

# Roteiro complementar para o curso remoto de Física Experimental IV

homepage: [http://fisexp4.if.ufrj.br/Site\\_Fisexp\\_4/FISEXP\\_4\\_-\\_UFRJ.html](http://fisexp4.if.ufrj.br/Site_Fisexp_4/FISEXP_4_-_UFRJ.html)

# EXPERIMENTO 4



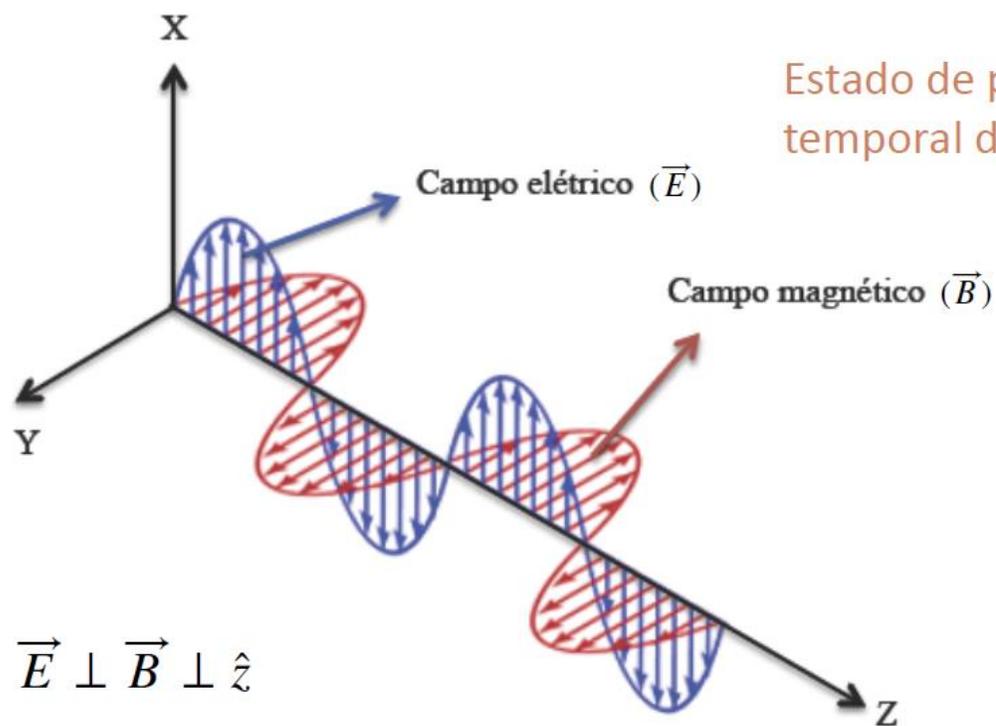
## Polarização da Luz

O roteiro está disponível em:

[http://fisexp4.if.ufrj.br/Site\\_Fisexp\\_4/MATERIAL\\_DIDATICO.html](http://fisexp4.if.ufrj.br/Site_Fisexp_4/MATERIAL_DIDATICO.html)

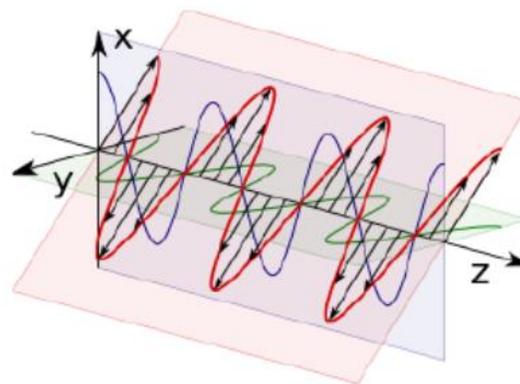
2020-2

# Polarização da luz

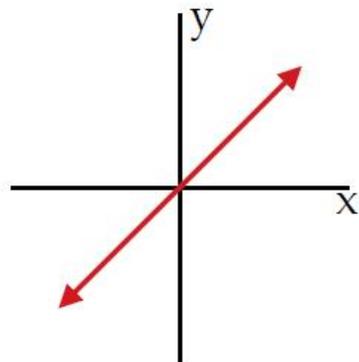
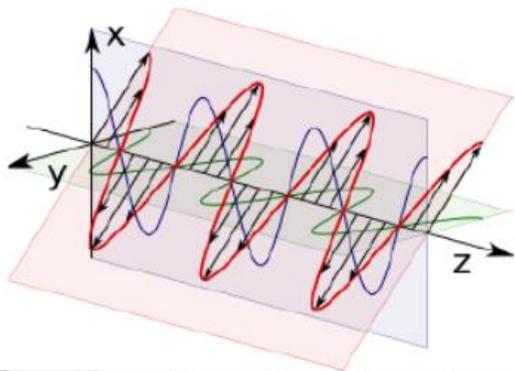


Estado de polarização é determinado pelo comportamento temporal do campo elétrico no plano perpendicular a  $\hat{z}$

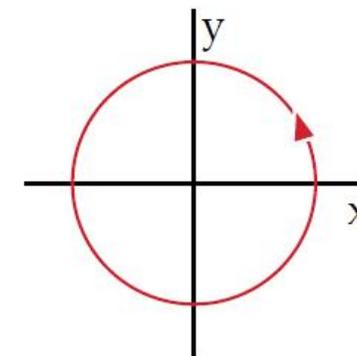
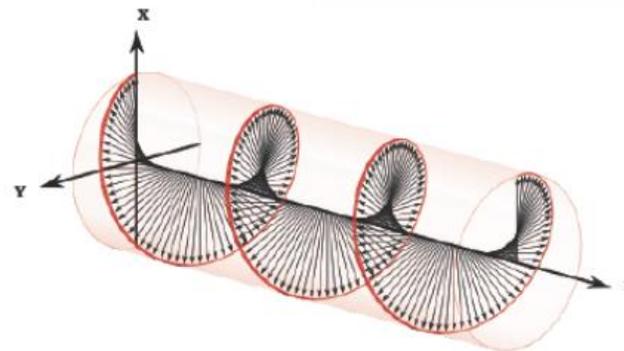
Exemplo de polarização linear



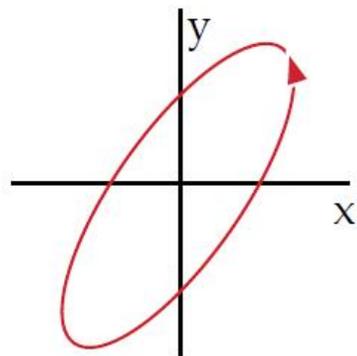
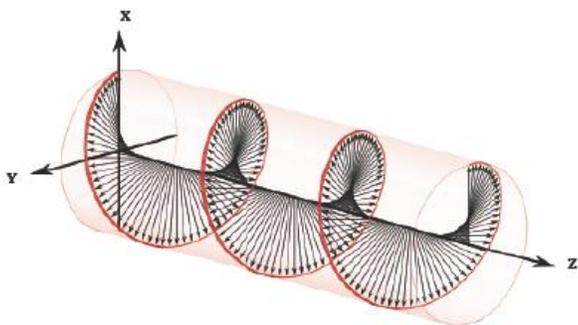
### Linearmente polarizada



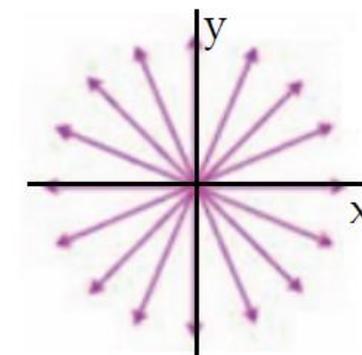
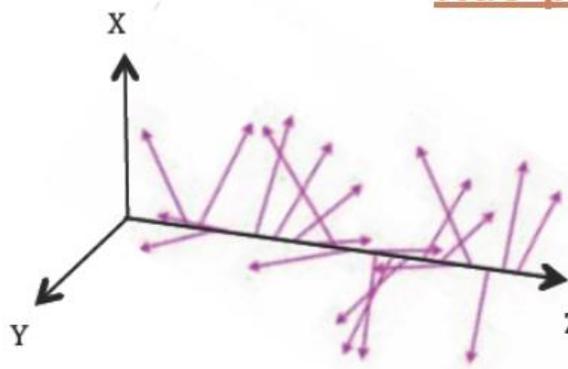
### Circularmente polarizada



### Eliticamente polarizada



### Não-polarizada



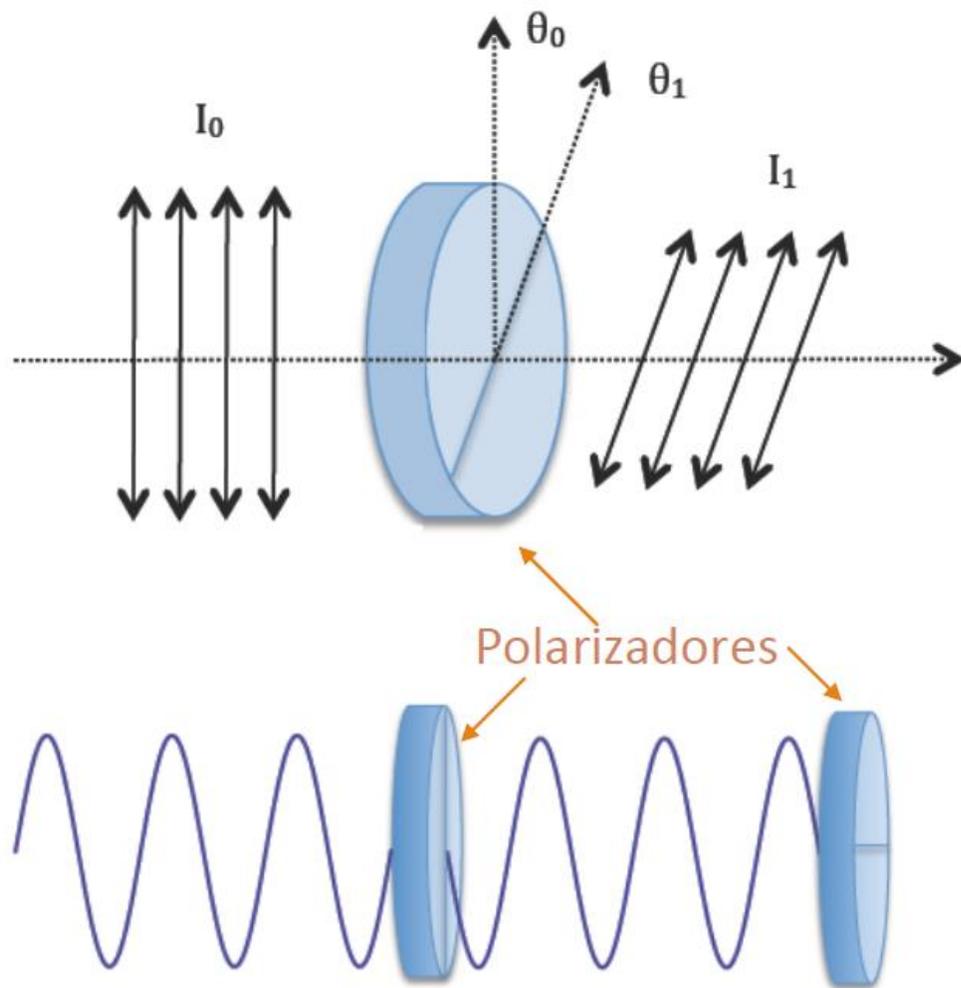
DIFERENTES TIPOS DE POLARIZAÇÃO

# Procedimento Experimental 1: Lei de Malus

## Material:

- laser;
- polarizadores;
- algo para manter o botão do laser pressionado (pregador de roupas, fita isolante, etc.);
- rolo de papel higiênico;
- celular;
- fita isolante;
- aplicativo de celular para medir intensidade da luz.





$$I_1 = I_0 \cos^2(\theta_1 - \theta_0)$$

LEI DE MALUS

# 0- Análise inicial

---

1. Observe a luz de uma luminária no teto olhando através de um polarizador. Agora gire o polarizador. O que acontece com a intensidade da luz que passa pelo polarizador enquanto você o gira? Podemos concluir que a luminária emite luz polarizada ou não polarizada? Por quê?
2. Agora observe a luz da luminária olhando através de dois polarizadores. O que acontece quando você gira um polarizador em relação ao outro? O que podemos concluir sobre a polarização da luz que passa por um polarizador?
3. Agora coloque um polarizador na frente do laser e gire-o. Podemos concluir que o laser emite luz polarizada ou não polarizada? Por quê?
4. Agora repita o procedimento com a tela do seu computador ou celular. Podemos concluir que as telas emitem luz polarizada ou não polarizada? Por quê?

# 1- Lei de Malus

---

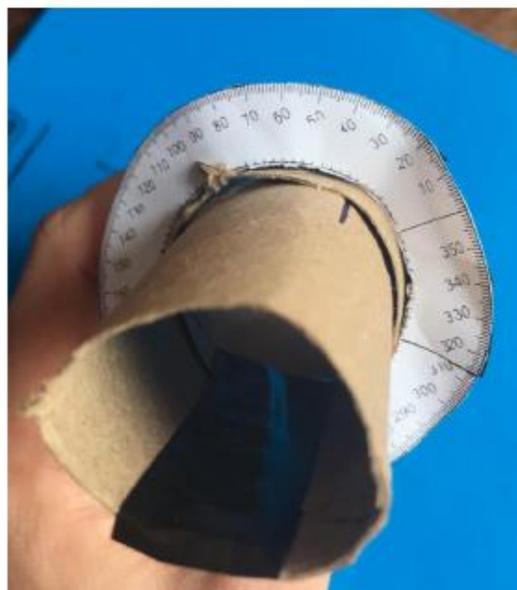
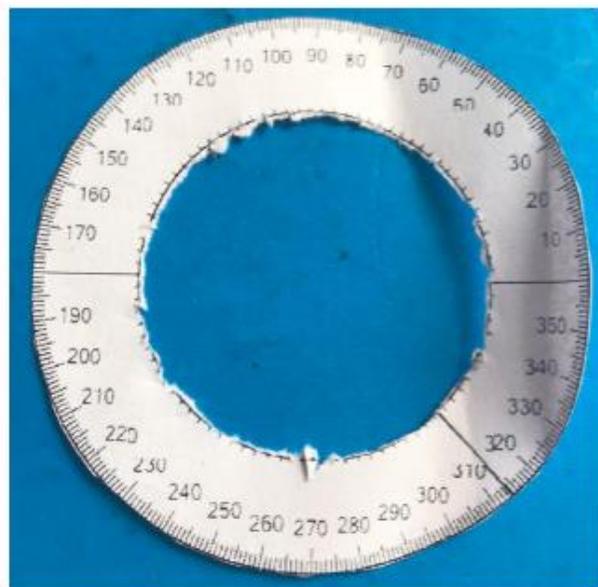
A lei de Malus pode ser escrita como

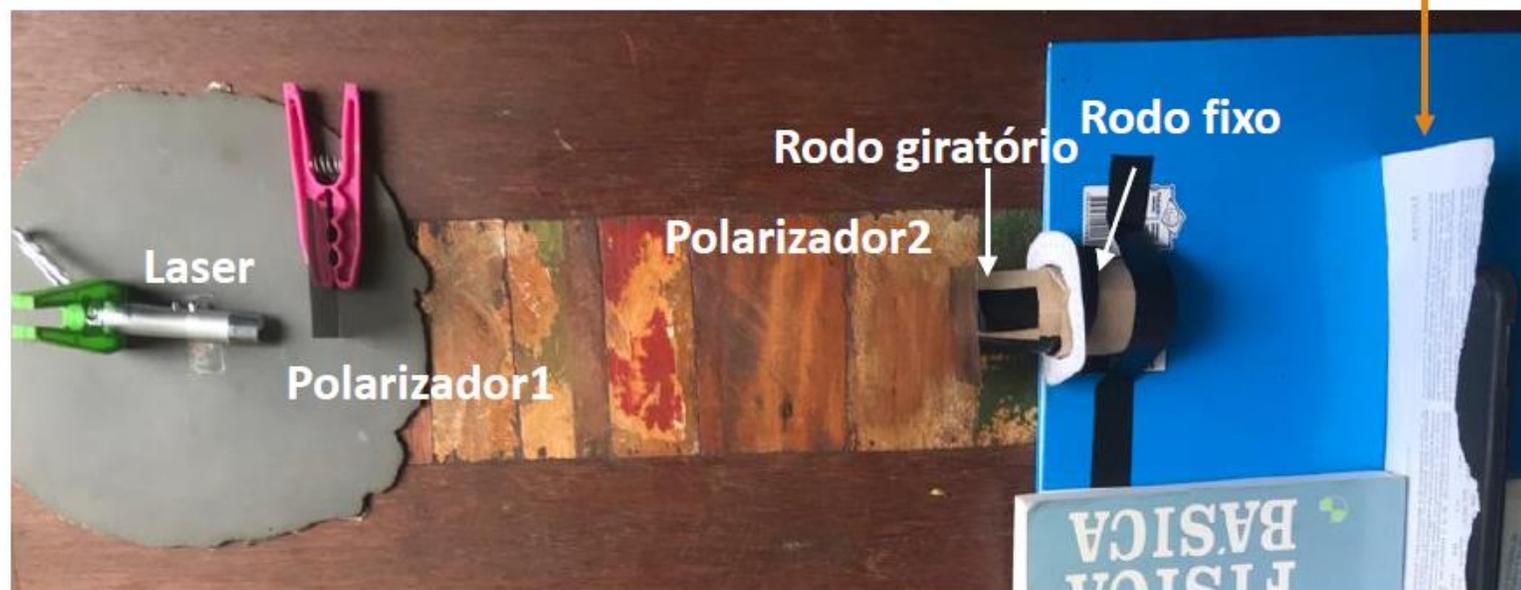
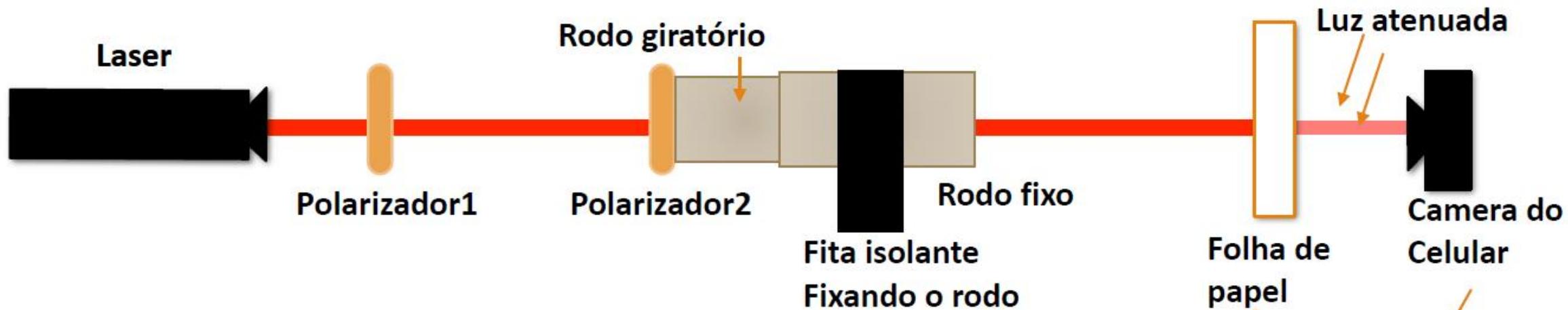
$$I = I_0 \cos^2(\theta - \theta_0)$$

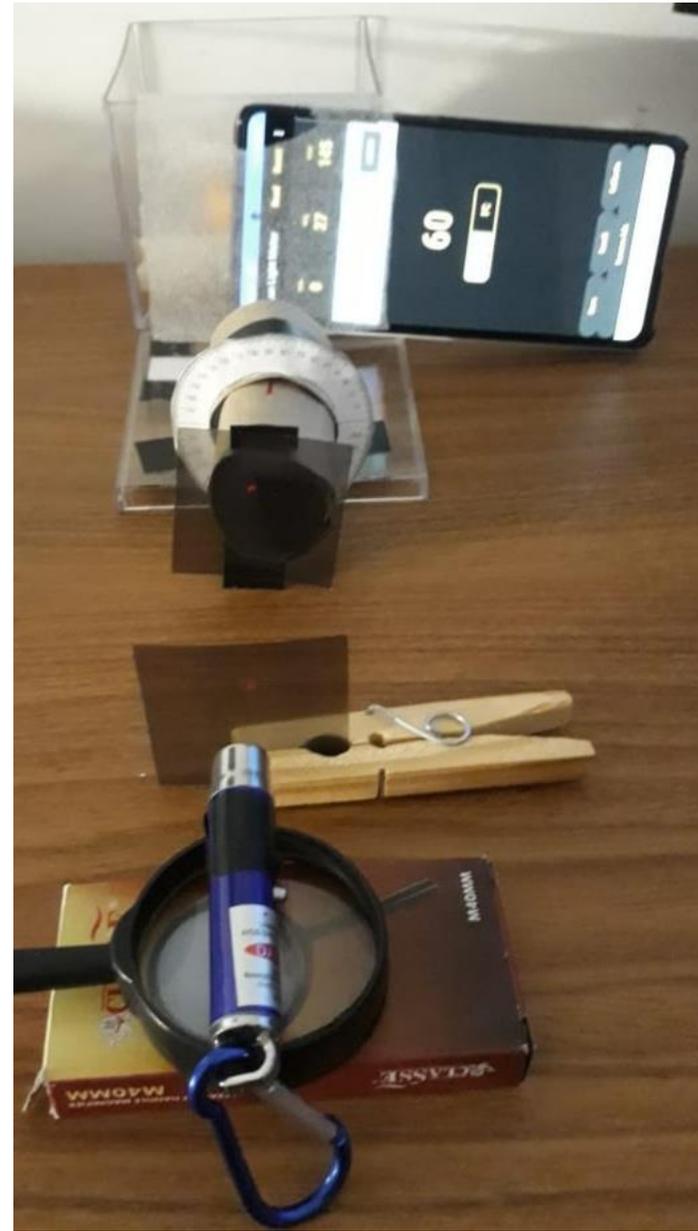
onde  $I$  é a intensidade transmitida pelo polarizador,  $I_0$  é a intensidade do laser antes de incidir no polarizador e  $\theta - \theta_0$  é o ângulo relativo entre o plano de polarização da luz incidente e o eixo do polarizador. Como o polarizador não é 100% transmissivo quando  $\theta = \theta_0$  (parte da luz é refletida ou absorvida nos polarizadores reais), consideramos que  $I_0$  é o máximo de intensidade transmitida pelo polarizador.

Nosso primeiro objetivo é medir a lei de Malus utilizando a luz de um laser e os polarizadores.

**Cuidado: Nunca olhe diretamente para o laser nem ilumine diretamente a câmera do seu celular com ele. Tome cuidado com eventuais reflexões do laser em superfícies!!**







- Primeiro posicione apenas o polarizador 1 e procure a direção em que a transmissão é máxima. Não mexa mais neste polarizador.
- Posicione o polarizador 2 e encontre o ângulo relativo em que a intensidade medida no celular é máxima ( $I_0$ ). **Consideraremos que o ângulo  $\theta_2$  do polarizador 2, na expressão da Lei de Malus representado pelo ângulo relativo  $\theta - \theta_0$ , é igual a zero nesta posição.**
- Gire o polarizador 2 e preencha a tabela.
- Faça um gráfico de  $I$  em função de  $\cos^2 \theta_2$ .
- Desenhe a reta que melhor se ajusta aos dados experimentais e obtenha graficamente o valor da intensidade máxima transmitida  $I_0$ .
- Compare com o valor medido diretamente.

$\theta_2 (\theta - \theta_0)$	$\delta\theta_2$	$\cos^2(\theta_2)$	$I$	$\delta I$

## 2- Luz transmitida por dois polarizadores

---

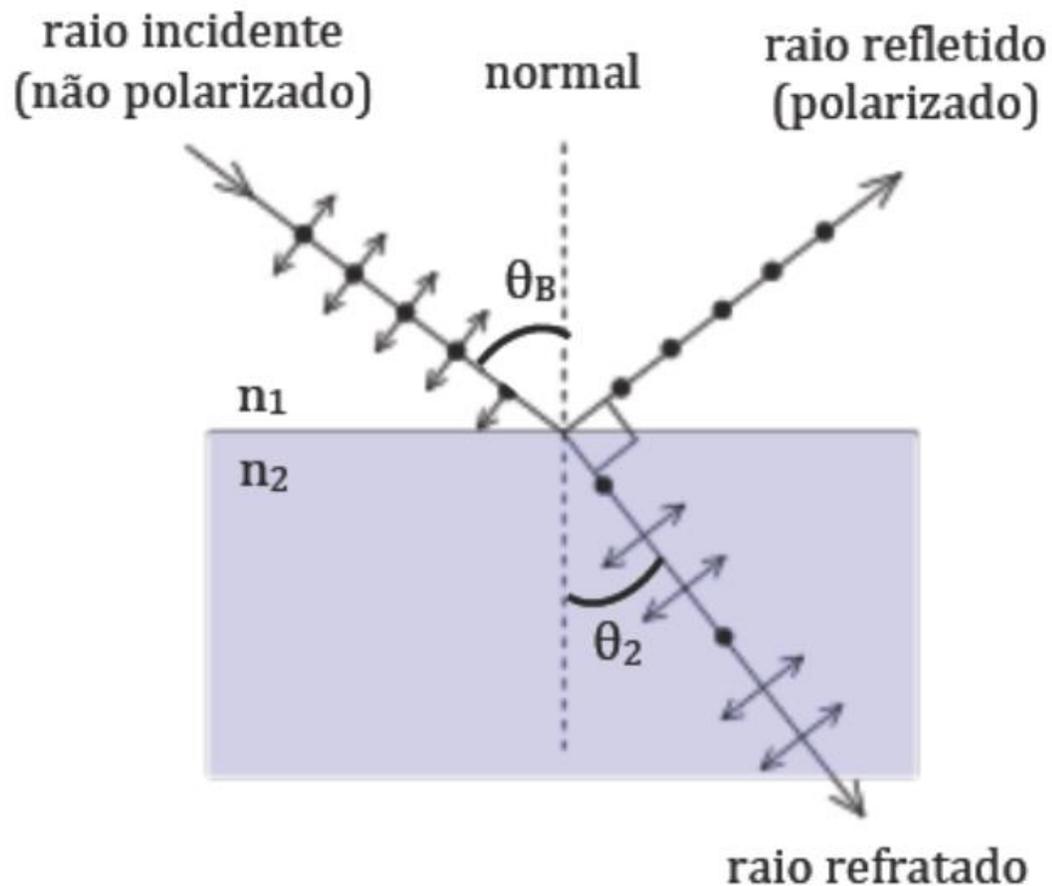
Retire o polarizador 1 e gire o polarizador 2 até atingir um mínimo de intensidade no papel.

- a) O que você espera que aconteça ao colocar o polarizador 1 entre o laser e o polarizador 2?
- b) Ajuste o polarizador 1 para que a intensidade seja máxima.
- c) Explique como é possível que a introdução do polarizador 1 entre o laser e o polarizador 2 possa fazer a intensidade transmitida voltar a ser diferente de zero.

# Procedimento Experimental 2: Ângulo de Brewster

## **Material:**

- laser;
- polarizador;
- lâmina de microscópio;
- algo para manter o botão do laser pressionado (pregador de roupas, fita isolante, etc.);
- rolo de papel higiênico;
- tesoura;
- folha de papel ou parede (anteparo);
- fita isolante.



$$\theta_B + \theta_2 = 90^\circ,$$

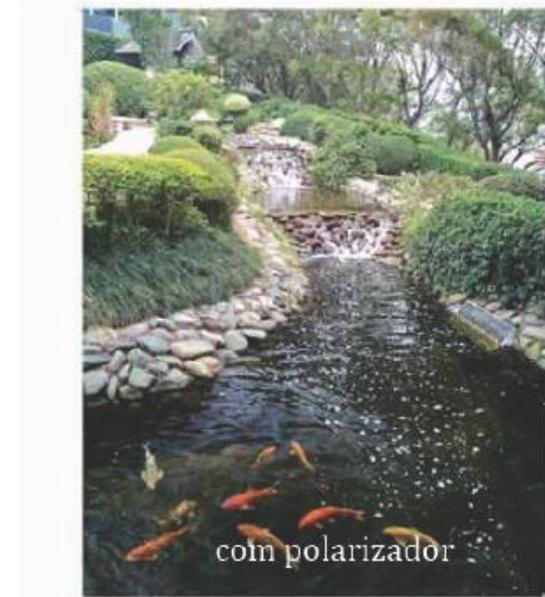
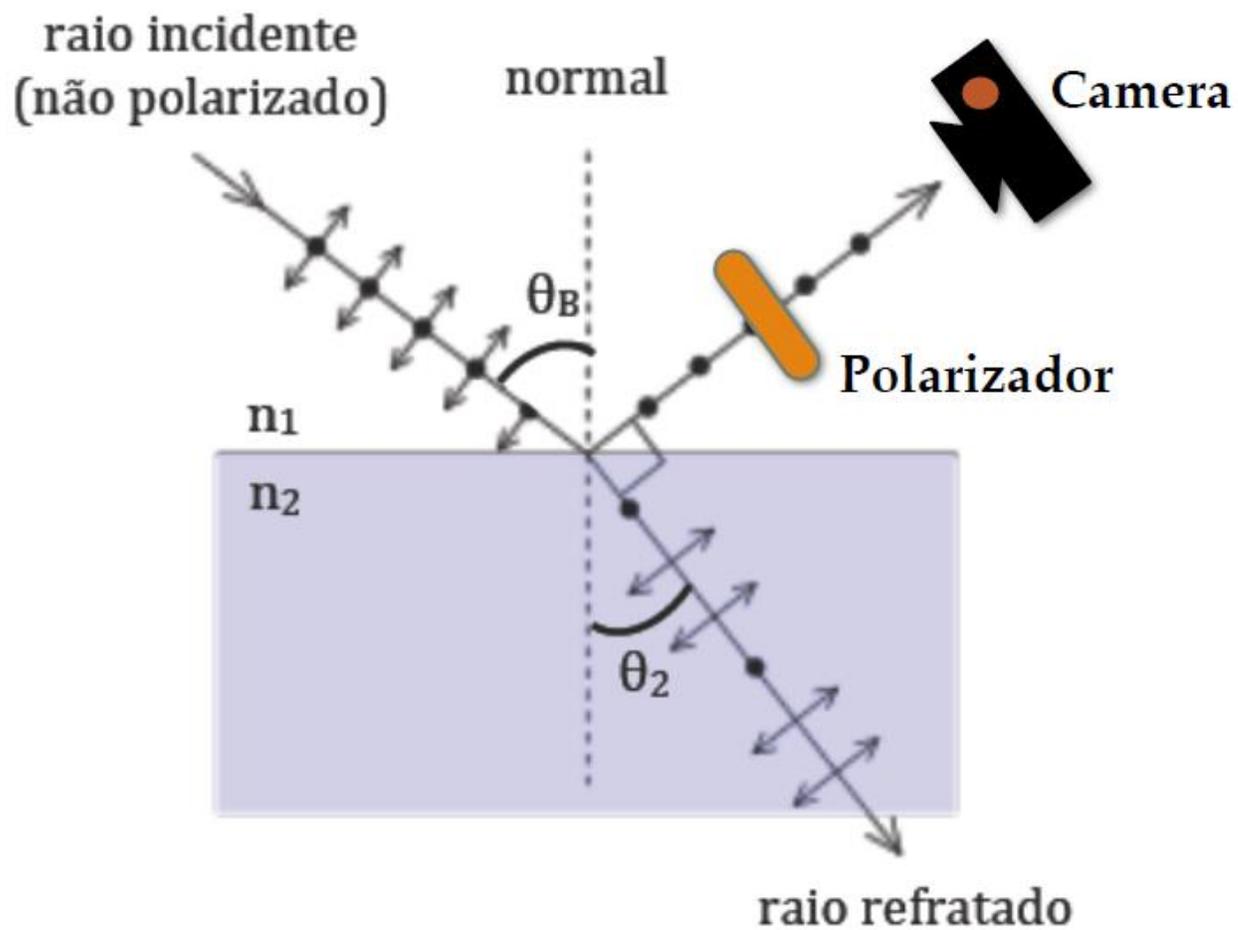
**Lei de Snell:**

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2),$$

**Angulo de Brewster em termos dos indices de refração**

$$\tan(\theta_B) = \frac{n_2}{n_1}.$$

ÂNGULO DE BREWSTER

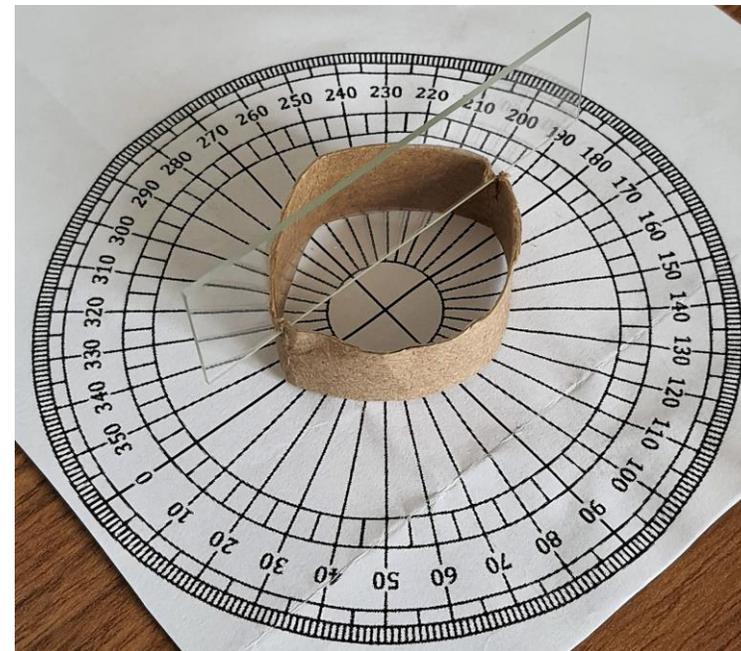


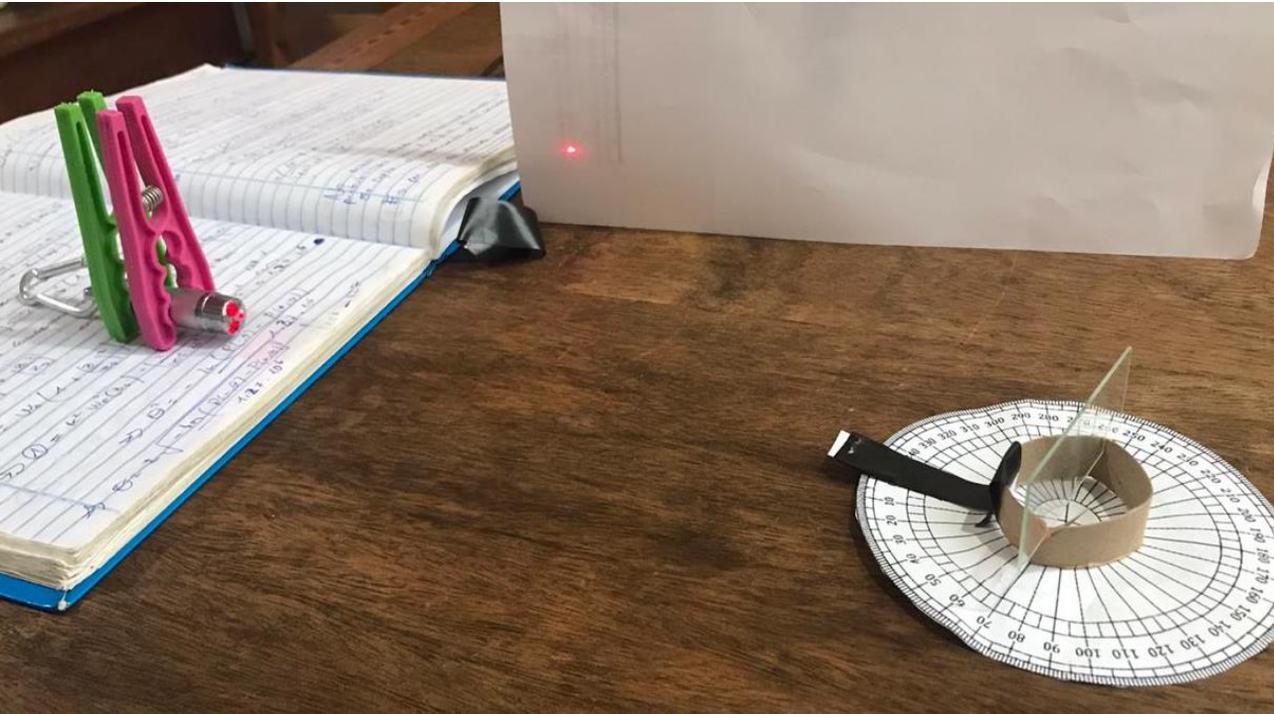
ÂNGULO DE BREWSTER

# 3- Ângulo de Brewster

---

- Montar uma base que permita medir o ângulo da lâmina em relação à direção de propagação do laser.
- Fixar o transferidor na mesa com fita isolante





- Colocar um polarizador entre o laser e a lâmina para garantir que a polarização da luz incidente seja linear.
- Para diferentes ângulos do polarizador, faremos uma varredura dos ângulos da lâmina até achar o ângulo em que a luz refletida se extinga.
- Explique qual deve ser a direção da polarização incidente para que a luz refletida se cancele.
- Anote o ângulo correspondente a esta posição e sua incerteza.

- Sem mexer na posição da lâmina, gire o polarizador de um ângulo de  $90^\circ$ . O que acontece?
- Determine o índice de refração do vidro  $n_{vidro}$  e sua respectiva incerteza  $\delta n_{vidro}$ , considerando que o índice de refração do ar  $n_{ar}$  igual a 1. (Pode usar a equação  $n_{ar} \text{sen} \theta_1 = n_{vidro} \text{sen} \theta_2$  sabendo que  $\theta_1 = \theta_B$  quando  $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ ).

