

Física Experimental IV

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=90535>

2º Semestre 2021

Exp. 2 – Computador Óptico

Atividade 1 – Difração e Interferência

Semana 4 - 16/Setembro

Prof. Henrique Barbosa

hbarbosa@if.usp.br

<http://www.fap.if.usp.br/~hbarbosa>

AVISO

- Nossa turma não fará as atividades na ordem que estão no site.
- Sigam as orientações da **minha aula.**
 - Sempre usar o PDF que eu coloco na nossa pasta.

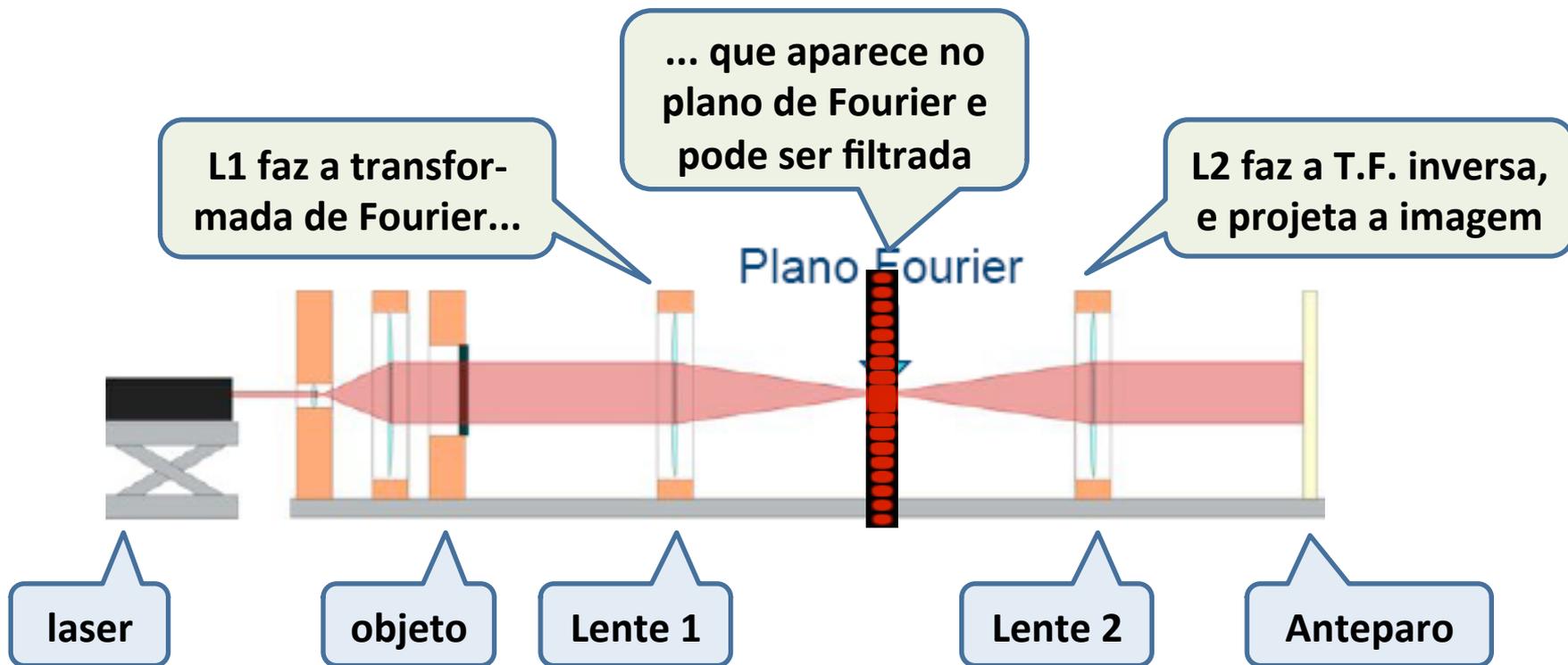
Exp. 2 – Computador Óptico

- Objetivos
 - Investigar a natureza ondulatória da luz através do estudo da difração e interferência.
 - Estudar a difração como uma transformada de Fourier.
 - Construir um computador ótico.

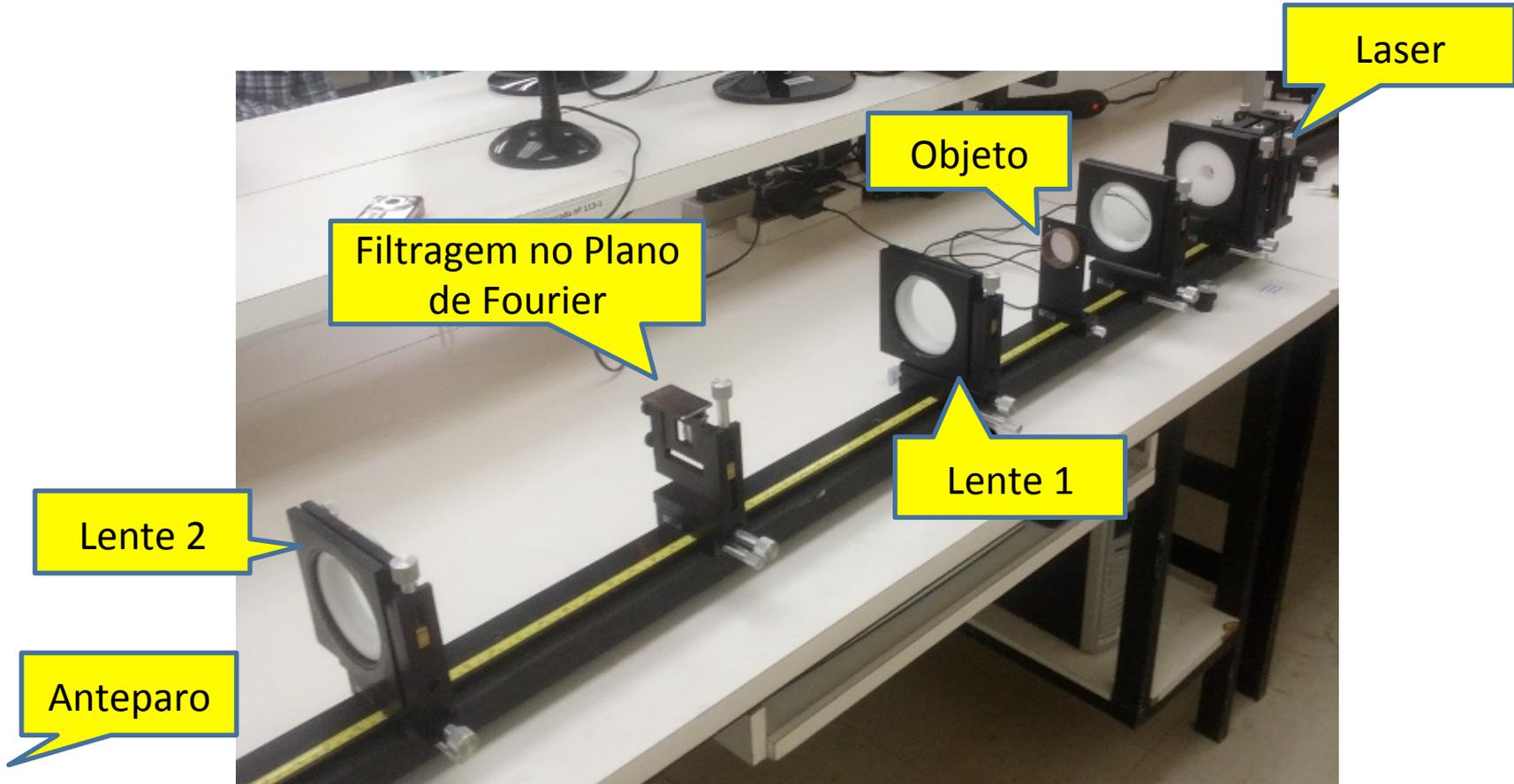
Computador ótico

- **Computador ótico** é um dispositivo que permite a manipulação de imagem sem cálculos complicados.
- Esse dispositivo pode ser construído e estudado no laboratório, e nas próximas aulas, discutiremos como fazê-lo em detalhe.
- **Devido a pandemia, vocês não poderão fazer a montagem na bancada óptica.**

Como funciona?



Computador Óptico

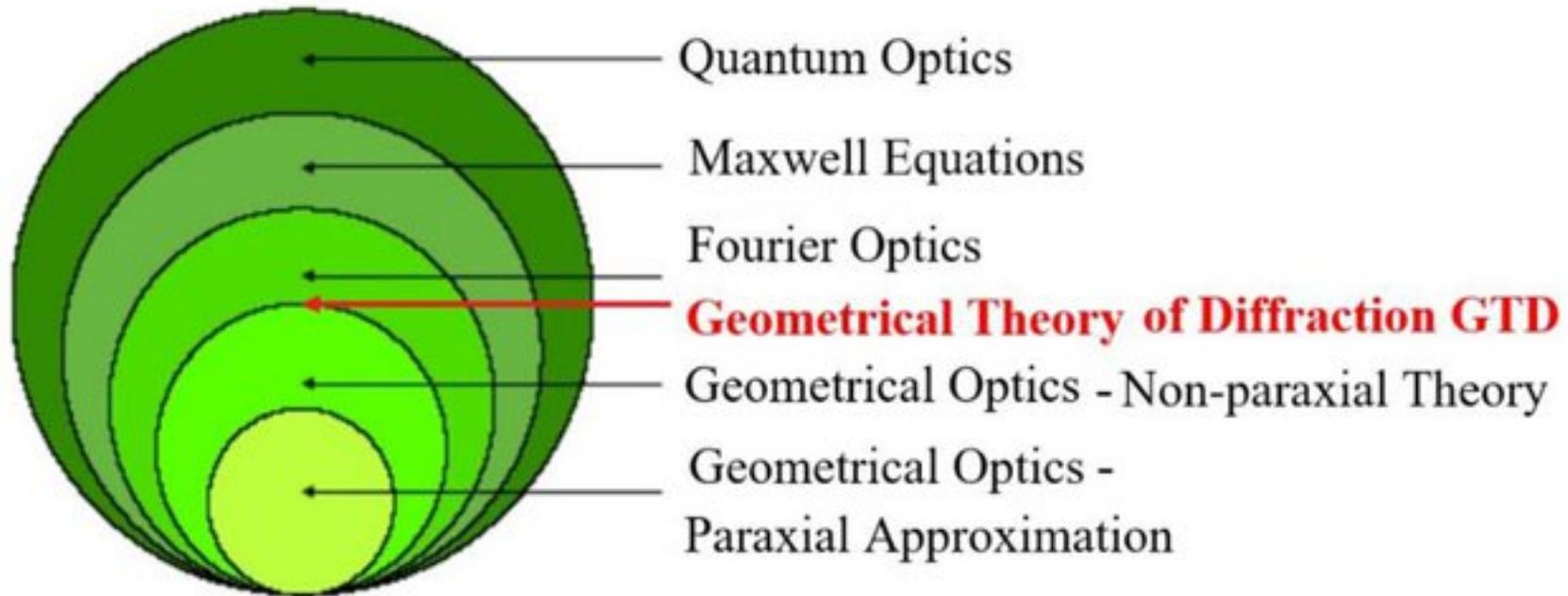


Cronograma

- 5 atividades:

- **Atividade 1:** Estudo qualitativo de difração e interferência
- **Atividade 2:** Estudo quantitativo de difração em fendas simples
- **Atividade 3:** Processamento de imagens (ImageJ)
- **Atividade 4:** Simulação do computador óptico, plano de Fourier
- **Atividade 5:** Aplicação do computador óptico, objeto vs. sua T.F.

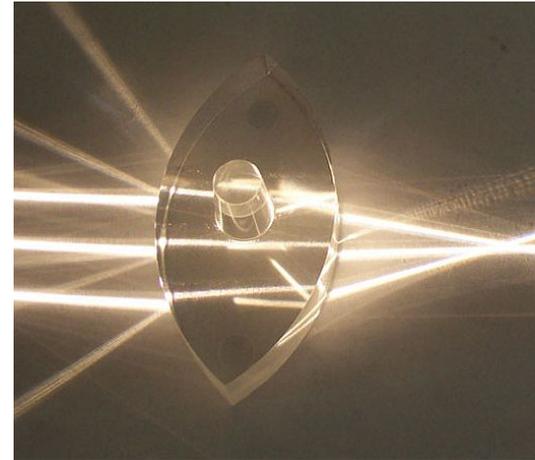
Óptica - Hierarquia de Teorias



Natureza da Luz

- **Huygens:** teoria ondulatória, *Lumière* (1690)
- **Newton:** teoria corpuscular, *Opticks* (1704)

A óptica geométrica descrevia bem a trajetória de raios luminosos, e sua interação com lentes, espelhos, etc.



Natureza da Luz

- **Francesco Grimaldi (1665)** descreve o fenômeno que o autor chamou de “**Diffraçtio**”: propagação não retilínea da luz, em determinadas circunstâncias.

Light Diffraction by a Razor Blade

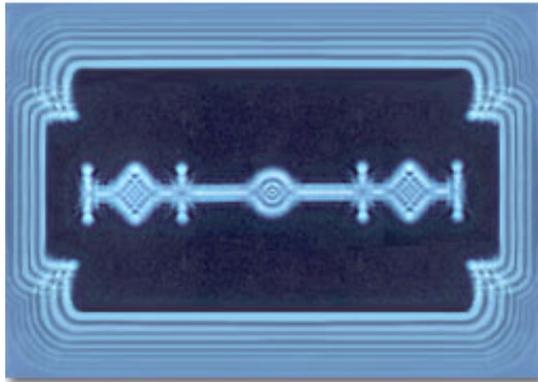
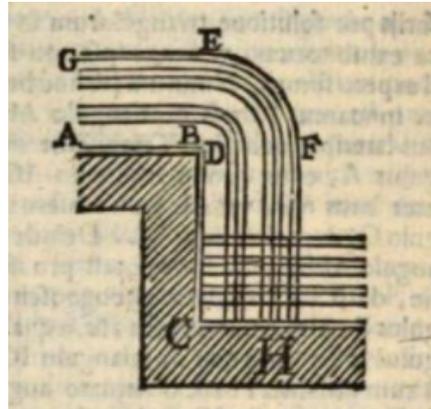


Figure 2



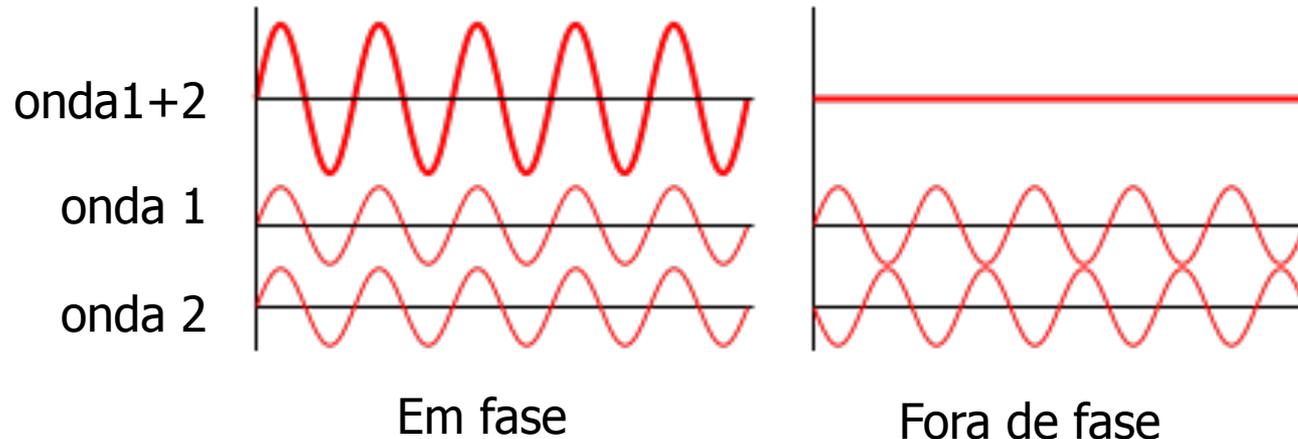
Grimaldi: *Physico mathesis de lumine, coloribus, et iride, aliisque annexis libri duo*

Natureza da Luz

- Experiências de **Young e Fresnel**, no início dos anos de 1800, revelaram os efeitos de interferência e difração da luz
 - A luz é uma onda!
- **Maxwell (1864)**
 - É uma onda Eletromagnética, com campos ***E*** e ***B*** transversais a direção de propagação

Superposição

- Quando uma onda é governada por uma equação linear, **como é o caso da luz**, vale princípio de superposição:
 - A amplitude resultante é a soma das amplitudes das ondas ocupando o mesmo espaço (se somam ponto a ponto)

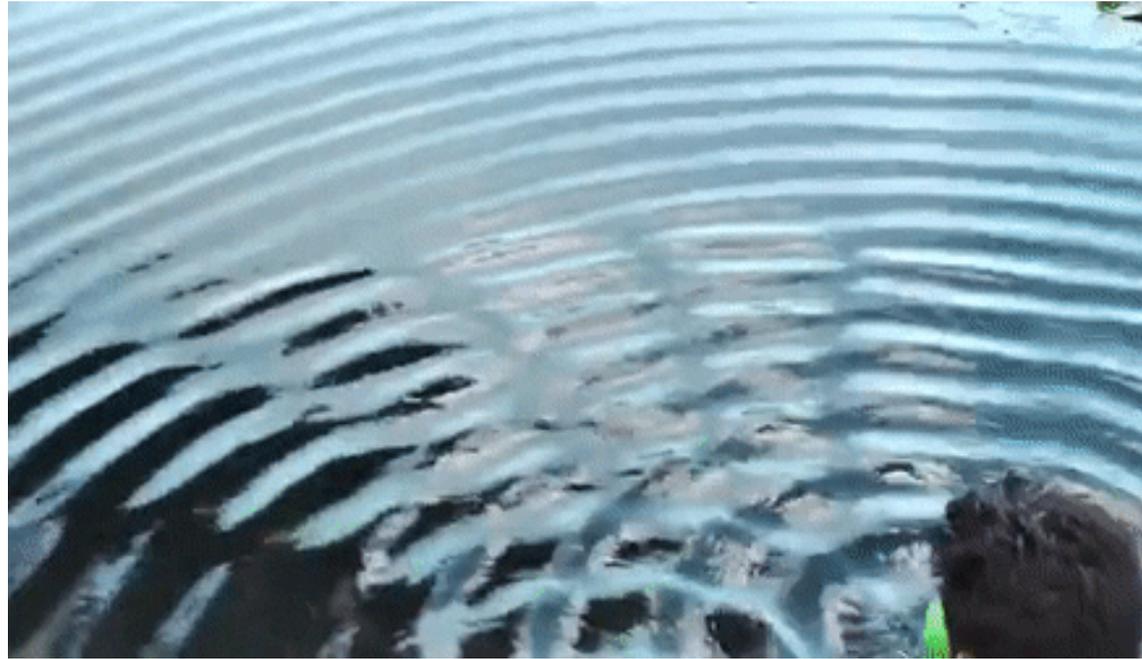
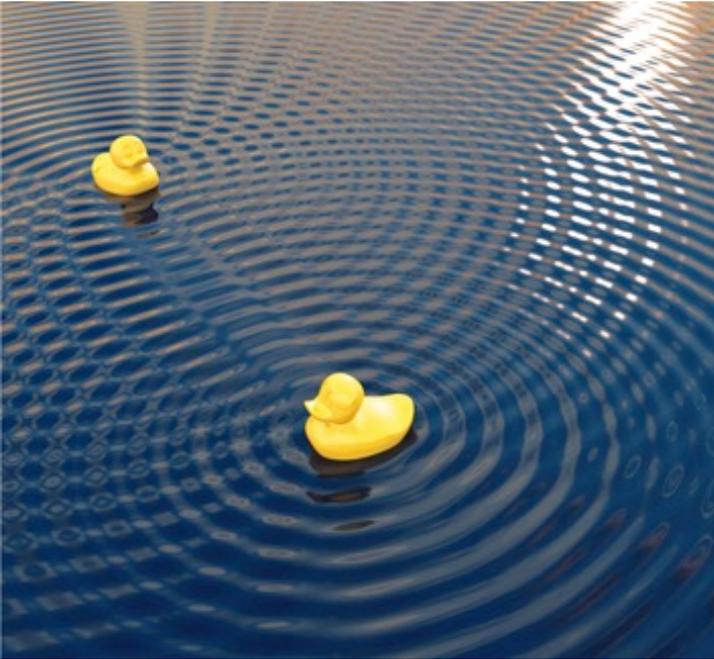


Interferência

- Pode haver **interferência construtiva** ou **destrutiva**, mas as ondas passam através uma das outras.

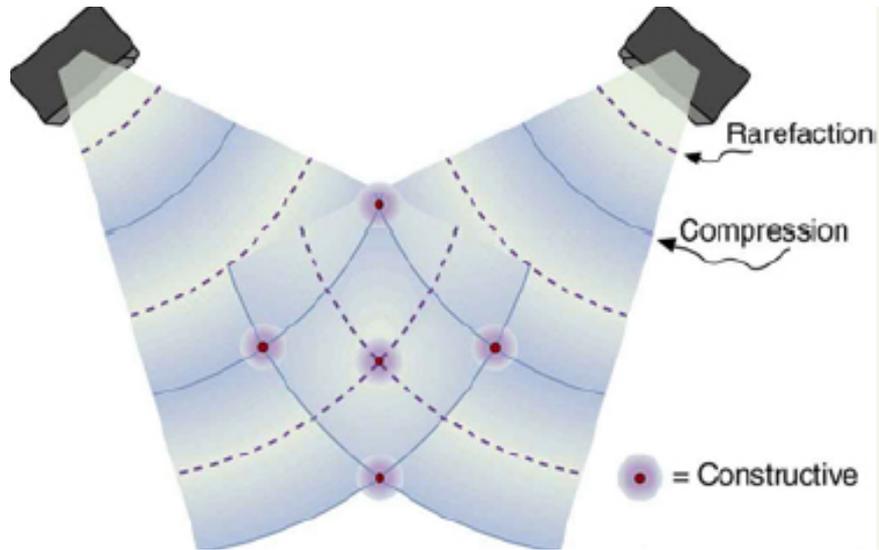


Interferência em 2D

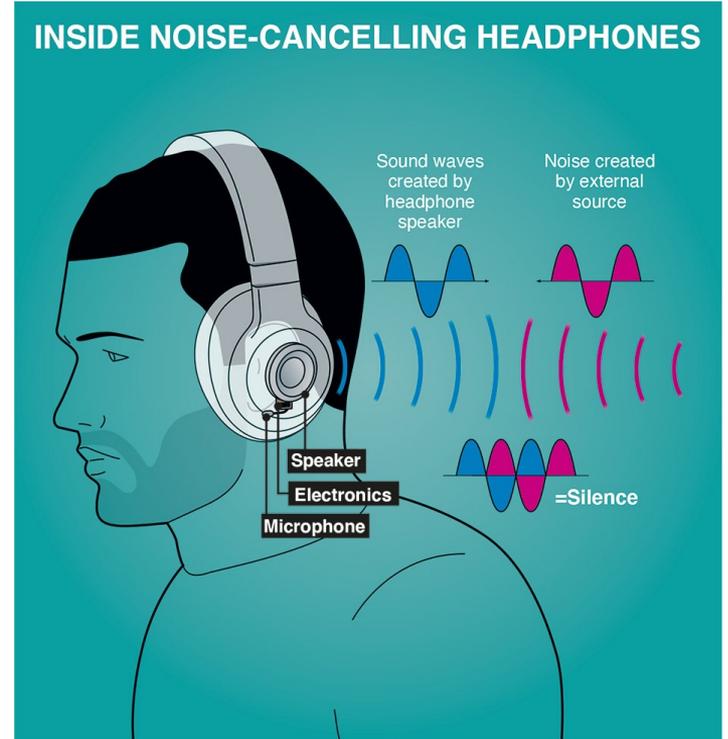


<https://opencurve.info/the-double-slit-experiment/>

Interferência em 3D



Também ocorre em 3D, mas é difícil realizar a visualização!



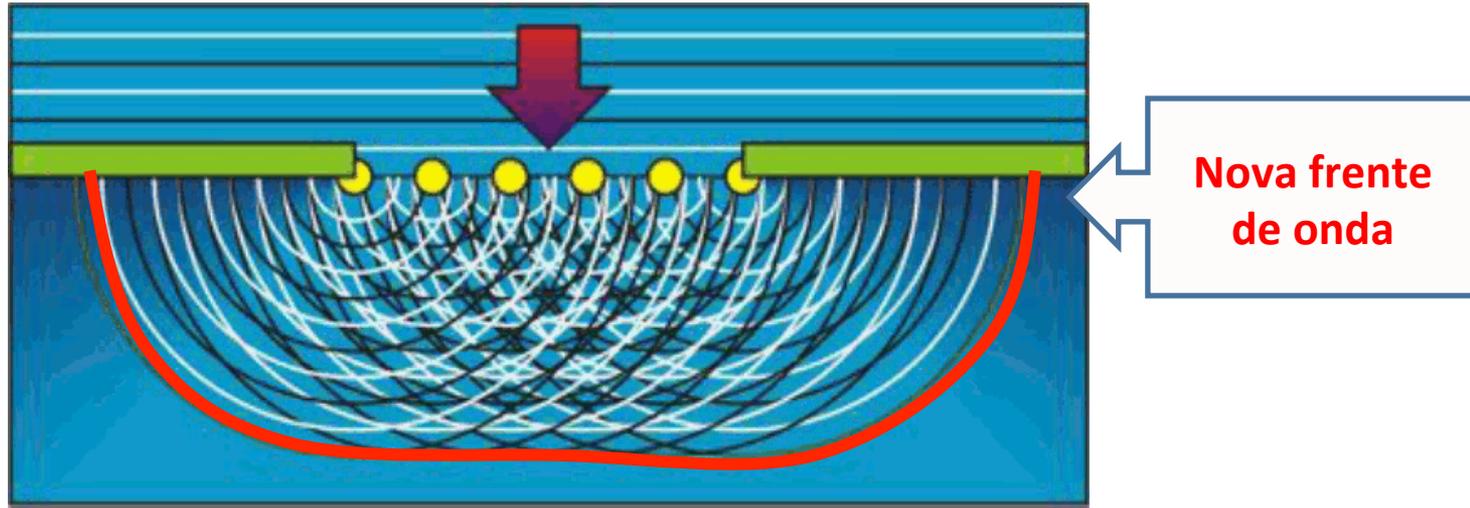
Difração

- Fenômeno comum com todos os tipos de ondas
- Desvio sofrido por uma onda ao se deparar com um obstáculo de dimensões similares ao comprimento de onda.
 - Se a dimensão do objeto for muito maior (ou menor) que o comprimento de onda, não ocorre difração.

Princípio de Huygens-Fresnel

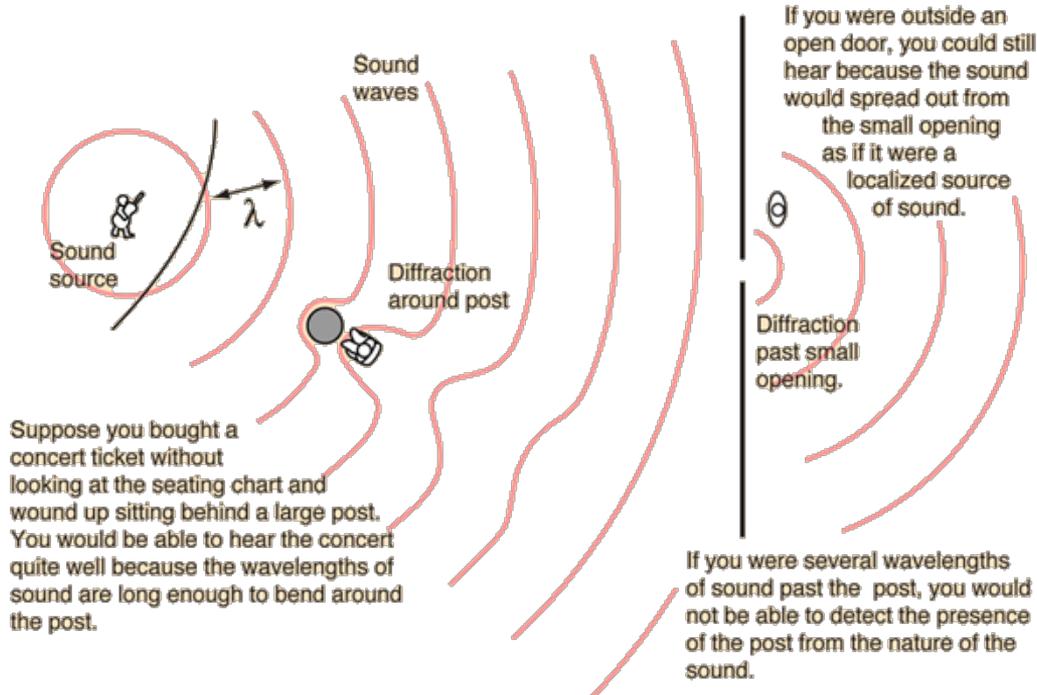
Cada ponto de uma frente de onda (não obstruído) funciona como uma fonte (secundária) puntiforme esférica.

A onda resultante consiste da superposição de todas as ondas esféricas, levando em consideração a fase entre elas (interferência).



Difração na natureza

SOM

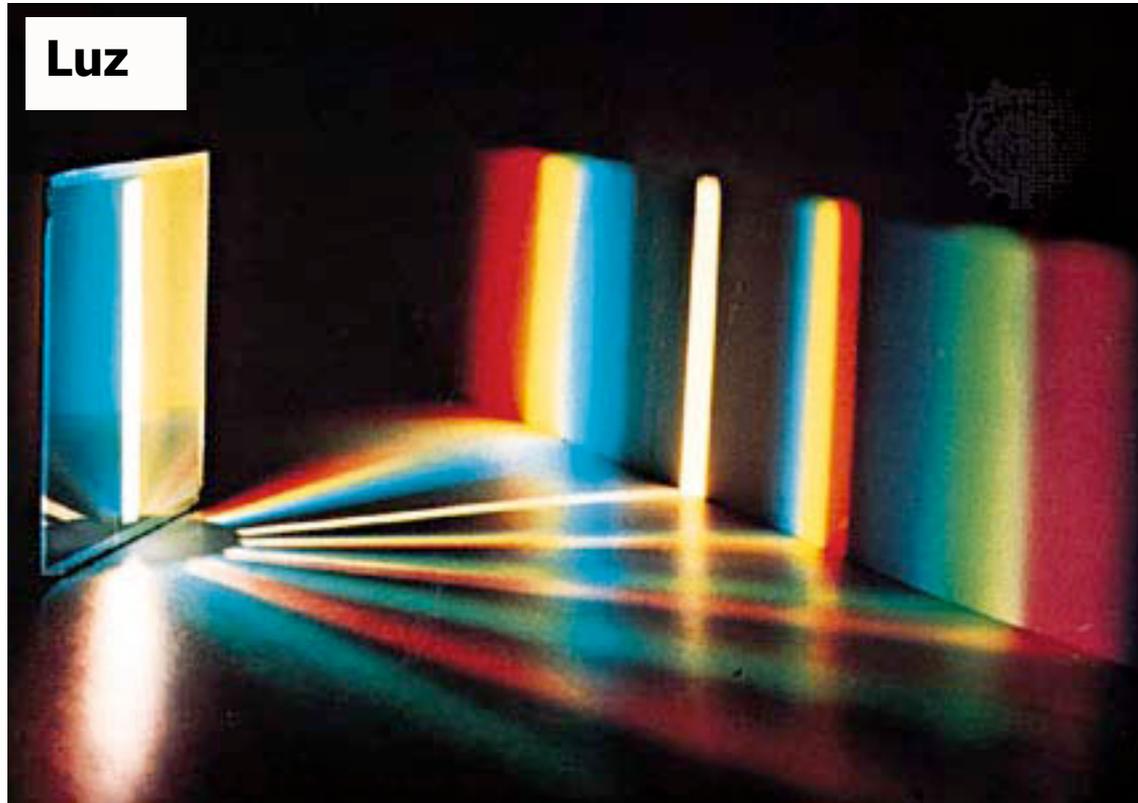


Difração na natureza

Ondas na água



Difração na natureza

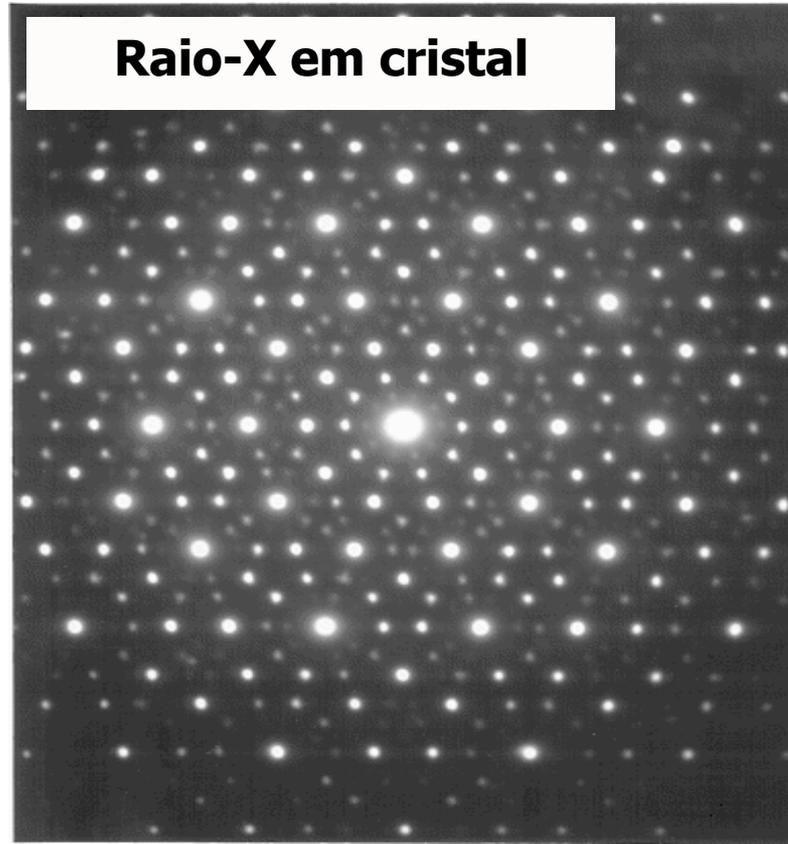


Difração na natureza



Luz do sol

Difração na natureza



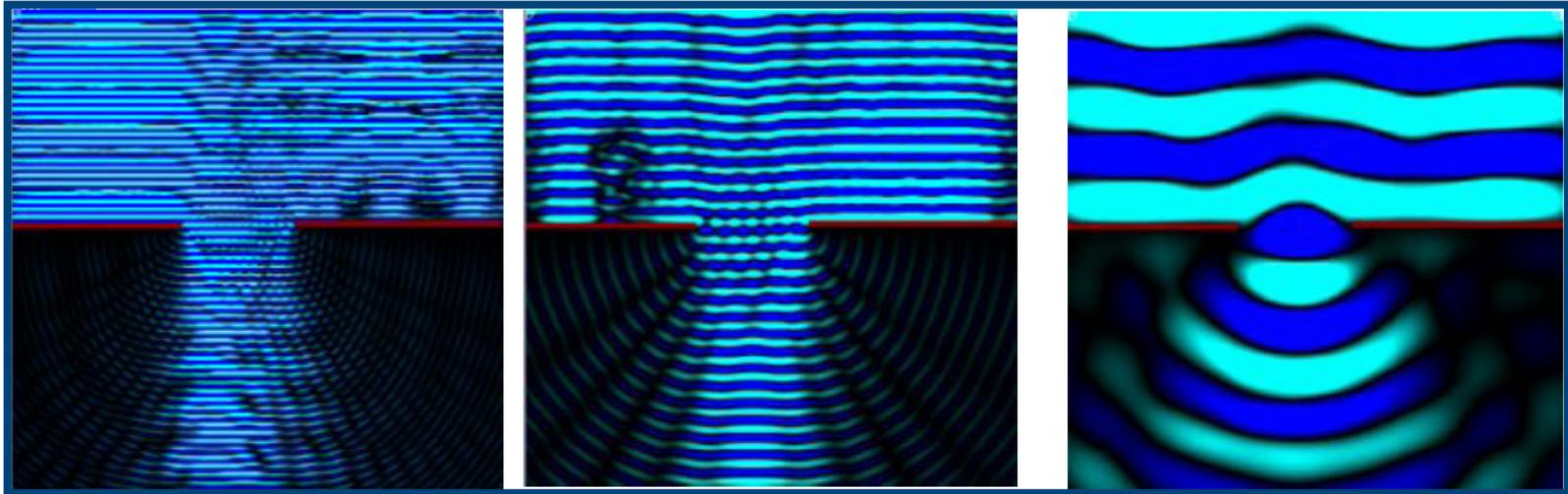
Difração na natureza

Difração de elétrons em estruturas microscópicas

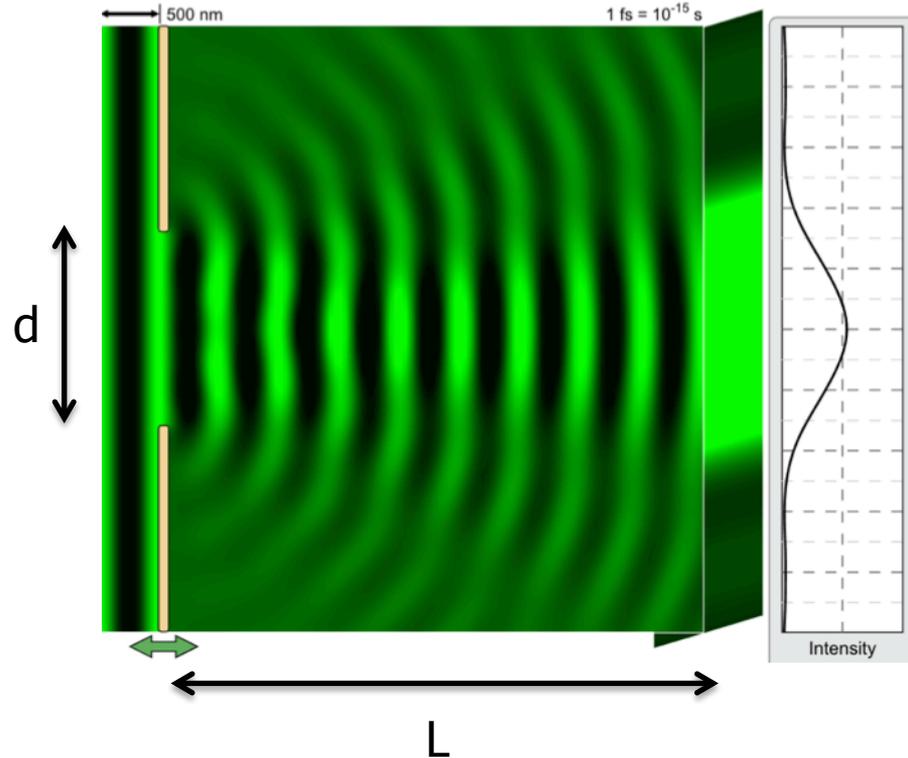
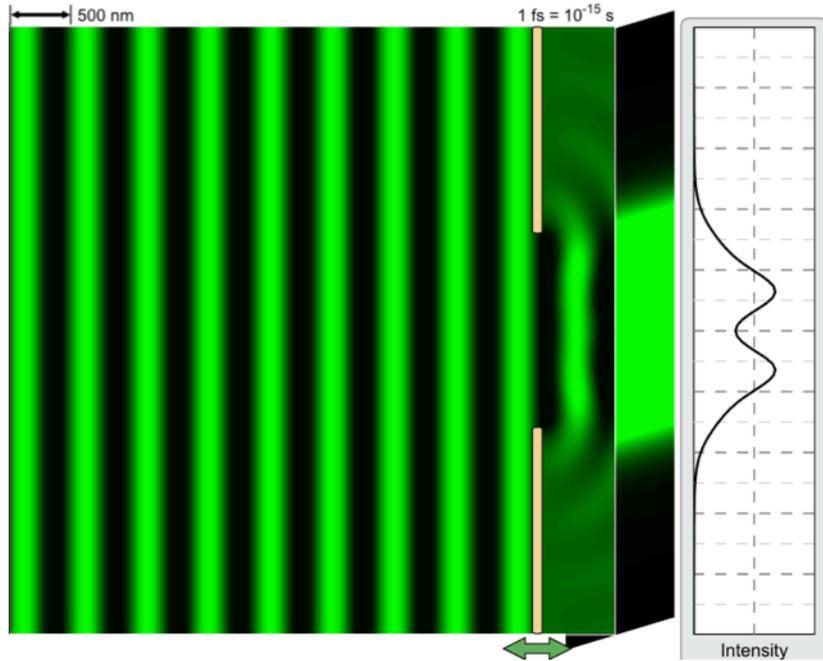


Difração

- Ondas de comprimento muito menor que as dimensões do obstáculo sofrem pouca difração



Depende da distância do anteparo?



Difração de Fraunhofer e de Fresnel

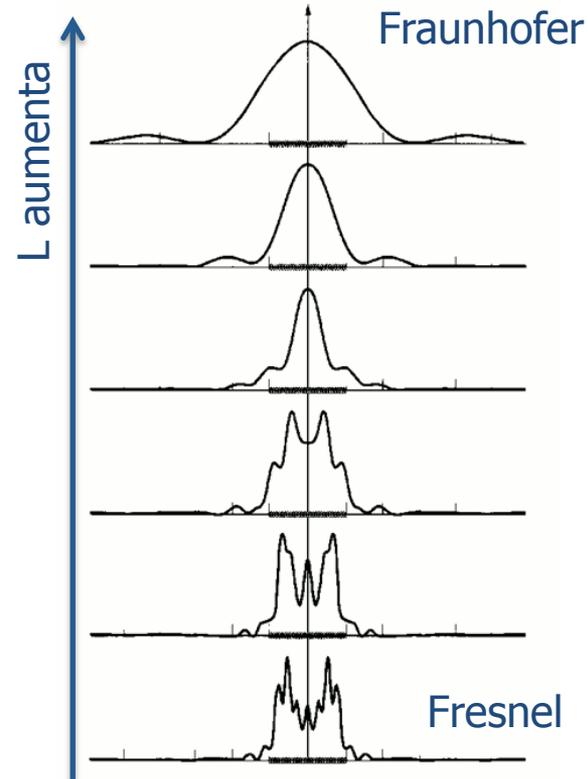
Se anteparo está **longe da fenda**, o princípio de Huygens-Fresnel funciona bem. Essa é a **difração de Fraunhofer** ou **difração de campo distante**.

Se o anteparo está **perto da fenda**, os cálculos são complexos. Essa é a **difração de Fresnel** ou **difração de campo próximo**.

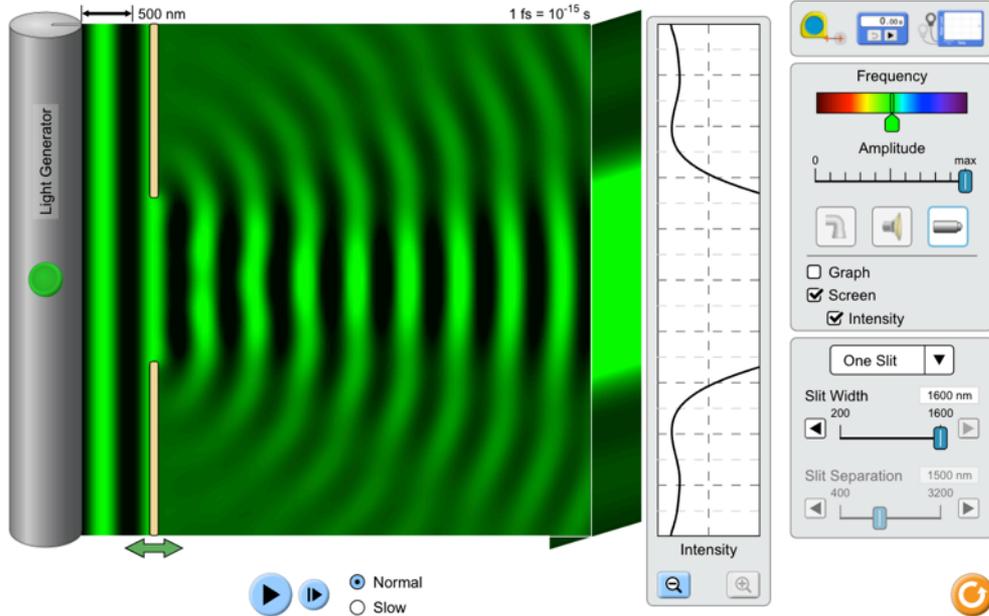
Número de Fresnel

- $F \ll 1$ (Fraunhofer)
- $F \gg 1$ (Fresnel)

$$F = \frac{d^2}{\lambda L}$$



E se a fenda fosse em 2D?



Light Diffraction by a Razor Blade

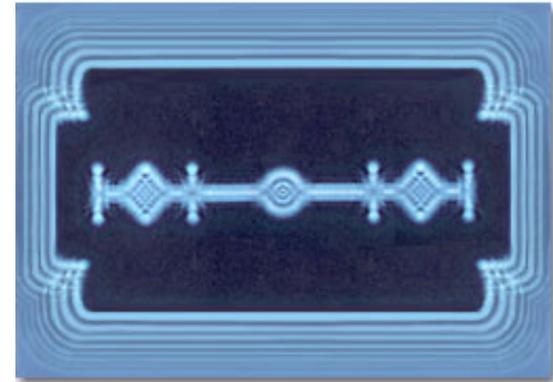


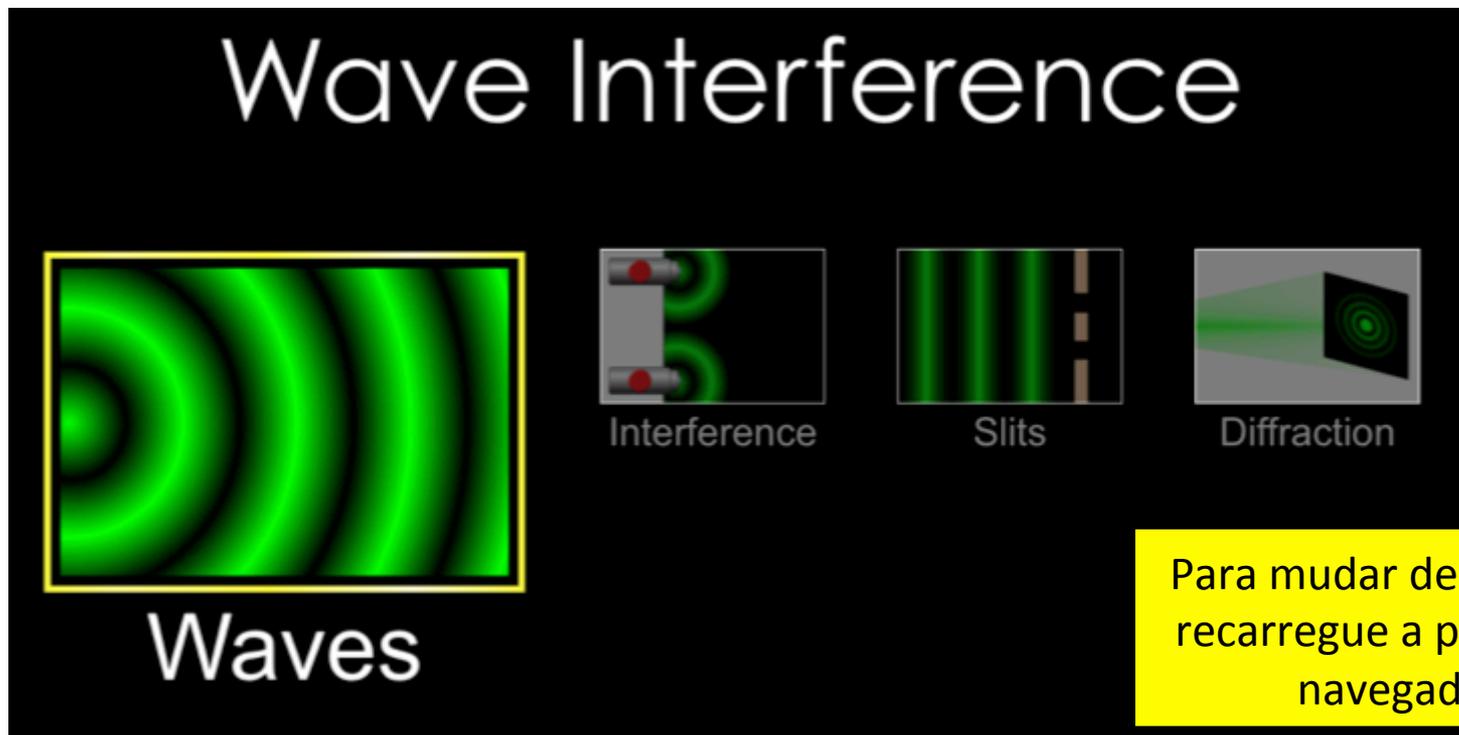
Figure 2

Atividade 1

- Estudar e entender interferência e difração de uma maneira qualitativa.
- Utilizar o site PHET para simular os fenômenos de interferência e de difração.
- Produzir e fotografar figuras de difração no laboratório para diferentes objetos.

Simulação

Wave Interference



The image shows the interface of a PhET simulation titled "Wave Interference". At the top, the title "Wave Interference" is displayed in white text on a black background. Below the title, there are four main visual elements: a large green wave pattern on the left, and three smaller icons on the right. The large wave pattern is labeled "Waves" in white text below it. The three smaller icons are labeled "Interference", "Slits", and "Diffraction" in white text below them. The "Interference" icon shows two sources of waves creating an interference pattern. The "Slits" icon shows waves passing through two slits. The "Diffraction" icon shows waves passing through a single slit and spreading out.

Waves

Interference

Slits

Diffraction

Para mudar de módulo,
recarregue a página do
navegador

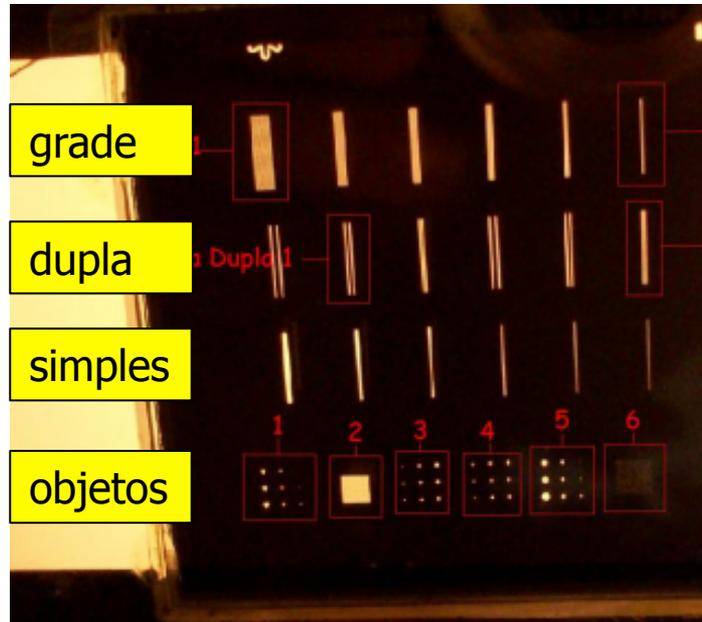
Simulação

- **Interference:** simular 2 ondas EM interferindo e fazer o gráfico da intensidade no anteparo quando a separação for 500 nm, 1 μm e 2 μm .
- **Slits:** simular 1 onda EM difratando em 1 fenda e fazer o gráfico da intensidade no anteparo, para larguras de 200 nm, 800 nm e 1600 nm.
- **Difraction:** Teste os vários objetos, varie seu tamanho e proporções. Observe a relação entre o objeto e sua figura de difração.

Medidas no laboratório

- Fotografe as figuras de difração para os seguintes objetos:
 - fenda simples
 - fenda dupla
 - grade de difração (muitas fendas bem próximas)
 - os objetos diferentes da linha superior

Materiais à disposição

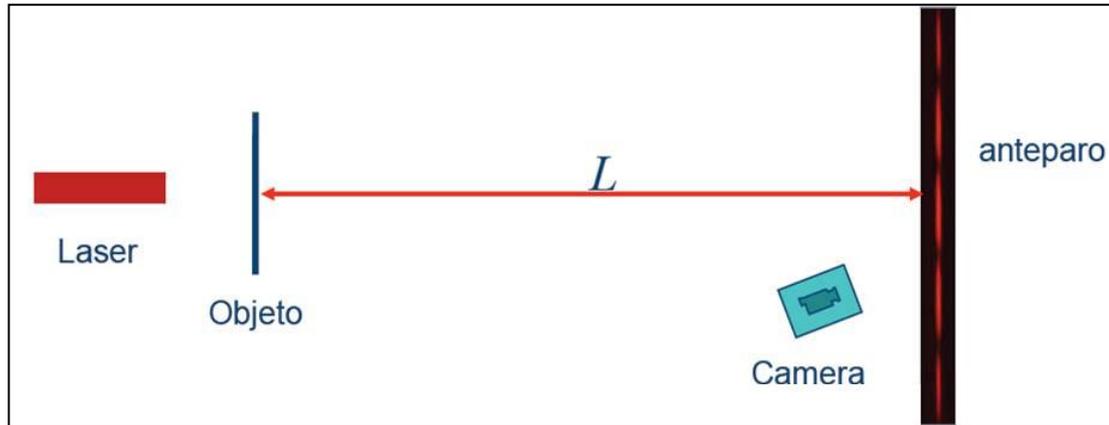


Slide com objetos



Cuidados Experimentais

- Montar o laser no trilho, o slide e o anteparo.
- Alinhar o laser para ficar perpendicular ao slide.
- Escolha a melhor situação possível para observar as figuras desejadas e fotografe todas



Análise

Simulações:

- Para a **interferência** e a **fenda simples**, compare os gráficos e explique as diferenças com base no parâmetro que foi alterado e no princípio físico.

Fotografias:

- Para as fendas, relacionar as respectivas figuras de difração com suas características e dimensões.
- Para os objetos de 1 a 4, identifique a forma geométrica dos objetos a partir das figuras de difração observadas.

Não utilizar os arquivos da AT1

 Atividade 1 - Estudo da intensidade de difração em fendas simples

 Slides sobre a atividade 1

 Guia uso do Espectrofotometro 2021

 Video demonstrando a aquisição dos dados com o Espectrofotômetro

 Dados do Espectrofotometro, Difracão com fenda simples

 Síntese da Atividade 1 do Experimento 2

Apenas enviem a síntese por aqui...

Na nossa pasta

Aula com os pedidos:

- [EXP2_CompOptico_Aula_01_2021.pdf](#) ✓

Dados:

- [EXP2_CompOptico_Aula_01_2021_Figuras_de_difracao.pdf](#) ✓