

1. Objetivos

Estudar os fenômenos de reflexão, refração, interferência e difração de ondas em uma cuba de água.

2. Introdução

Uma maneira de se estudar as propriedades de propagação das ondas é a partir da formação destas em uma cuba com água. As ondas na água movem-se na superfície, não atingindo uma profundidade apreciável. Ao se observar as ondas na água nota-se que estas se apresentam conforme ilustrado na Figura 1, onde a parte superior é denominada de *crista* e a parte inferior é denominada *depressão* ou *vale*.

Em uma cuba de ondas com fundo transparente torna-se possível projetar as imagens das ondas em um anteparo. Essas imagens são produzidas porque as cristas das ondas atuam como lentes convergentes e focalizam a luz de uma lâmpada no anteparo, enquanto as depressões, atuando como lentes divergentes, tendem a dispersá-la. Dessa forma, as cristas aparecem no anteparo como faixas brilhantes, enquanto as depressões aparecem escuras. Com esse sistema pode-se estudar os fenômenos de reflexão, refração, difração e interferência utilizando as imagens produzidas pelas ondas da cuba no anteparo.

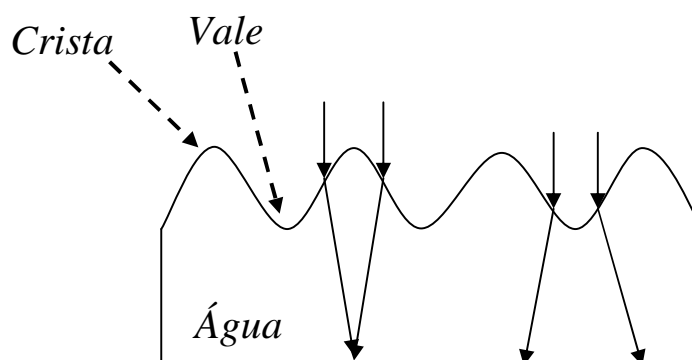


Figura 1 - Ondas formadas na superfície da água, formando cristas e vales, e funcionando como lentes.

Reflexão

O fenômeno de reflexão ocorre quando um pulso que se afasta do gerador de ondas encontra um obstáculo (barreira refletora). Observando a imagem da cuba, verificam-se dois pulsos, um aproximando-se e o outro se afastando da barreira, conforme ilustrado na Figura 2.

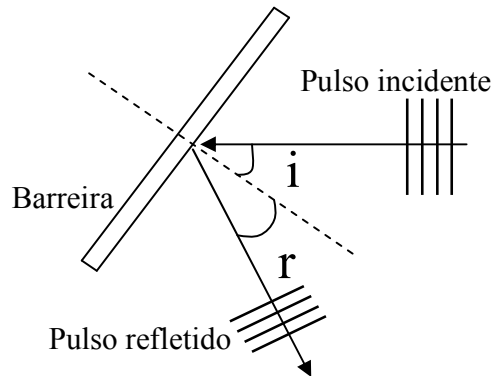


Figura 2 – Esquema da reflexão de uma onda por uma barreira.

Na figura 2, i é o ângulo que o pulso incidente forma com a normal da barreira refletora (ângulo de incidência), e r o ângulo entre o pulso refletido e a normal da mesma barreira (ângulo de reflexão).

Refração

O fenômeno de refração ocorre quando o meio de propagação da onda é alterado, já que a velocidade de propagação das ondas depende das propriedades do meio em que elas se deslocam. No caso de ondas na água, a velocidade depende da profundidade, portanto profundidades diferentes podem ser consideradas como meios distintos. Na prática, em uma cuba de água a profundidade pode ser alterada colocando-se uma placa de acrílico no fundo da cuba, por exemplo. Posicionando-se uma placa transparente em uma posição oblíqua à frente de ondas, como ilustrado na Figura 3, verifica-se que as ondas mudam a sua direção de propagação ao passar da profundidade maior para a menor (ou vice-versa).

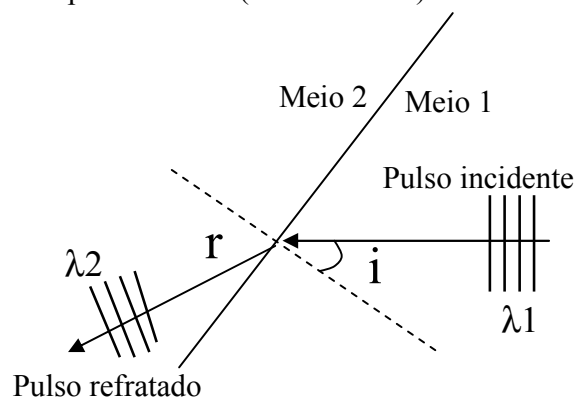


Figura 3 – Esquema da refração de uma onda..

Medindo-se o ângulo de incidência i e o ângulo de refração r , pode-se comprovar experimentalmente a lei de Snell:

$$\frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad (1)$$

onde λ_1 é o comprimento de onda do pulso incidente e λ_2 é o comprimento de onda do pulso refratado.

Interferência

O fenômeno de interferência ocorre quando duas ondas encontram-se em um ponto. Para ondas de mesmo comprimento de onda (λ), a interferência ocorre através da anulação ou reforço alternado entre as mesmas, como é mostrado na Figura 4. A interferência será *construtiva* ou *destrutiva* dependendo das diferenças das distâncias percorridas pelas ondas em termos de números inteiros ou semi-inteiros de comprimentos de onda.

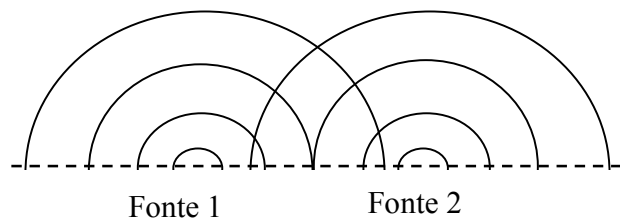


Figura 4 – Esquema da interferência entre ondas.

Difração

O fenômeno da difração é devido à propriedade de uma frente de onda de contornar um obstáculo quando este é colocado no seu caminho, sofrendo deformação em sua geometria. Para uma fenda estreita (largura da fenda, d , aproximadamente igual ao comprimento de onda λ), a frente de onda se deformará conforme mostrado na Figura 5.

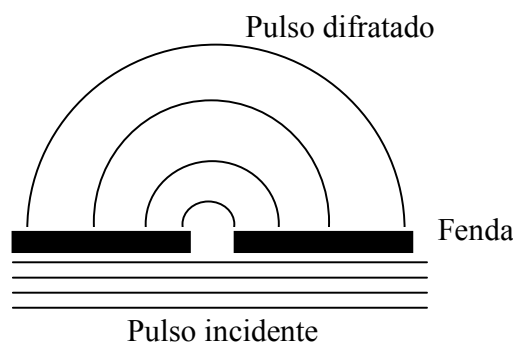


Figura 5 – Esquema da difração de uma onda.

Pode-se observar a variação do espectro de difração mudando-se a relação λ/d . Pode-se também verificar que as ondas são fortemente difratadas quando atravessam uma fenda estreita (de largura comparável a seu comprimento de onda) e que a difração é quase nula quando o comprimento de onda é muito pequeno quando comparado à largura da fenda.

3. Lista de Material

Estroboscópio, cuba com água, sistema de suporte para cuba, anteparo branco para folha A4, vibrador com frequencímetro, objetos de acrílico em diferentes formas para anteparos, paquímetro, régua ou trena.

4. Procedimento Experimental

Os experimentos serão realizados em diferentes montagens, em esquema de rodízio. Para cada sistema, no seu início, coloque água na cuba até uma altura de 0,5 a 0,75 cm. Ligue a fonte e varie lentamente a frequência do motor do vibrador. Observe as ondas no anteparo e procure estabelecer o melhor foco possível. Desligue o motor, coloque uma lâmina de acrílico transparente no fundo da cuba e observe a sua imagem no anteparo. Meça o fator de ampliação da imagem. Procure estudar cada um dos fenômenos abaixo da melhor maneira possível realizando ao menos as investigações indicadas. Use sua criatividade para propor novas medidas, relatando-as ao professor antes de realizar qualquer alteração no equipamento do laboratório.

a) Experimento de Reflexão:

- a.1)** produzir ondas planas utilizando uma fonte com frequências de vibração de 20 Hz. Registrar a figura obtida e determinar o comprimento de onda, e a velocidade de propagação da onda.
- a.2)** inserir na cuba um anteparo retilíneo em posição oblíqua à frente de onda e analisar as ondas refletidas, registrando a figura obtida.
- a.3)** varie a frequência da onda e o ângulo do anteparo e avalie qualitativamente o resultado.

b) Experimento de Refração:

- b.1)** produzir ondas planas com uma fonte de 20 Hz. Posicionar a placa de acrílico no fundo da cuba, em posição oblíqua em relação à direção de propagação das ondas. Registrar a figura obtida.
- b.2)** varie a frequência da onda e o ângulo da placa e avalie qualitativamente o resultado.

c) Experimento de Interferência:

- c.1)** utilizar duas fontes pontuais de 20 Hz distanciadas de 5 cm. Registrar a figura resultante e estudar o fenômeno observado.
- c.2)** Mude a frequência da onda para 30 Hz e a distância entre as fendas e avalie qualitativamente o resultado.

d) Experimento de Difração:

- d.1)** utilizar um gerador de ondas planas com frequência 20 Hz. Colocar um obstáculo reto com uma fenda e registrar a figura resultante em função da abertura da fenda.
- d.2)** colocar um obstáculo reto com duas fendas em paralelo e estudar o fenômeno observado.

5. Análise dos dados

Analise as figuras representativas das ondas nas diversas partes da prática. Nos itens de avaliação qualitativa, procure observar diferenças nos padrões das ondas resultantes, relacionando-os com as variáveis do problema. Procure extrair o máximo de informação de seus resultados experimentais, comparando-os com aqueles esperados teoricamente.

