

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
INSTITUTO DE FISICA GLEB WATAGHIN – IFGW**

INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO – F 809
Professor José Joaquim Lunazzi

CUBA DE ONDAS

RELATÓRIO FINAL



Marcos Paulo Maziero de Souza RA:011863

Prof. Dr. Richard Landers - DFA (Orientador)

Resumo

Este experimento demonstra algumas propriedades das ondas mecânicas e eletromagnéticas, utilizando apenas ondas mecânicas, através de um aparato de baixo custo e que pode ser construído por qualquer professor da rede pública e/ ou particular, buscando com isso uma melhora na qualidade das aulas e também simplificando a visualização (que para alguns é muito abstrata) por parte do aluno.

Introdução

A maior dificuldade para os professores na hora de explicar Óptica e Ondas é a abstração que o aluno tem que ter para poder visualizar tridimensionalmente as figuras, e também aceitar as “leis” que lhe são impostas, sem demonstrações ou exemplificações, o máximo que o professor faz geralmente é caprichar nos desenhos da lousa ou passar uma boa transparência.

Esse experimento demonstra de maneira clara e perfeita os tipos de ondas que podem existir em meios líquidos (ondas circulares e ondas retas), os tipos de interferência que uma onda pode sofrer: reflexão (demonstrando a lei de reflexão, a reflexão em espelhos planos, côncavos e convexos), refração (demonstração da mudança de velocidade com variação da altura da coluna de água, e a lei de Snell-Descartes), difração [demonstração da capacidade da onda em contornar os obstáculos, demonstração do comportamento de uma fenda como fonte de ondas (fenda de Young)].

Essa demonstração vai facilitar em muito a aprendizagem dos alunos, e isso é o que mais incentivou a pesquisa e a construção da cuba de ondas.

Modelo Teórico

1) Cuba de Ondas:

É um recipiente com um fundo de vidro, que em seu interior é introduzido uma lamina de líquido, a onde irão ser produzidas ondas mecânicas (utilizando-se de um vibrador) , essas ondas são projetadas (utilizando um retroprojetor) sobre uma superfície, exemplificando os tipos de ondas e algumas leis da reflexão, da refração e da difração.

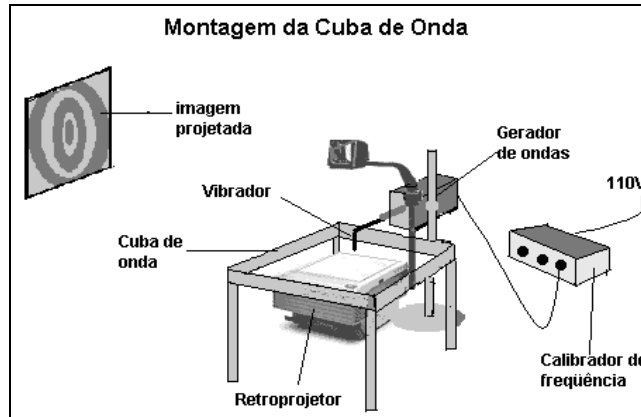


Figura 1: Representação de uma cuba de ondas

2) Onda:

É o movimento de um(ns) pulso(s) (perturbação) em um meio elástico e/ou uma perturbação transmitida através do vácuo ou de um meio gasoso, líquido ou sólido com velocidade constante. Pode-se ser de três tipos em relação às dimensões:

-unidimensionais: quando a onda se propaga em uma única direção (exemplo: são as ondas em cordas);

-bidimensionais: quando a onda se propaga através de um plano (exemplo: são as ondas em meios líquidos);

-tridimensionais: quando a onda se propaga em todas as direções (exemplo: a explosão de uma granada).

3) Tipos de Ondas:

- Ondas Circulares: são ondas que se propagam na direção radial e tendo o seu sentido de dentro para fora, e se movimenta apenas na superfície da água. O comprimento de onda está indicado na figura 2 pela letra λ .

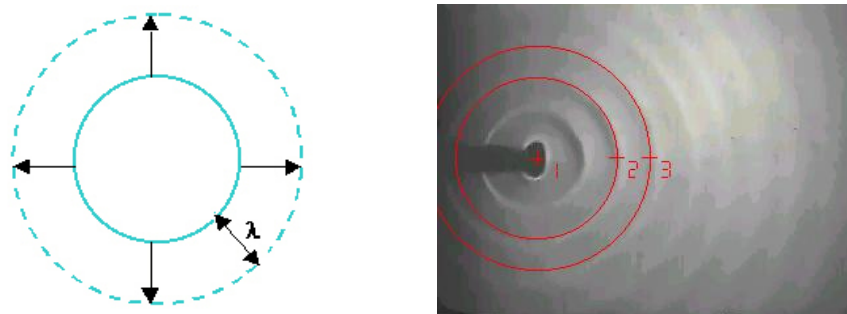


Figura 2: representação de ondas circulares na água.

- Ondas Retas: são ondas que se propagam na direção paralela ao gerador de ondas e seu sentido é de afastamento (em relação ao gerador de ondas). O comprimento de onda está indicado na figura 3 pela letra λ .

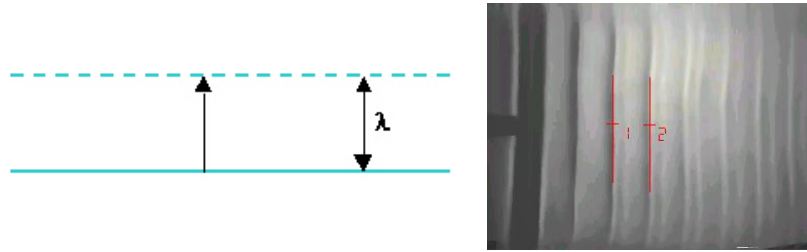


Figura 3: representação de ondas retas na água

Tanto na figura 2 quanto na figura 3 as regiões claras da superfície da água são caracterizadas como cristas que atuam com lentes convergentes e tendem a focalizar a luz e as escuras como vales que atuam como lentes divergentes e tendem a dispersar a luz.

4) Reflexão de Ondas:

-Reflexão em Espelhos Planos:

Para espelhos planos temos que a distância imagem, q , é igual em valor absoluto à distância objeto, p (fig.4).

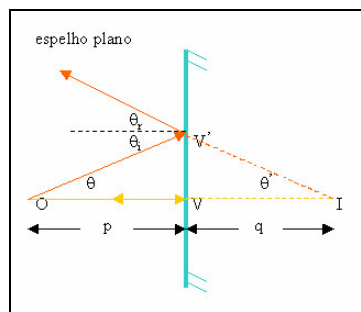


Figura 4: Formação de imagem em espelhos planos

Podemos verificar esta relação observando a reflexão de pulsos circulares (ondas esféricas) em uma barreira retilínea na cuba de ondas (fig.5).

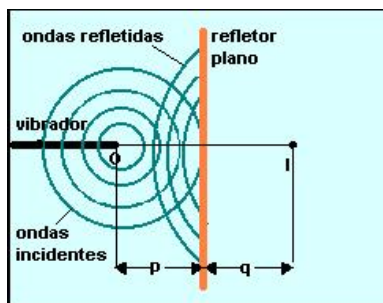


Figura 5: Um pulso circular sofrendo reflexão em uma barreira retilínea.

- Lei da Reflexão:

As leis da reflexão da luz são: primeira lei diz que o raio refletido (r) e o raio de incidência (i) são coplanares; e a segunda lei diz que o ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo de reflexão (r), ou seja, são congruentes (fig. 6).

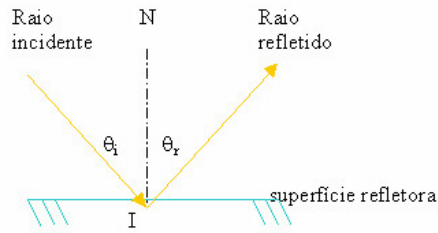


Figura 6: Lei da reflexão: $i = r$.

Exemplificação do comportamento de uma frente de ondas quando esta incide sobre uma barreira: é análogo ao do raio da luz em uma superfície polida. Quando a frente de ondas incide em uma direção à barreira que é colocada inclinada em relação à cuba, ela é refletida em uma direção diferente tal que o ângulo da frente de onda que se aproxima (incidente) da barreira é igual ao ângulo em que a frente de onda reflete (reflexão), veja a fig. 7.

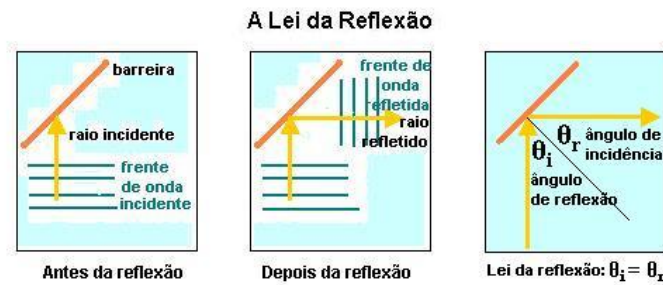


Figura 7: Reflexão de ondas

-Reflexão em Espelhos Côncavos e Convexos:

Os raios vindos paralelos ao eixo principal dos espelhos, tanto côncavo quanto convexo, irão convergir para o foco principal da lente, Veja como podemos representar estes dois tipos de espelhos, veja figura 8

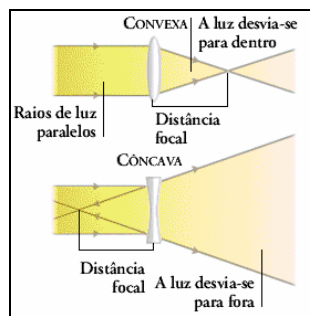


Figura 8: lentes convexa e côncava.

5) Refração de Ondas:

- Mudança de Velocidade:

É causada pela passagem de um feixe de luz, incidindo obliquamente, de um meio transparente para outro transparente, que apresenta velocidade da luz diferente do primeiro meio, ou essa mudança de velocidade pode ser causada pela mudança na profundidade do meio líquido, assim o raio incidente sofrera uma mudança na direção ao passar de um meio para outro ou de uma profundidade para outra.

Temos pela lei de refração que: $(n_2/n_1) = (v_1/v_2)$, veja a figura 9.

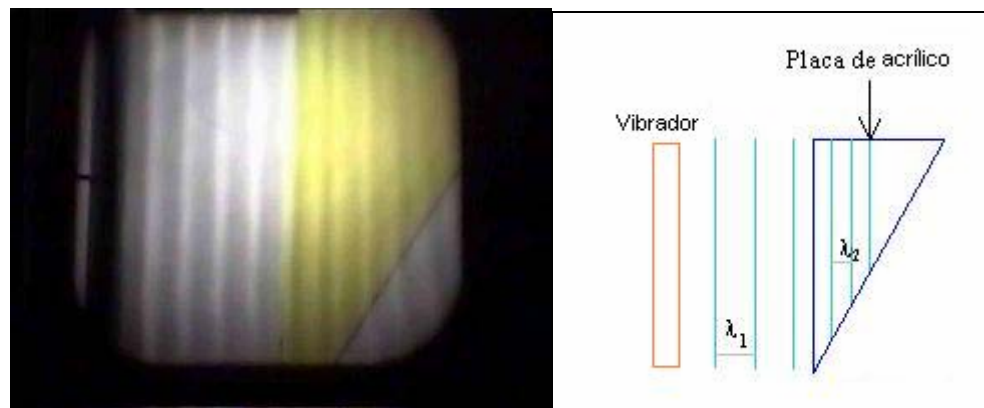


Figura 9: mudança na direção e velocidade

- Lei de Snell-Descartes:

Pela lei de Snell-Descartes temos que: $\text{sen}(i) \cdot n_1 = \text{sen}(r) \cdot n_2$; onde temos que n_1 e n_2 são os índices de refração dos respectivos meios, veja figura 10.

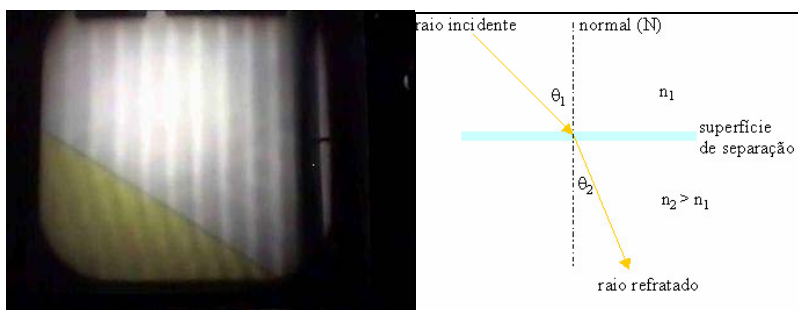


Figura 10: mudança de um meio mais refringente para um menos refringente.

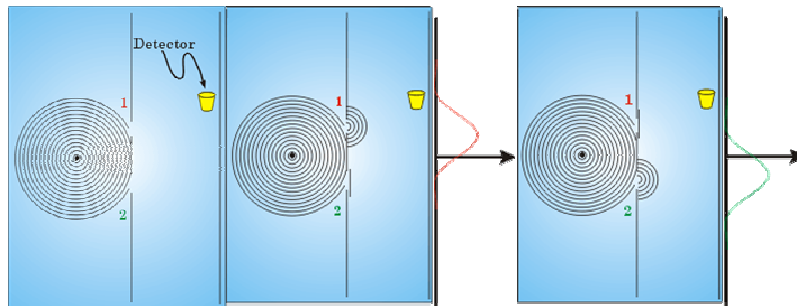
6) Difração de Ondas:

- Fenda de Young:

Este é um exemplo clássico de um experimento de interferência creditado a Thomas Young, um físico britânico, no início do século XIX [BLA. 1.993]. Esta demonstração possibilitou o estabelecimento da teoria ondulatória da luz numa firme base experimental.

Em suas experiências, Young conseguiu deduzir o comprimento de onda de luz, sendo essa a primeira vez que a medida dessa importante grandeza foi realizada.

A distribuição de energia que chega no anteparo é dada pela curva vermelha. O formato desta curva varia conforme a largura da fenda, e o comprimento de onda (separação entre os círculos da figura). Se a largura diminuir, a onda "se espalha" ao passar pela fenda. É como se uma nova onda circular fosse "criada" na fenda.



Materiais Utilizados

- Gaveta velha, para aproveitar a madeira das laterais;
- Vidro para o fundo da cuba;
- Silicone
- Parafusos, para afixar as laterais da cuba;
- Cola de madeira, para melhorar a fixação das laterais;
- Puleiros de gaiola, para fazer o oscilador e seu suporte;
- Arame rígido;
- Presilhas para o suporte;
- Motor;
- Braçadeiras;
- Obstáculos, para as demonstrações.

Montagem Experimental

Para podermos gerar ondas não atrapalhando a projeção das imagens tivemos que pensar em miniaturizar o oscilador que estará gerando as ondas, este oscilador foi construído utilizando-se de madeira de puleiro de gaiola de passarinho e um arame um pouco rígido; esse oscilador fica preso a uma haste fixa (na cuba de ondas) por intermédio do arame que foi dobrado (no formato na letra J).

O motor que estará fixado no oscilador foi retirado de um leitor de CD (drive), estará sendo utilizado devido a sua baixa frequência e seu pequeno tamanho, na polia da extremidade do motor foi afixado um braço fora de eixo, para que com isso haja vibração do motor e conseqüentemente do oscilador.

A Cuba de Ondas foi construída utilizando-se de uma gaveta velha doada pelo professor Richard, onde foi retirado o seu fundo, e como esse fundo era afixado a gaveta por intermédio de vincos nas laterais, ficou bem fácil fixar o vidro substituindo o fundo da gaveta, a gaveta teve que ser envernizada para evitar que absorve-se água, e a vedação do vidro com a madeira foi feita com silicone especial (para os matérias).

Dificuldades e Conclusão:

A maior dificuldade encontrada foi conseguir neutralizar as ondas que chegavam a lateral da cuba de ondas, fiz uma pesquisa sobre quebra mares e como funcionam (mas que não foi de grande valia), a necessidade de neutralizar essas ondas que chegavam as laterais, foi devido a estas sofrerem reflexão e assim atuarem de maneira destrutiva (interferência destrutiva) nas ondas geradas pelo oscilador. E também na melhor altura da coluna (lamina) de água, para uma melhor qualidade nas imagens projetadas.

O experimento realmente tem um custo baixo e uma construção bem simples, podendo realmente ser desenvolvida por qualquer professor interessado em melhorar a aprendizagem de seus alunos, e as demonstrações de ondas eletromagnéticas realmente podem ser feitas utilizando-se de ondas mecânicas, facilitando a visualização e o custeio do aparato, já que um laser e um prisma de qualidades não são muito baratos.

Agradeço a oportunidade me dada para desenvolver algo que um dia possa ser utilizado para a melhoria do ensino de física nesse país, onde o que se “aprende” em física são técnicas de resolução de exercícios e não a teoria envolvida no mesmo.

Referências bibliográficas

- Referências da internet:

<http://www.ufsm.br/gef/Refrac.htm>

<http://educar.sc.usp.br/optica/>

http://educar.sc.usp.br/sam/cuba2/exp_4refracao.html

<http://ww2.unime.it/weblab/awardarchivio/ondulatória/resumo.htm>

<http://www.if.ufrgs.br/historia/young.html>

- Referências de livros:

Paraná, D. N. ; Física (Termologia, Óptica, Ondulatória); Ática Edit. 1998.

Fuko, L. F. e Kazuito, Y. ; Os Alicerces da Física; Saraiva Edit 1988.

Wataghin, G. ; Eletromagnetismo e Óptica ; Unicamp Edit. 1974.

Fotos do Experimento



Cuba de Ondas



Alguns obstáculos que serão utilizados