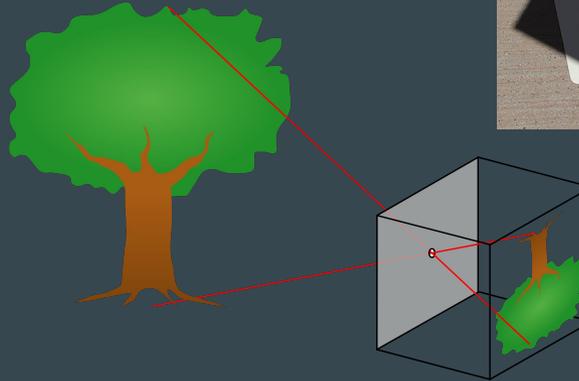
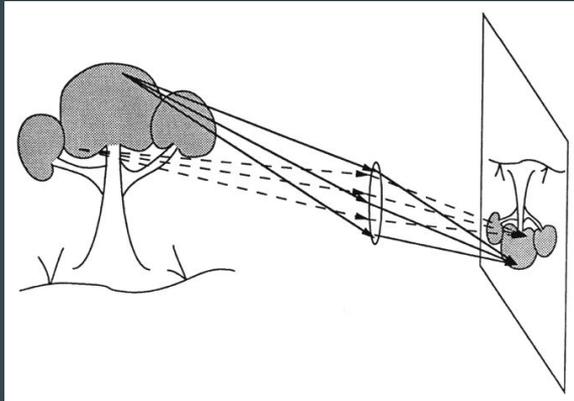


Óptica



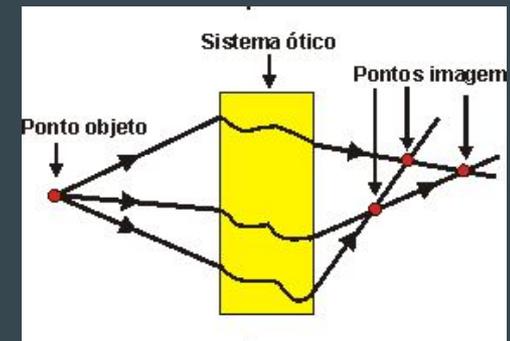
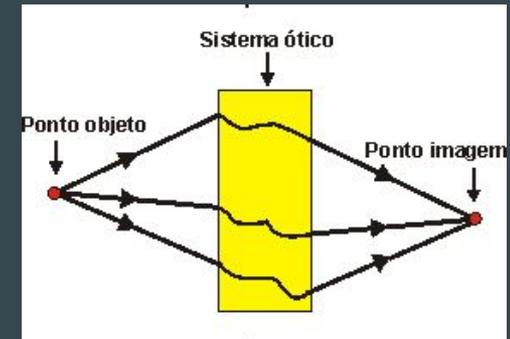
Aula 2 - Natureza da Luz II: Ondas, Raios e Modelos
ewout@usp.br

Formação de imagens



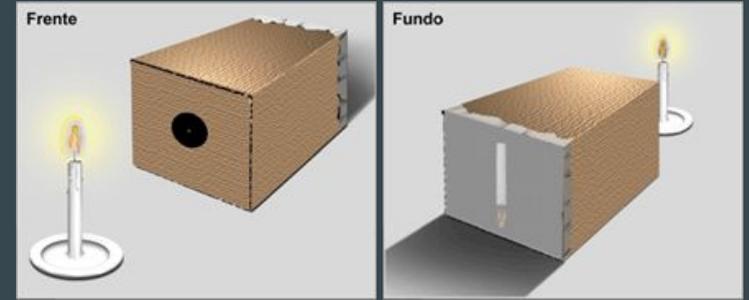
Raios de luz refletido por um objeto, passam por algum **sistema óptico** que desvia luz. No outro lado do sistema óptico definimos um espaço de imagem.

Se a cada ponto do espaço de objeto corresponde 1 ponto no espaço da imagem: S.O. estigmático. Senão: astigmático. Neste caso é mais difícil ou impossível achar um plano com uma imagem nítida.



[Link das imagens](#)

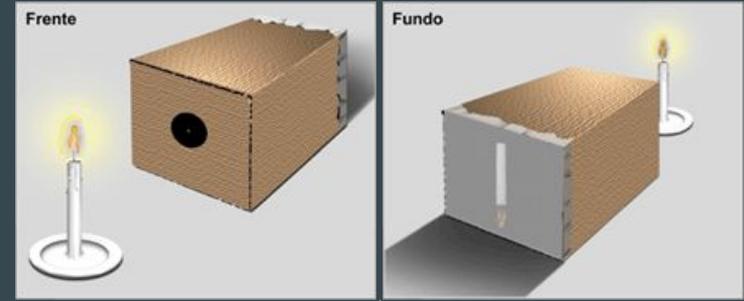
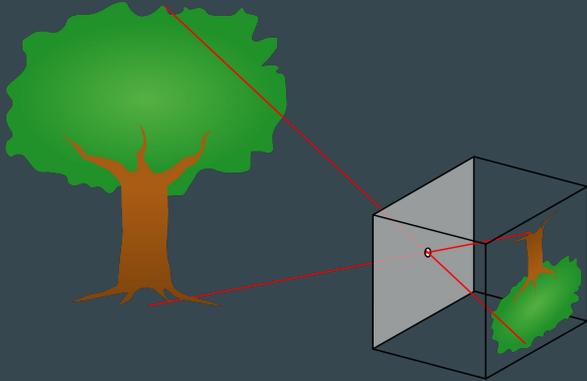
Demonstração Câmera Escura



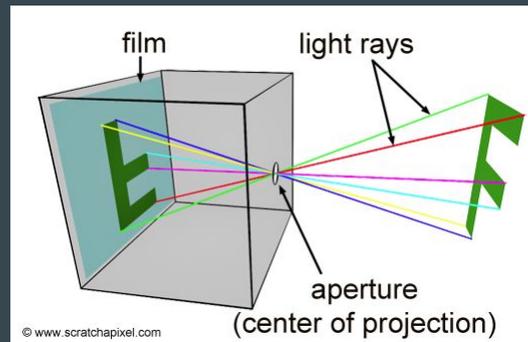
O que são as principais características do fenômeno para explicar?

Como você explicaria o fenômeno ao seu vizinho?

Câmera escura (*pinhole camera*)



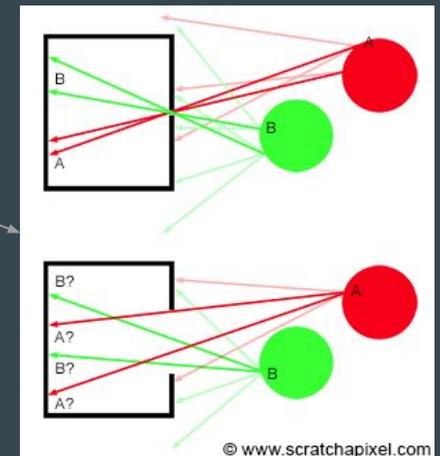
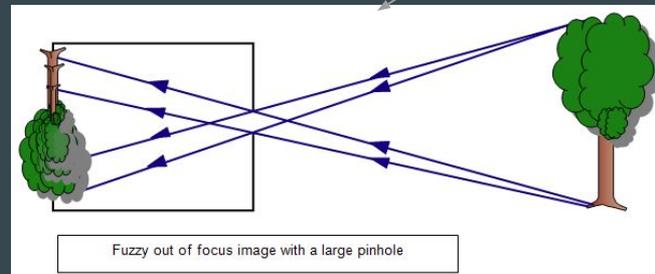
Fenômeno



Modelo

A formação de imagem se dá porque a maioria dos raios que emanam do objeto é bloqueado.

Complicações



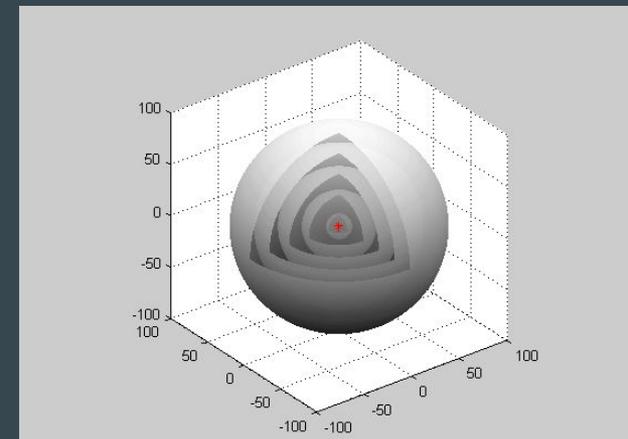
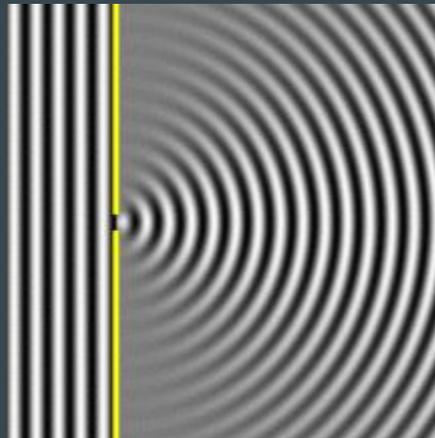
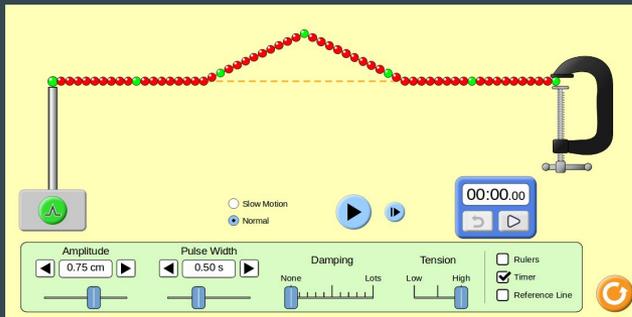
Natureza da Luz

Luz é uma onda que transporta energia de uma fonte emissora pelo vácuo até ser absorvida, refratada ou refletida.

Natureza da Luz

Luz é uma **onda** que transporta **energia** de uma **fonte** emissora pelo vácuo até ser **absorvida**, **refratada** ou **refletida**.

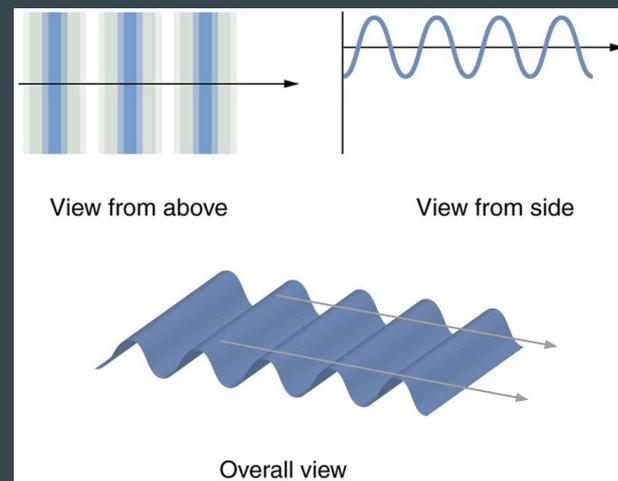
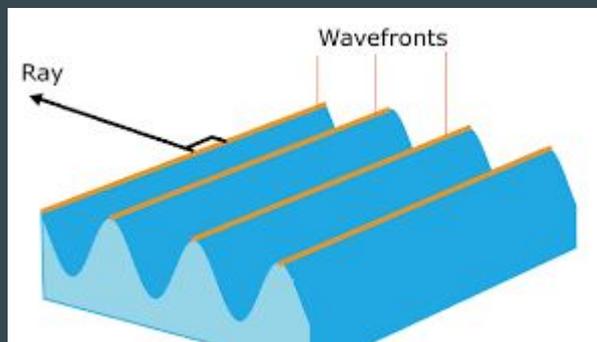
[repare que explicar conceitos em termos de outros não parece adiantar muito o processo de construção de conhecimento. Mas é o que vamos fazer: a transição novato → especialista é em grande parte fazer mais *ligações* entre vários conceitos]



Ondas em 2 e 3 dimensões: frente de ondas e raios

Ondas (ou melhor, as perturbações do meio) se propagam, com certa **velocidade da onda**. Para ondas senoidais podemos definir um **comprimento de onda** e uma **frequência**.

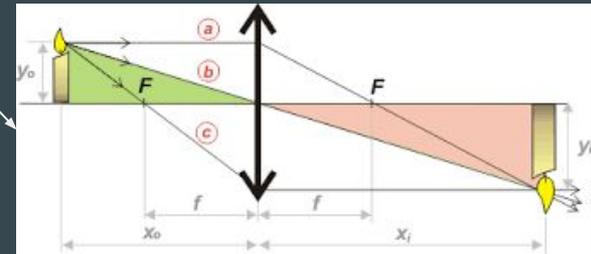
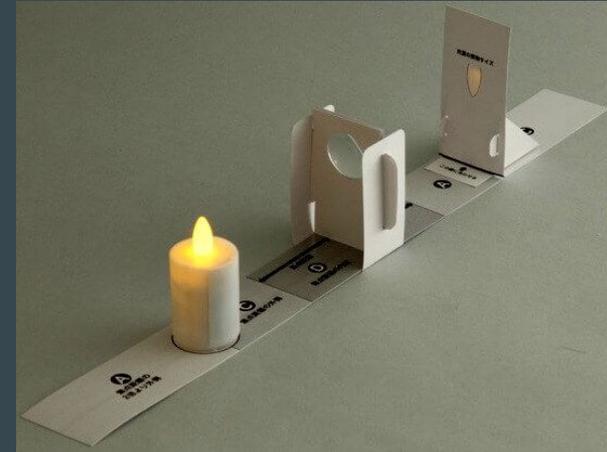
Num determinado instante de tempo os máximos ou mínimos da perturbação tem uma certa *forma*: **as frentes de onda**. Os **raios** são construções geométricas: retas perpendiculares às frentes.



Fenômenos, Modelos e sua formulação matemática

Modelos são *aproximações* da complexidade da natureza:

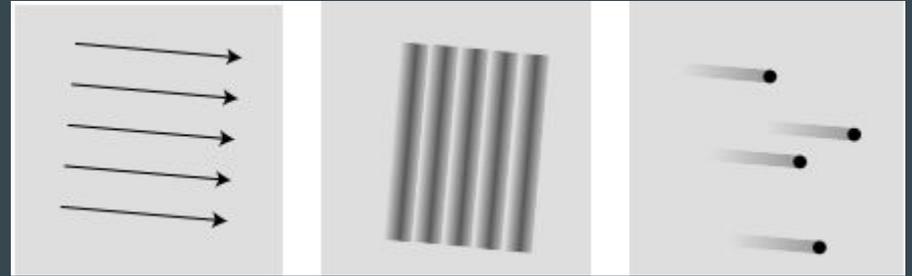
1. Os modelos são simplificações
 - a. modelos mentais e visuais: compreensão qualitativa e conceitual
 - b. a formulação matemática dos modelos: compreensão quantitativa e operacional
2. Desenhamos experimentos para ressaltar os aspectos essenciais dos fenômenos



$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$$

Três modelos para Luz

1. raios (óptica geométrica)
2. ondas (óptica ondulatória)
3. quântica (óptica quântica)



Vantagem do modelos (o de raios em particular): simplificar a situação, tirar do modelo aspectos que são desnecessários para explicar os fenômenos.

Exemplo de animação onde a aproximação **não** foi feita (alt.)

Resumindo o modelo de raios para luz

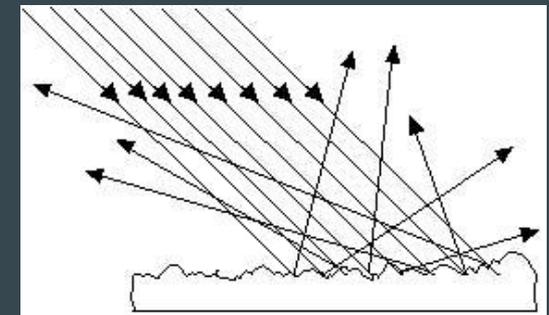
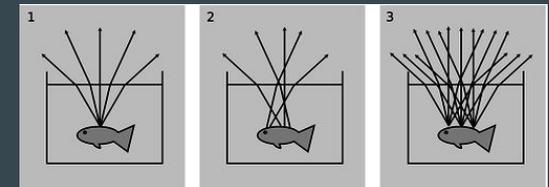
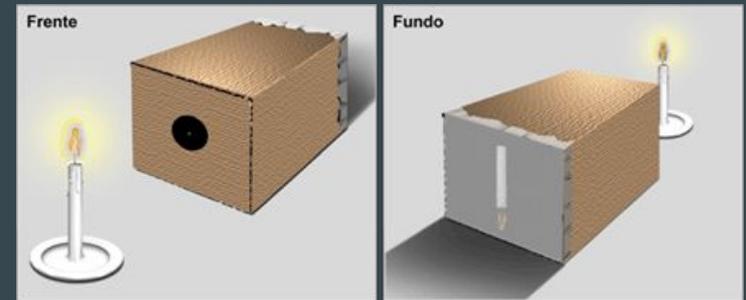
Luz é uma onda, mas vamos usar o modelo de raios

Em resumo:

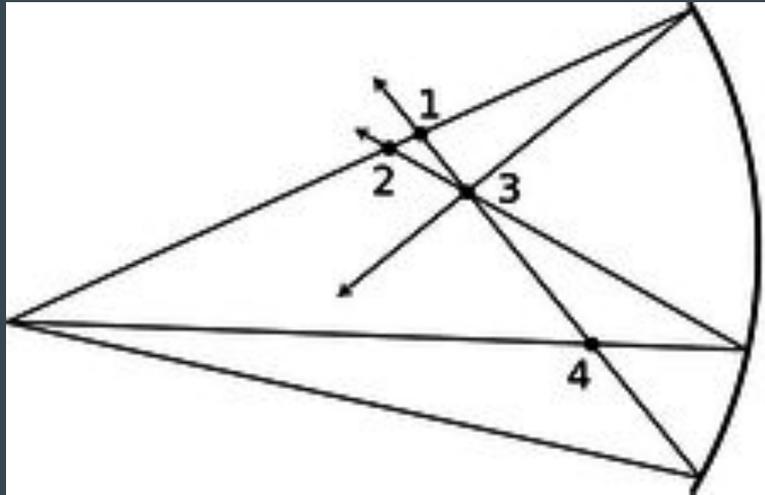
1. propagação retilínea da luz
2. independência dos raios
3. reversibilidade da luz

cuidados conceituais

Reflexão difusa -> raios refletidas em todas as direções



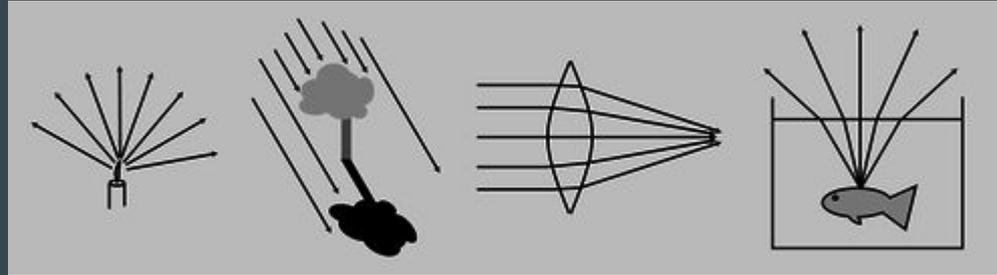
Exercício



Caso do Sistema Óptico = espelho. Dois dificuldades neste caso:

1. O espaço da imagem é “no mesmo lugar” que o espaço do objeto.
2. A posição da imagem correspondendo ao objeto pontual, achar “onde raios de luz se cruzam”. Destes 4 cruzamentos de raios, quais correspondem a pontos de uma imagem?

Quando usar o modelo de raios?



Para descrever/explicar/representar fenômenos como:

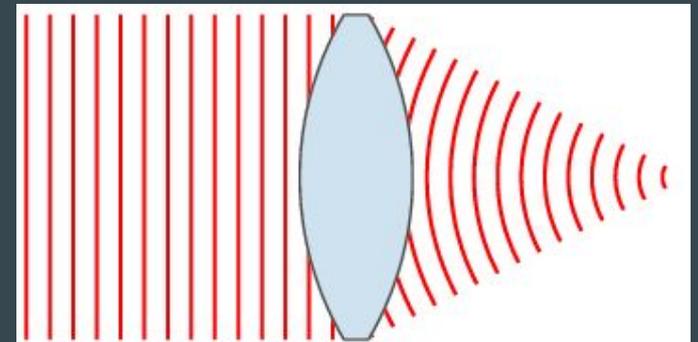
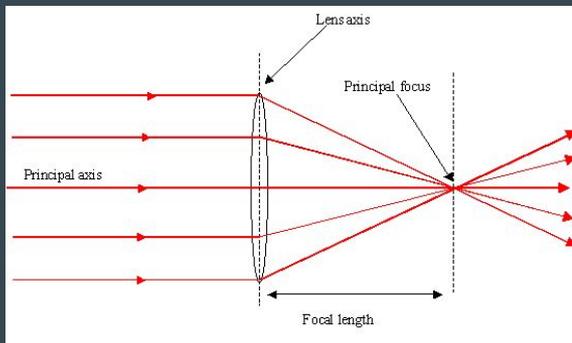
- sombras
- reflexão e espelhos, refração e lentes
- formação de imagens em geral

Modelo de ondas:

- a cor é descrito melhor em termos da frequência da onda
- essencial se tamanho do objeto \approx comprimento da onda

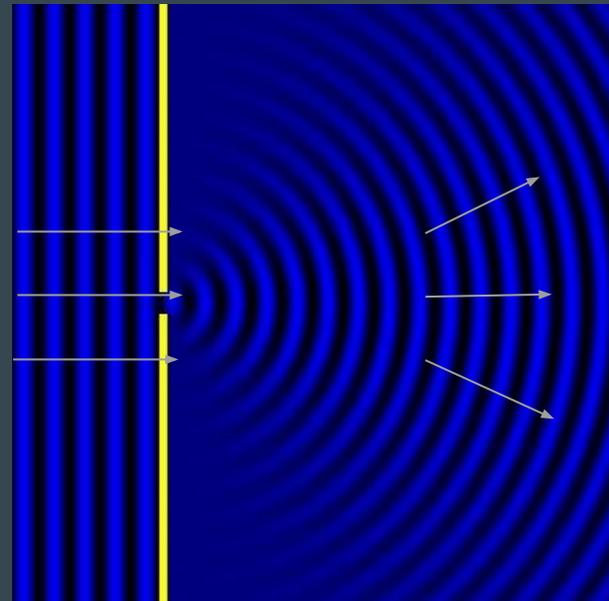
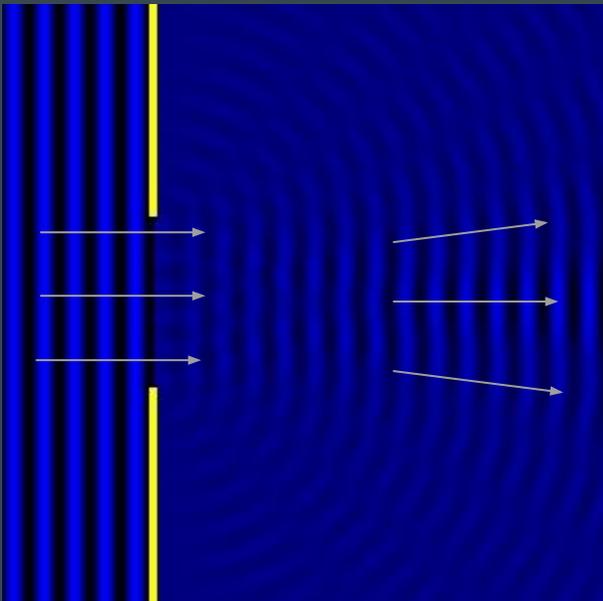
Modelo de raios

Luz é onda, e raios podem ser entendidos como linhas perpendicular às frentes de onda. Na sua cabeça, deve poder mudar rapidamente entre os dois modelos. Exemplo



Validade do modelo de raios

O modelo de raios não é válido para descrever interações de luz com objetos de tamanho comparável ou menor que o comprimento de onda (0,5 micron para luz visível)



Imagens: Lookangmany thanks to Fu-Kwun Hwang and author of Easy Java Simulation = Francisco Esquembre - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16981636>

Cuidados com o Modelo de Raios

Muitas concepções alternativas

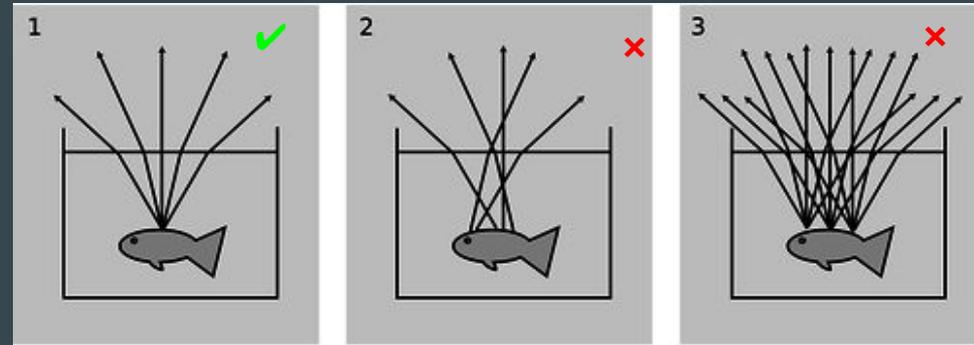
Saem muitos (∞) de cada ponto

Escolher o número apropriado

Se estendem até o infinito, mas nós desenhamos eles até certo ponto

Raios são retas (somente) em meios homogêneos (Exemplo).

Tendência de “reificar” (coisaficar) os raios, como se fossem objetos reais. Na verdade, existem só na nossa cabeça, para simplificar o modelo. Em particular, não são coisas que podem ser “quebradas”.



Frentes de onda versus raios

4300160 - Óptica - IME - 2016
Prova 1

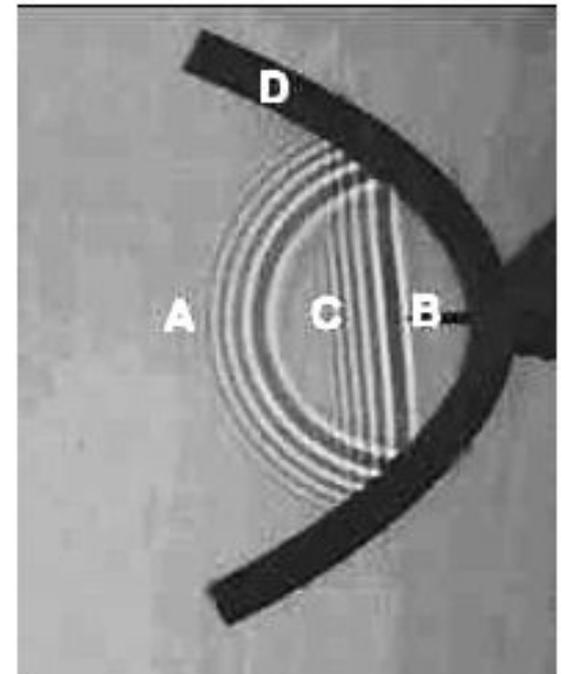
Nome:

Número USP:

Turma:

Q1 (1 ponto). Veja uma onda gerada num tanque de ondas com uma barreira parabólica. A onda esférica foi gerada no ponto focal C e a foto foi tomada alguns instantes depois.

- Desenha na figura três "raios" (dois na parte curva e um na parte plano da onda) e indique a direção.
- Qual é o nome do conceito físico sendo ilustrado aqui? Escolhe um de "dispersão", "difração", "reflexão", "refração" ou "radiação"



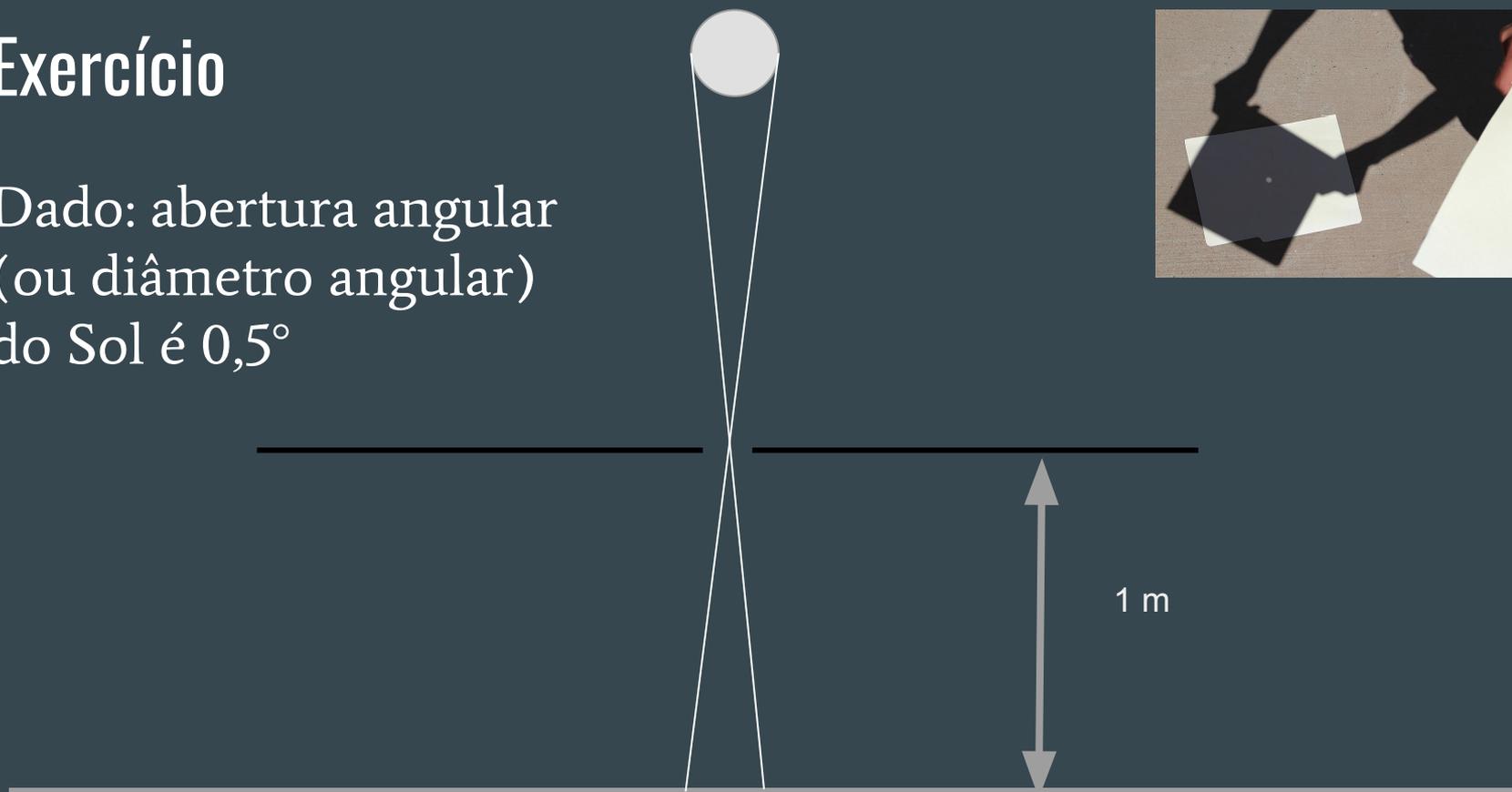
Discussão desta imagem

1. O que acontece se o furinho é maior? 2. o furinho é triangular?! 3. diâmetro angular do sol?



Exercício

Dado: abertura angular
(ou diâmetro angular)
do Sol é $0,5^\circ$



1. Calcule o diâmetro da imagem do sol
2. (opcional) Se o furo tem diâmetro $d > 0$, com qual precisão podemos determinar o diâmetro da imagem?