

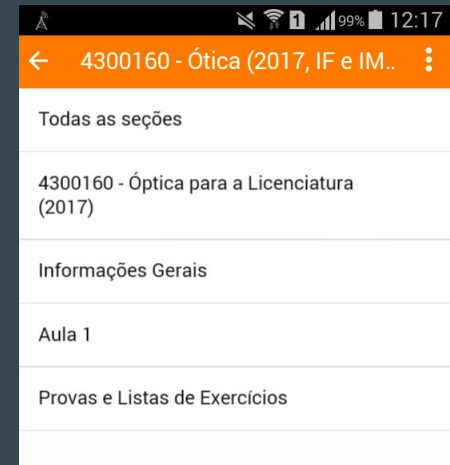
# Óptica



Aula 1 - Luz  
ewout@usp.br

# Moodle da USP

Bibliografia, critério de avaliação, comunicação, atividades online e material didático.



Moodle USP: e-Discip x

https://edisciplinas.usp.br

DISCIPLINAS USP

Disciplinas » Suporte » Idioma

Gerente do Moodle da USP  
Você acessou como Evaldina ter Haro

Menu Principal  
Navegação  
Buscar disciplinas  
Busca global  
Calendário  
Arquivos privados

Categorias de Cursos

Minhas Disciplinas Anos anteriores Buscar disciplinas

Grupos de Estudos, Pesquisa e Outros  
430

4300160 - Ótica (2017, IF e IME)

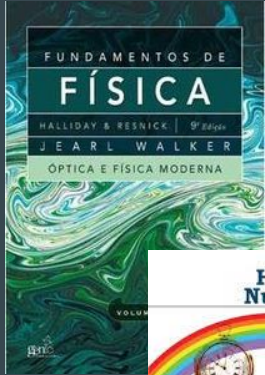
☆ Docente: Mikiya Muramatsu  
☆ Docente: Ewout ter Haar

A natureza da luz. A velocidade da luz. Princípio de Huyghens. Reflexão e Refração. A ...

Ver mais Acessar

Meus Ambientes

# Formalismo vs Conceitos?

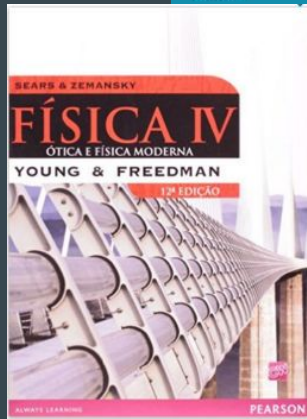


Fenômenos  
(cotidiano,  
experimento)



Conceitos  
(científicos e  
comuns)

Formalismo  
(equações e  
operações)



# Atividade: classificar coisas (concepções comuns ou de leigos versus concepções de cientistas ou especialistas)

Num papelzinho, agrupe os seguintes objetos em 4 grupos. Troque com seu vizinho para comparar

Óculos	Lente	Espelho	Estrelas
Óculos de Sol	Vidro	Tela de cinema	Tela do “Kindle”
Sol	Lua		
Filtro solar	Lâmpada	Tela do celular	Plástico colorido

# Atividade: classificar coisas

Como agruparia estas coisas? Uma possibilidade.

Óculos  
Óculos de Sol  
Filtro solar

Sol ???

Estrelas

Lua

Lâmpada Lente  
Espelho  
Vidro

Tela do "Kindle" Plástico colorido

Tela de cinema

Tela do celular

# Atividade: classificar coisas

Como agruparia estas coisas? Uma outra possibilidade.

## Absorvedores

## Refratores

Óculos  
Vidro  
Lente

Óculos de  
Sol Plástico  
colorido

Filtro solar

Lâmpada

Sol Estrelas

Tela do  
celular

## Fontes de Luz

Espelho

Lua

Tela do  
“Kindle”

Tela de cinema

## Refletores

# Luz: “metade da Física”

A visão do mundo da Física é essencialmente uma de partículas, interagindo via campos eletromagnéticos (luz)



Feynman: grande parte do conhecimento científico pode ser resumido assim: “*all things are made of atoms—little particles that move around in perpetual motion, attracting each other when they are a little distance apart, but repelling upon being squeezed into one another*” (ref.)

# Objetivos da disciplina

Premissa: Óptica para futuros educadores (professores de ensino médio e outras atividades de educação).

## 1. Apropriação de **conceitos e o formalismo de Óptica**

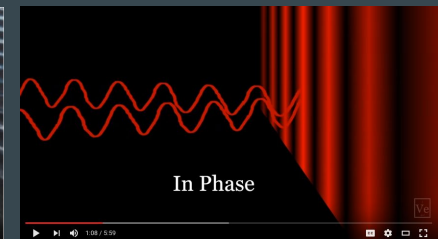
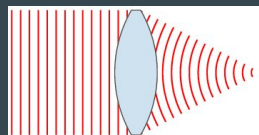
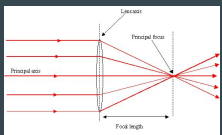
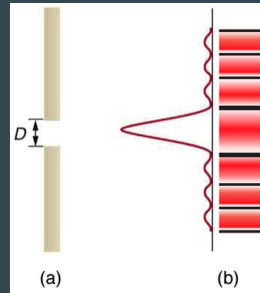
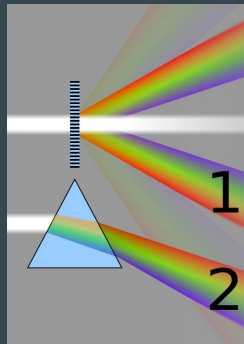
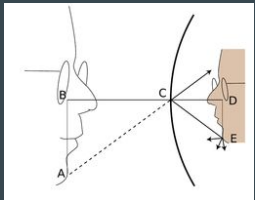
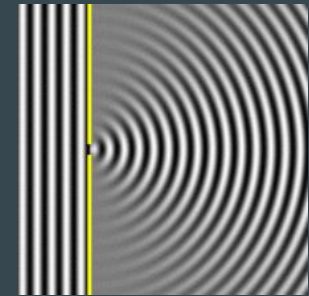
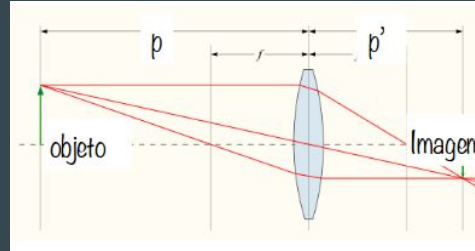
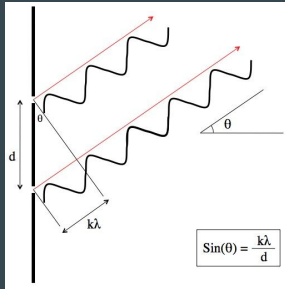
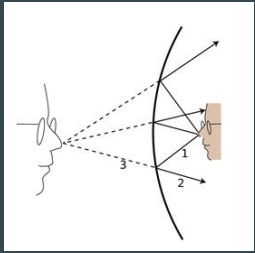
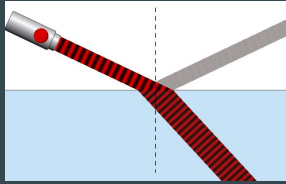
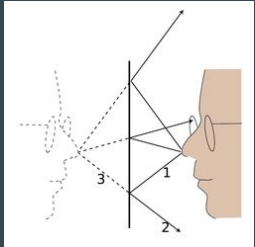
- a. conceitos como reflexão, refração, dispersão, formação de imagens, visão, interferência e difração, modelos de luz (onda, raio, partículas), funcionamento e limites de instrumentos óticos.
- b. usar equações e fórmulas para explicar e entender **quantitativamente** fenômenos como refração, ampliação, interferômetros.

## 2. Conscientização da importância de **metodologia e didática**

- a. ninguém aprende consumindo conteúdo
- b. importância de **motivação**
  - i. porque alguém se esforçaria aprender aquilo?
  - ii. ancorar o formalismo em fenômenos e vida cotidiano
- c. importância de conhecimentos prévios
  - i. construir conhecimento novo usando o já existe
  - ii. “**concepções alternativas**” ([exemplo mecânica](#) | [ótica](#))



# A disciplina em imagens



# Exemplos de “Concepções Alternativas” (CA)

CA: um raio de luz sempre anda em linha reta

CA: luz viaja infinitamente rápido.

CA: Somente espelhos ou outras superfícies lisos refletem luz.

CA: espelhos refletem 100% da luz que incide neles.

CA: para "ver" um objeto é necessário e suficiente que luz incide no objeto.

Tudo isso está “errado” do ponto de vista de um especialista.

# Exemplos de “Concepções Alternativas” (CA)

**CA: um raio de luz sempre anda em linha reta**

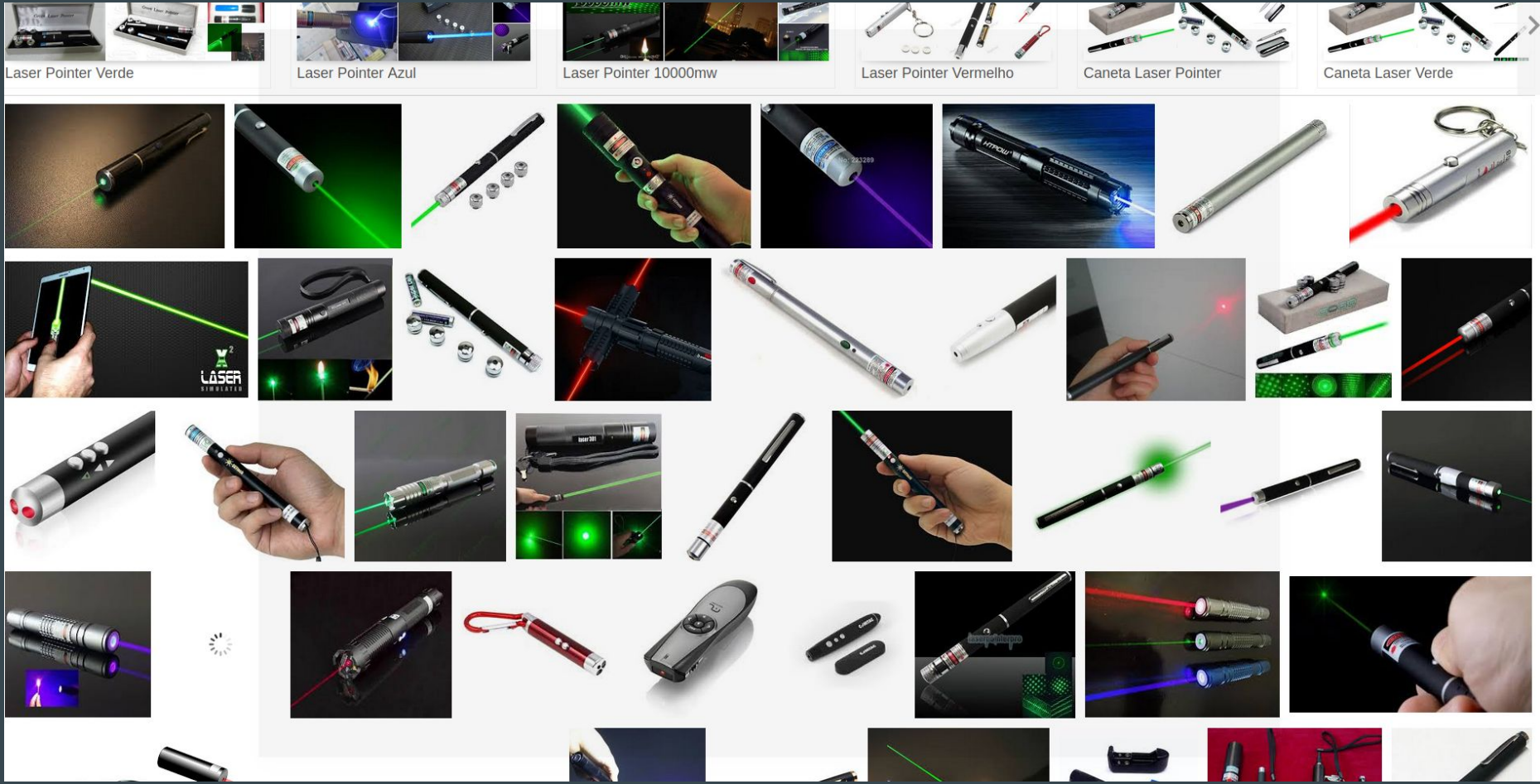
**CA: para "ver" um algo é necessário e suficiente que luz incide no objeto.**

CA: luz viaja infinitamente rápido.

CA: Somente espelhos ou outras superfícies lisos refletem luz.

CA: espelhos refletem 100% da luz que incide neles.

# Busca por imagem “laser pointer”: o que tem de errado?



# Exemplos de “Concepções Alternativas” (CA)

CA: um raio de luz sempre anda em linha reta

CA: para “ver” um objeto é necessário e suficiente que luz incide no objeto.

CA: luz viaja infinitamente rápido.

**CA: Somente espelhos ou outras superfícies lisos refletem luz.**

CA: espelhos refletem 100% da luz que incide neles.

# Resumo da disciplina

## conceitos e o formalismo

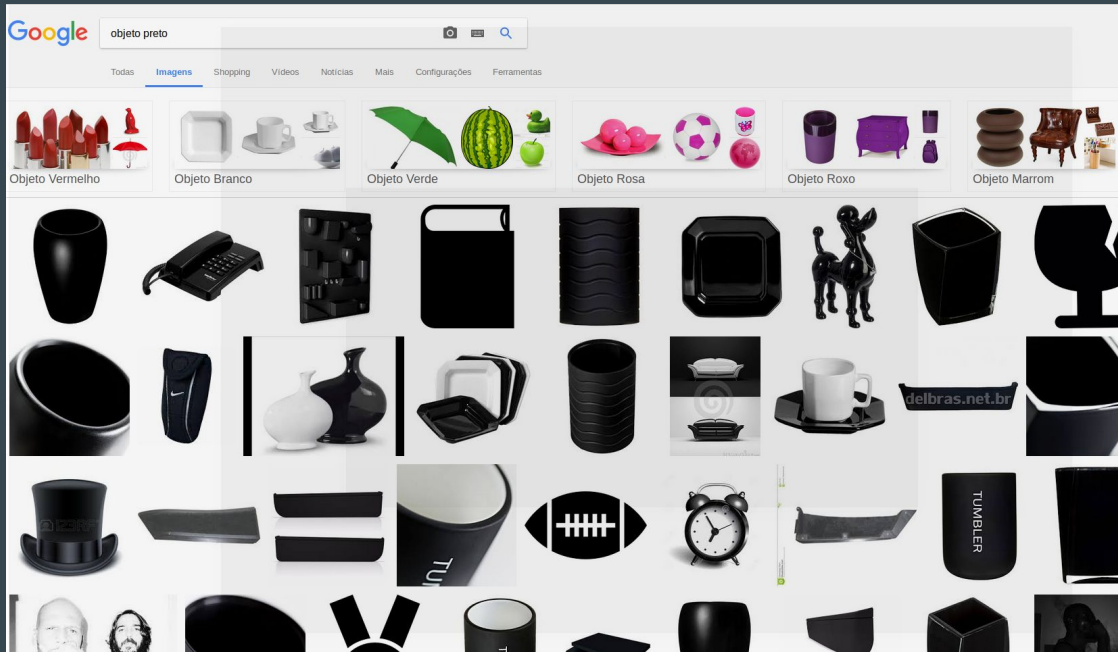
1. Natureza da luz
2. Óptica geométrica
  - 2.1. Reflexão (especular, difusa), refração, formação de imagens por espelhos e lentes, raios.
3. Óptica ondulatória
  - 3.1. Frentes de onda, raios, difração, interferência
4. Cores

## metodologia e didática

1. Relação entre
  - 1.1. fenômenos
  - 1.2. modelos (representados visualmente ou matematicamente)
  - 1.3. formalismo
2. Ligação entre
  - 2.1. conteúdo curricular
  - 2.2. metodologias pedagógicas

# Atividade: um objeto preto reflete luz?

Buscar “Vantablack” no Youtube ([Exemplo 1](#), [Exemplo 2](#))



# Natureza da Luz

(Apresentação Profa. Andreoli)

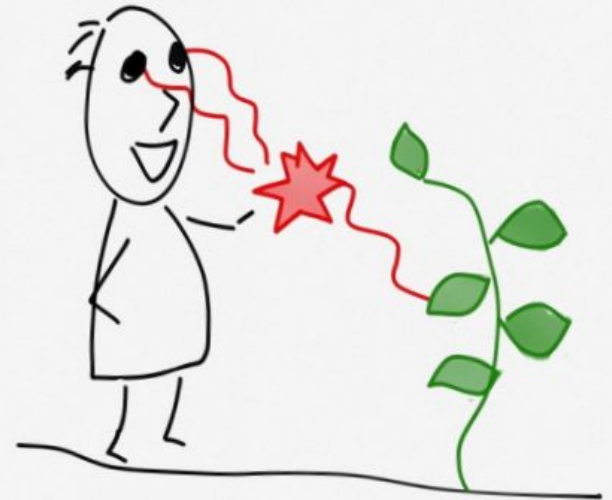
1. Luz é “algo” que se propaga pelo espaço
2. Luz é uma onda
3. Luz interage com a matéria:
  - 3.1. absorção
  - 3.2. reflexão
  - 3.3. refração



# 1. NATUREZA DA LUZ

---

- \* MODELO GREGO ~ 500 DC
  - \* “Coisa” que emitida pelo objeto e também pelos olhos
  - \* colisão dessa “coisa” torna visível o objeto
  - \* Colisão - estimula a “verdeza” da folha
  - \* o nosso olho produz alguma coisa na folha



# Entendimento científico moderno: Luz é uma onda que se propaga pelo espaço.

A folha produz um efeito em nosso olho e não o contrário.

Mas esta relação causa-efeito era difícil de obter, por causa de rapidez do efeito.

Galileo tentou medir a velocidade da luz.

Ole Roemer (~1676) mede primeiro, depois medidas melhores de Fizeau (1849) e Foucault (1862)

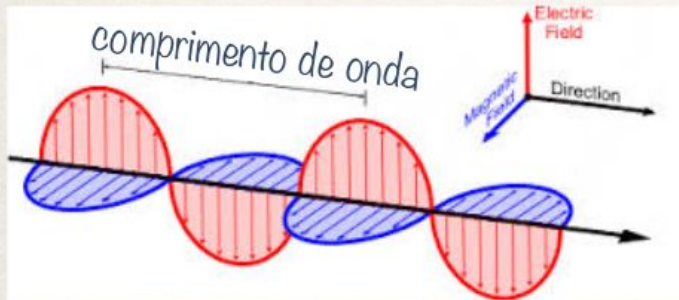
# Atividade: explicar como Galileo queria medir a velocidade da luz

Num papelzinho, descreve em 4 passos o chamado “protocolo experimental”

1. Pessoa A faz isso
2. Pessoa B faz aquilo
3. Pessoa A use instrumentos X para medir Y
4. A velocidade = ...



# Luz - oscilações de um campo elétrico (E) e um campo magnético (B)



## Teoria do eletromagnetismo- Equações de Maxwell

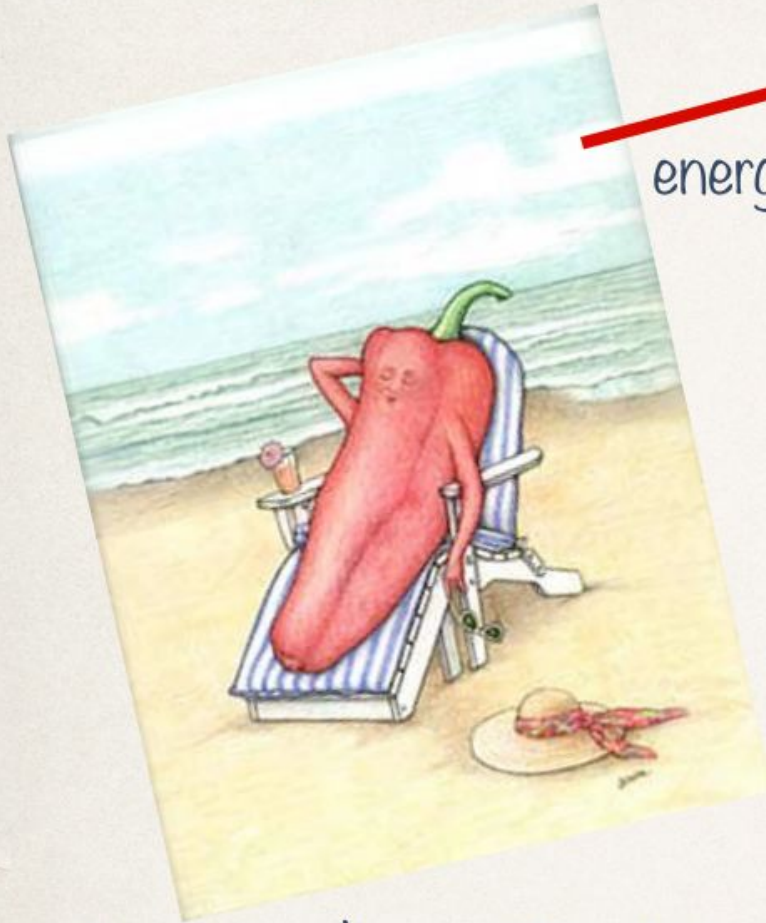
- \* A luz é uma onda transversal
- \* A luz se propaga no vácuo
- \* A velocidade de propagação é  $3 \times 10^8$  m/s independente do movimento da fonte em relação ao observador

# Natureza da Luz

(Apresentação Profa. Andreoli)

1. Luz é “algo” que se propaga pelo espaço
2. Luz é uma onda
3. Luz interage com a matéria:
  - 3.1. absorção
  - 3.2. reflexão
  - 3.3. refração

# Absorção da luz



processo de aquecimento  
por absorção



Transformação

energia luminosa  $\rightarrow$  energia térmica



processo  
por con

# Como enxergamos objetos que não emitem luz?

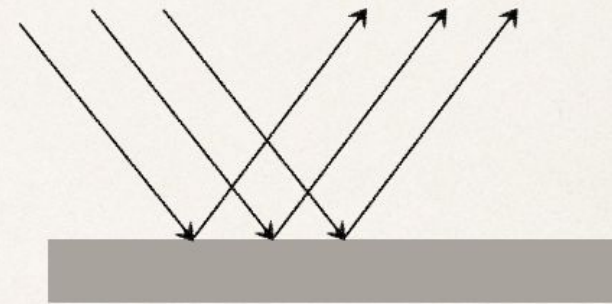


É preciso ter uma fonte de luz para iluminar os objetos!

“Concepção Alternativa” comum: para “ver” um objeto é necessário e *suficiente* que luz incide no objeto. Não é verdade!

# Reflexão da luz

## Reflexão especular



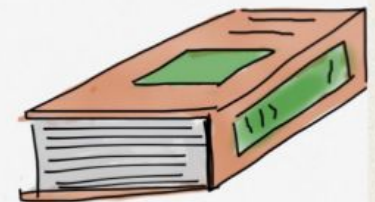
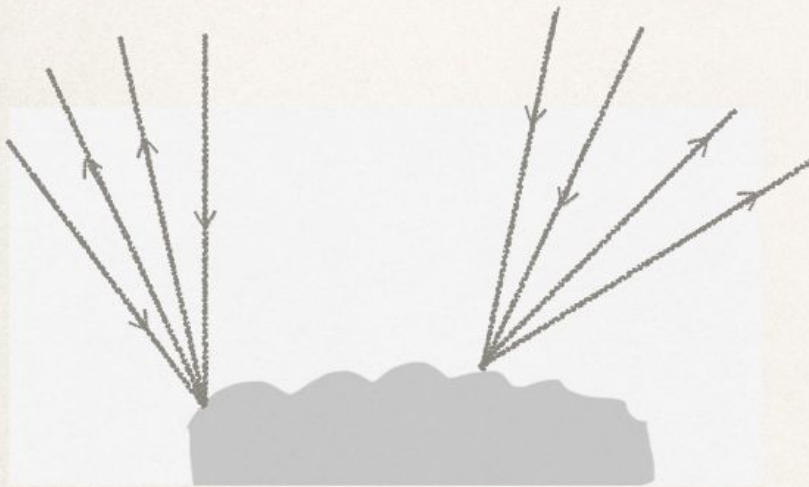
Superfícies lisas e polidas

A imagem formada por reflexão só pode ser vista em determinados ângulos



## Reflexão Difusa

Superfícies irregulares ou rugosas

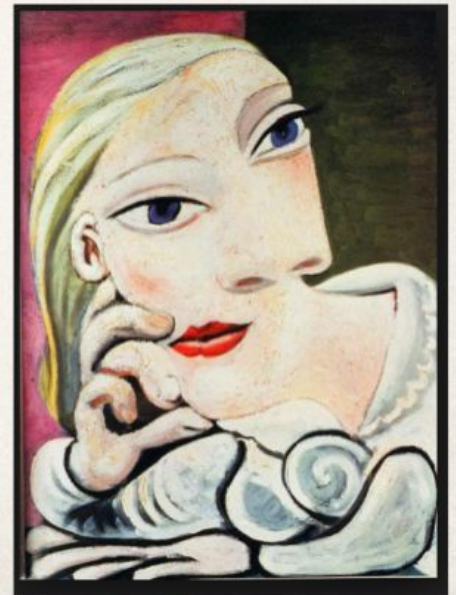


“Concepção Alternativa” comum: reflexão = reflexão especular. Não é verdade!

Superfícies irregulares ou rugosas



REFLEXÃO  
DIFUSA



# Modelos de Luz

## 1. Modelo de raio

- a. representação com linhas retas
- b. modelo simplificado

Óptica Geométrica

## 2. Modelo de onda

- a. comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação da onda, polarização
- b. dimensões de objetos ou fendas micrometros ( $10^{-6}$  m)

Óptica Ondulatória

## 3. Modelo de partícula-onda

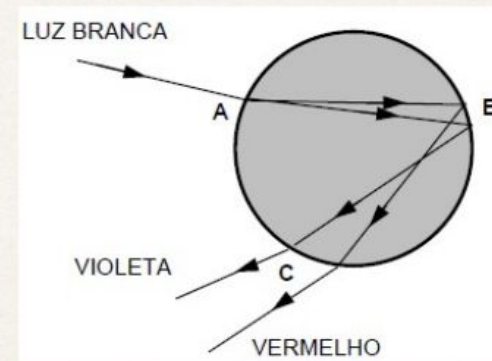
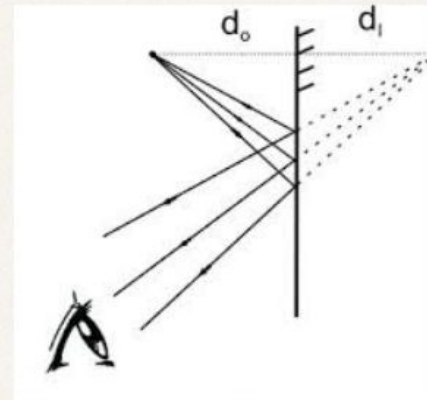
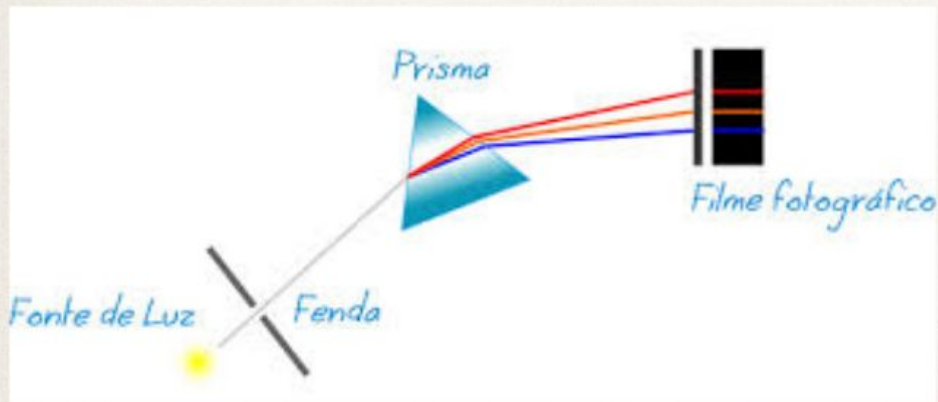
- a. dimensões nanométricas ( $10^{-9}$  m)

Óptica Quântica

# Ótica geométrica

## 1. Modelo de raio

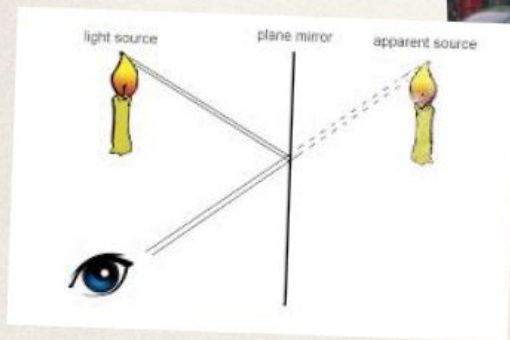
- \* representação com linhas retas
- \* modelo simplificado



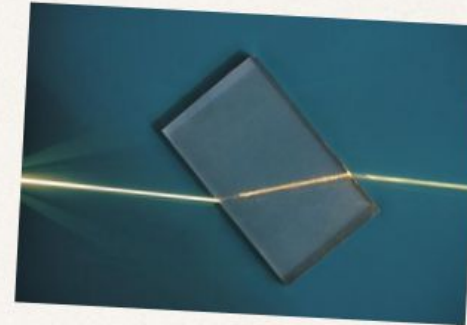
Limite de validade?

# Ótica geométrica

## Reflexão



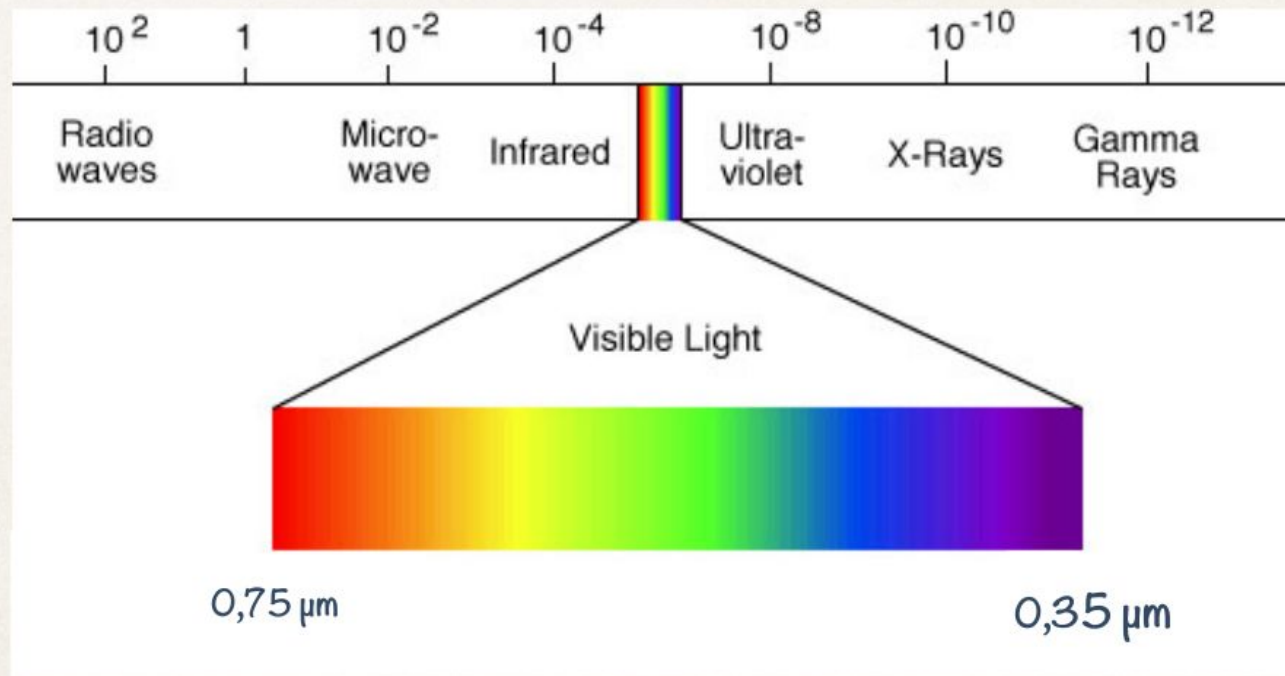
## Refração



# Ótica ondulatória



## Espectro eletromagnético e luz visível

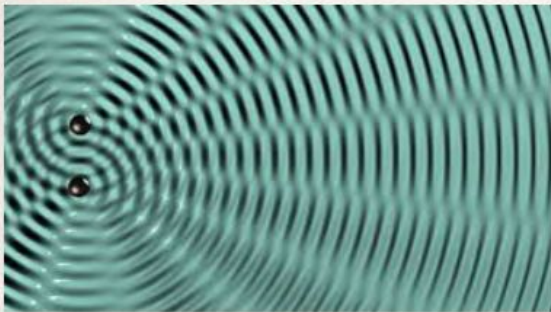
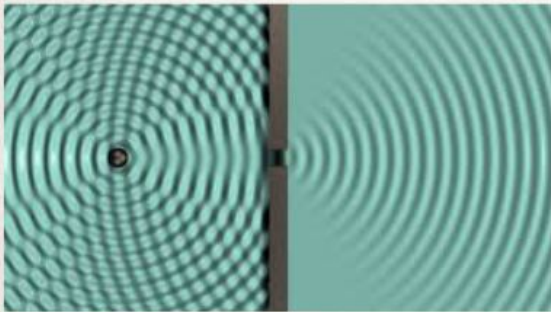


# Ótica ondulatória

---

- \* Difração
- \* Interferência

fenômenos que acontecem quando a dimensão dos objetos interagindo com a luz são comparáveis ao comprimento de onda da luz ( $\approx$  alguns  $\mu\text{m}$ )



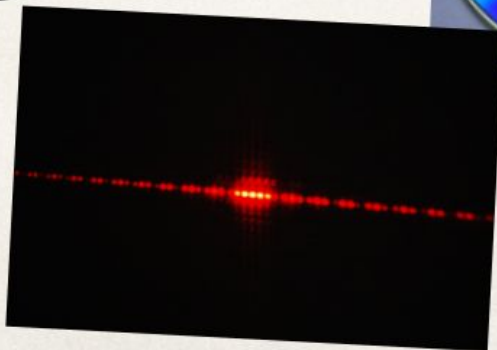
ondas mecânicas na  
superfície da água

# Ótica ondulatória

---

- \* Difração
- \* Interferência

fenômenos que acontecem quando a dimensão dos objetos interagindo com a luz são comparáveis ao comprimento de onda da luz ( $\approx$  alguns  $\mu\text{m}$ )

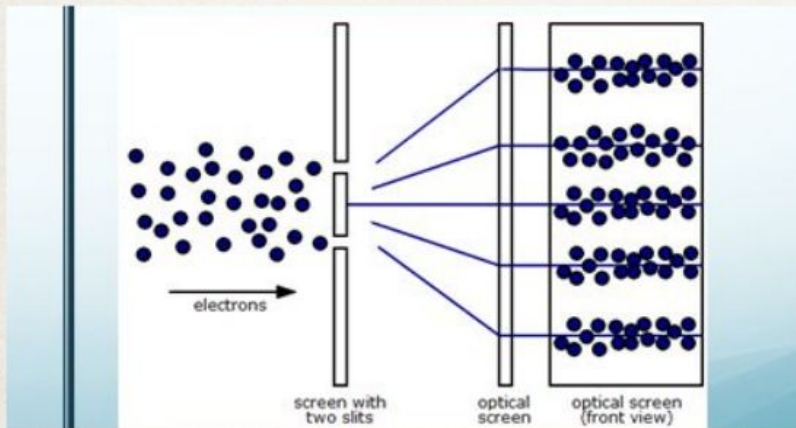
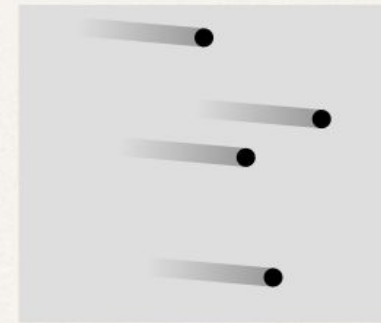




# Ótica Quântica

## 3. Modelo de partícula

- \* dimensões de nanómetros ( $10^{-9}$  m)
- \* transporte de energia
- \* obedecem às leis da mecânica quântica



Luz é onda e partícula

partículas que se comportam como onda e  
onda que se comporta como partícula

## I- Ótica Geométrica

- \* reflexão em superfícies planas e esféricas
- \* refração em superfícies planas e esféricas - miragens, arco-íris
- \* instrumentos óticos

## II- Ótica Ondulatória

- \* interferência de duas fontes de luz
- \* difração - resolução de instrumentos óticos
- \* interferência em fendas múltiplas
- \* Aplicações: holografia, interferometria, difração de raios X

# “Ilusões de Óptica”

**Não** vamos tratar! Os avanços em óptica no século 17 foram possíveis justamente reconhecendo que o que acontece antes e depois da retina é melhor tratado por especialistas disciplinares diferentes.

Física: o que acontece *antes* da retina, *depois* da retina:  
Neurologia, Biologia, Psicologia etc.

<http://www.michaelbach.de/ot/>

# Percepção de cor depende do contexto

