

## Ótica geométrica: reflexão e refração

### INTRODUÇÃO

Reflexão e refração são dois fenômenos fundamentais que descrevem o comportamento da luz ao interagir com diferentes meios. A reflexão ocorre quando a luz atinge alguma superfície, como um espelho ou a superfície de um lago, e retorna ao meio de origem. Esse fenômeno permite-nos observar imagens refletidas, como o nosso próprio reflexo em um espelho. Já a refração ocorre quando a luz passa de um meio para outro, como do ar para a água, e sofre uma mudança de direção. Esse desvio faz com que objetos parcialmente submersos, como um lápis em um copo d'água ou um galho em uma lagoa, pareçam distorcidos ou curvados.

Esses fenômenos são estudados dentro do campo da *ótica geométrica*, que usa o conceito de raios de luz para descrever e prever como a luz se comporta ao encontrar fronteiras entre diferentes materiais. Em um laboratório, podemos investigar as leis da reflexão e refração traçando o caminho dos raios de luz e observando seus ângulos de incidência e desvio.

A reflexão segue a *lei da reflexão*, que afirma que o ângulo de incidência (o ângulo que o raio de luz faz com a normal à superfície) é igual ao ângulo de reflexão. Já a refração é descrita pela *lei de Snell*, que relaciona os ângulos de incidência e refração com os índices de refração dos dois meios envolvidos. A lei de Snell pode ser expressa matematicamente como:

$$n_1 \sin(\theta) = n_2 \sin(\phi) \quad (1)$$

sendo  $n_1$  e  $n_2$  os índices de refração do primeiro e do segundo meio, respectivamente;  $\theta$  é o ângulo de incidência (no primeiro meio) e  $\phi$  é o ângulo de refração (no segundo meio).

Os índices de refração variam de acordo com o material, sendo uma medida da “densidade ótica” de cada meio. Quando a luz entra em um meio com um índice de refração maior, como a água, ela é refratada em direção à normal. Se o meio tiver um índice de refração menor, como ao passar da água para o ar, a luz se afasta da normal.

Compreender e visualizar esses fenômenos de forma prática, em experimentos laboratoriais, é essencial para uma sólida compreensão das propriedades da luz e de como ela interage com diferentes materiais. A investigação desses efeitos nos ajuda a entender fenômenos cotidianos, como a imagem em um espelho ou a aparente curvatura de um objeto submerso, além de possuir aplicações em tecnologias óticas, como lentes, óculos e dispositivos de comunicação.

### PRÉ-LAB

1. Qual é a diferença entre *reflexão especular* e *reflexão difusa*? Dê um exemplo de cada.
2. Por que a luz é refratada quando passa de um meio para outro óticamente diferente?
3. Usando a lei de Snell, Eq. (1), encontre o ângulo de incidência que leva a um ângulo de refração de  $90^\circ$ , considerando a incidência de um feixe na superfície entre dois meios distintos. Este ângulo é chamado de *ângulo crítico*.

### PROCEDIMENTOS

1. *Reflexão no espelho plano.* Faça o alinhamento no conjunto ótico usando a fonte de luz, o diafragma e as lentes para produzir um único feixe colimado e alongado na direção horizontal [verifique com o(a) instrutor(a) o alinhamento do sistema]. Posicione o espelho sobre o disco ótico (disco de Hartl), de modo que o meio do espelho esteja alinhado com o centro do disco (veja imagem abaixo). Para diversos ângulos de incidência ( $0^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$ , etc), registre os respectivos ângulos de reflexão.



2. *Refração no dióptro plano.* Substitua no disco ótico o espelho plano por um dióptro em forma de meio-cilindro. O raio incidente deve incidir na superfície plana no centro do dióptro [verifique com o(a) instrutor(a) o alinhamento do sistema]. Girando o disco no sentido anti-horário, registre os valores de ângulo de incidência, ângulo de reflexão e ângulo de refração para diferentes posições do disco. Repita o procedimento incidindo o feixe pelo outro lado da superfície plana, ou seja, com o feixe atravessando do elemento ótico para o ar.
3. *Reflexão interna total.* Ainda com o dióptro em forma de meio-cilindro e com o feixe atravessando a fronteira plana do elemento ótico para o ar, registre o ângulo em que ocorre a reflexão interna total.

### PÓS-LAB

1. Com base nas medidas realizadas no procedimento 1, existe alguma relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão? Justifique sua resposta.
2. Usando a lei de Snell, Eq. (1), encontre o índice de refração da peça em forma de meio-cilindro a partir da média dos valores calculados para cada par de ângulos de incidência e refração. Não esqueça de considerar o desvio padrão do conjunto de dados. Determine também o índice de refração por análise gráfica (ajuste da curva obtida pela relação entre  $\sin(\theta)$  e  $\sin(\phi)$ ).
3. Usando o índice de refração encontrado na questão anterior, use a lei de Snell para determinar o ângulo crítico de refração do material. Compare o valor estimado com o valor medido diretamente durante o procedimento 3. Não esqueça de considerar a(s) incerteza(s) da medida.