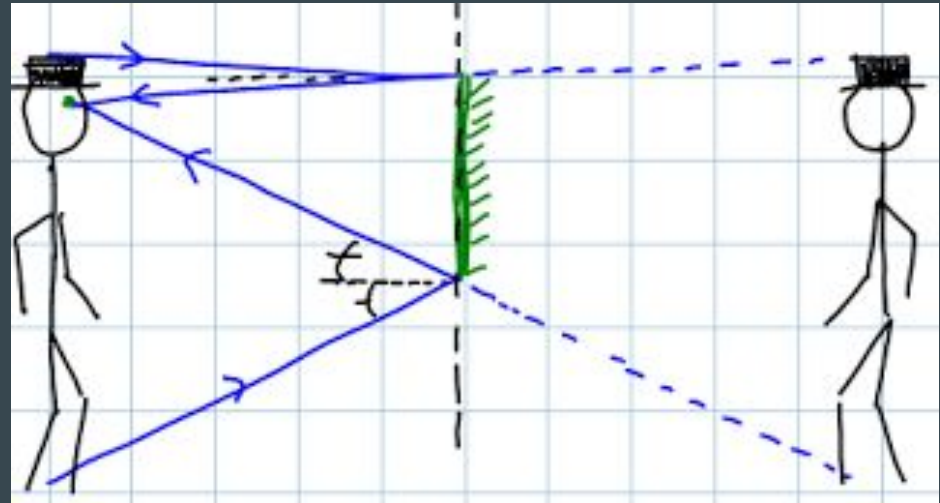
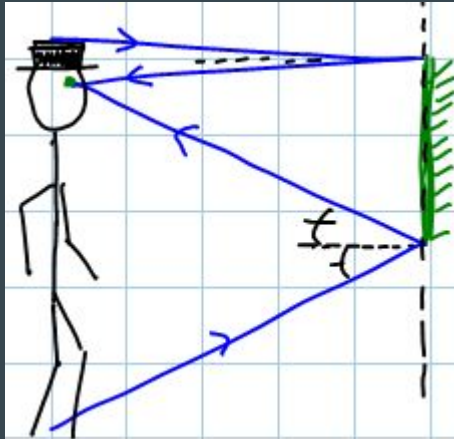
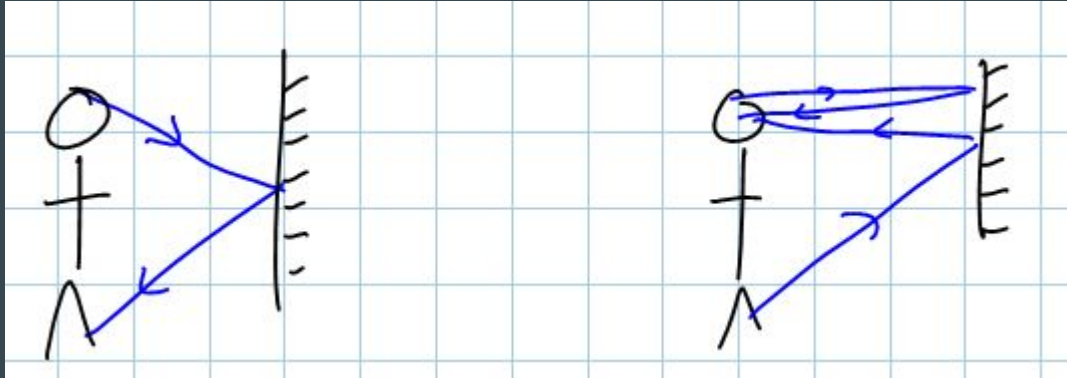
Exercícios

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 imagem do seu corpo parcialmente. Ao se afastar, vai ver seu corpo inteiro?
3. Qual é o tamanho do menor espelho que te permite ver seu corpo inteiro? (veja próximo slide)
4. (em casa, opcional, entregar online)

Localizar as 3 imagens formados,
traçando raios

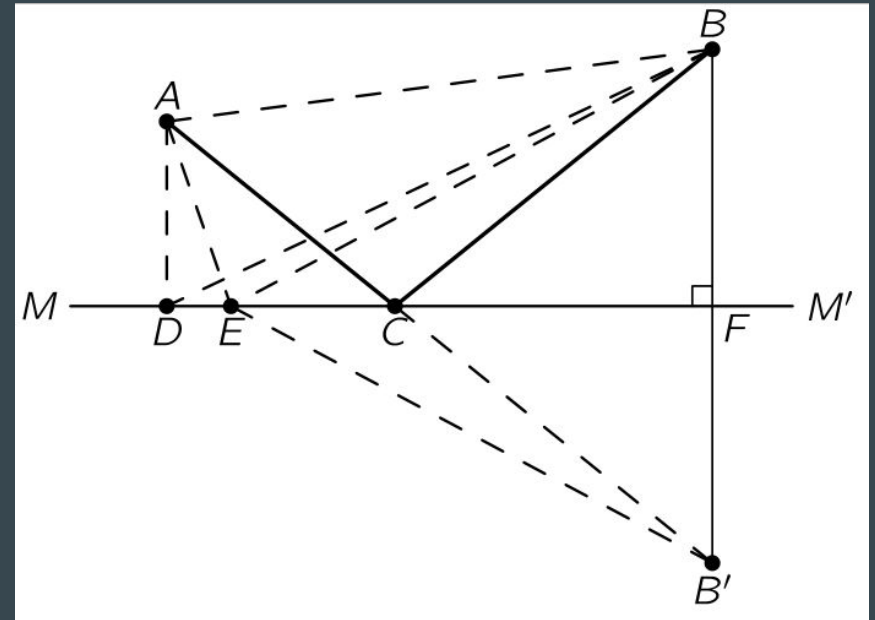
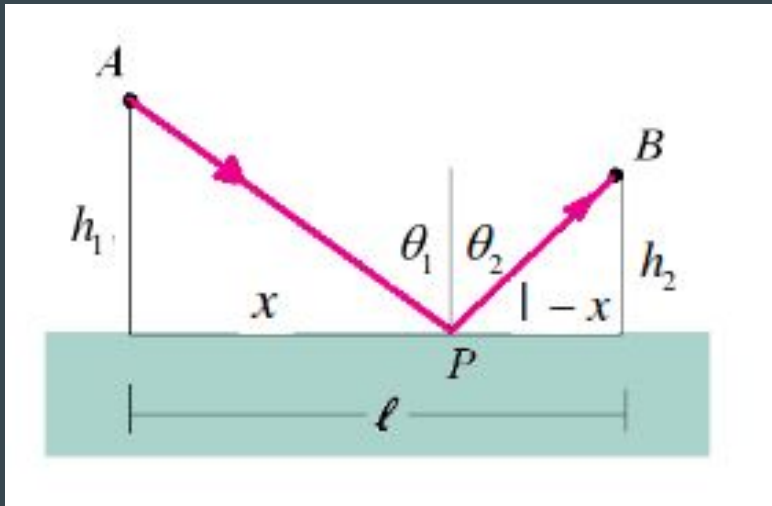


Algumas tentativas Ex. 3 ([link para blog](#))



[Reflexão especular: Princípio de Fermat]

Luz vai pelo caminho de tempo menor.



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

