

# Ensinando sobre ondas transversais, ondas estacionárias e ondas polarizadas utilizando um simples motor a pilha

(Teaching about polarized standing waves utilizing a small DC motor)

Ubaldo Martins das Neves<sup>1</sup>

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil

Recebido em 1/6/2012; Aceito em 28/8/2012; Publicado em 18/2/2013

Apresentamos nesse artigo um aparato muito simples de ser construído e de custo quase zero que permite a produção de ondas estacionárias em uma corda. O aparato pode ser utilizado pelo professor para realizar demonstrações em sala de aula sobre os temas: ondas transversais, ondas estacionárias e polarização de ondas. O efeito da destruição de uma onda polarizada por meio de dois polarizadores cruzados também pode ser demonstrado.

**Palavras-chave:** ondas estacionárias, ondas circularmente e linearmente polarizadas, extinção de ondas.

In this article we present a simple and low cost device to produce circular and planar polarized standing waves on a string. The device could be used by teacher in class to qualitative demonstrations about transverse waves, standing waves and polarization of waves. The destruction of waves by action of two crossed polarizers also could be demonstrated with this equipment.

**Keywords:** standing waves, circular and planar polarized standing waves, destruction of waves.

## 1. Introdução

Ainda que textos, figuras e esquemas sejam muito úteis para ensinar ciências, as demonstrações em sala de aula também são importantes ferramentas de ensino. Uma demonstração em sala de aula pode facilitar o aprendizado de conceitos que seriam muito difíceis de serem assimilados em uma aula convencional onde o professor utiliza apenas sua palavra, giz e quadro negro. No entanto, bons equipamentos para demonstrações geralmente são caros ou de difícil construção. Esse fato por muitas vezes inviabiliza a realização de uma demonstração em sala de aula. Dessa forma, o desenvolvimento de equipamentos de baixo custo e que tenham grande eficiência instrucional é um tema muito importante para o ensino de ciências. Com objetivo de colaborar para amenizar essas dificuldades, propomos aqui um equipamento muito simples de ser construído e de baixo custo que pode ser muito útil para o professor nas suas aulas sobre ondas.

## 2. O equipamento e sua utilização

O equipamento consiste de um pequeno motor à pilha e um pedaço de corda elástica. O motor, que não pre-

cisa ser novo, pode ser encontrado em oficinas de manutenção de equipamentos eletrônicos ou em lojas de componentes eletrônicos. A corda é do tipo utilizado em costura e tem aproximadamente 1 mm de diâmetro<sup>2</sup>. Uma extremidade da corda é presa na parede ou em outro suporte rígido enquanto que a outra extremidade da corda é presa a uma peça cilíndrica que é feita girar pelo eixo do motor. O movimento circular do motor é transmitido à corda e instantaneamente uma onda estacionária é criada. Essa onda estacionária é produzida devido à interferência entre a onda que parte do motor e a onda que é refletida na parede. As fotos na Fig. 1 mostram alguns exemplos de ondas produzidas com esse equipamento.

Enquanto o motor gira, as posições dos nós e ventres da onda estacionária ficam estáticas no espaço por um determinado tempo. No entanto, subitamente, as posições dos nós e ventres e as quantidades dos mesmos se alteram. A próxima onda que aparece pode apresentar uma quantidade menor ou maior de meios comprimentos de onda dependendo, respectivamente, se a tensão na corda diminui ou cresce com o tempo. Em termo de comprimentos de onda, este diminui à medida que a tensão na corda cresce e aumenta se a tensão decresce. As alterações na tensão da corda são devidas à

<sup>1</sup>E-mail: neves@uft.edu.br.

<sup>2</sup>Esse tipo de corda elástica é conhecida no comércio de materiais para costura como "Lastex".

torção da mesma provocada pelo giro do motor. Uma pequena desvantagem do equipamento é que a corda pode romper-se caso o motor seja mantido funcionando, no mesmo sentido, por um longo tempo. Uma inversão no sentido de rotação do motor, de tempo em tempo, resolve esse inconveniente.

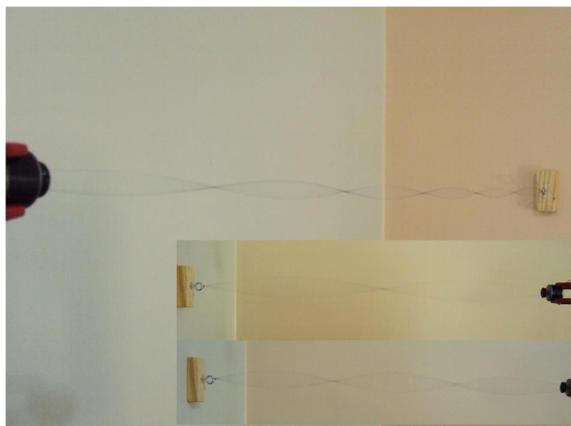


Figura 1 - A foto maior mostra o sexto harmônico. As fotos inseridas mostram o segundo e terceiro harmônico.

Outro experimento que pode ser realizado com o equipamento refere-se à propriedade fundamental de uma onda transversal que é a sua polarização [1]. A polarização da onda criada pelo motor é denominada circular. Nessa onda, as partículas que constituem a corda, percorrem trajetórias circulares em planos perpendiculares à direção de propagação da onda. No entanto, os movimentos dessas partículas podem ser restritos ao mesmo plano da direção da propagação da onda. A foto na Fig. 2 mostra como se pode produzir uma onda estacionária onde as partículas que compõem a corda podem vibrar apenas em um plano que é determinado pela fenda entre as duas canetas. Uma onda desse tipo é denominada onda linearmente ou plano polarizada. O dispositivo que converte uma onda de diferentes tipos de polarização em uma onda linearmente polarizada é chamado polarizador. No nosso experimento, o polarizador é o dispositivo constituído pelas duas canetas, presas paralelamente entre si por fita adesiva, distando aproximadamente 1 mm uma da outra.

Por fim, pode-se verificar outro efeito muito interessante que é a extinção de uma onda linearmente polarizada. Para isso, constrói-se outro polarizador idêntico ao primeiro e faz-se a onda linearmente polarizada pelo primeiro polarizador atravessar esse segundo polarizador. Verifica-se que, quando os polarizadores estiverem perpendicularmente orientados entre si não existirá ondas após o segundo polarizador.



Figura 2 - O conceito de polarização de uma onda pode ser facilmente ensinado com essa demonstração.

Além das demonstrações acima descritas sobre ondas mecânicas, o aparato também pode ser utilizado pelo professor para ilustrar o comportamento das ondas eletromagnéticas, que sendo também transversais exibem a propriedade de polarização. Luz circularmente polarizada converte-se em plano polarizada ao atravessar um polarizador óptico [2]. Se essa luz linearmente polarizada incidir em um segundo polarizador ela pode ser atenuada através do controle da orientação desse segundo polarizador em relação ao primeiro. A intensidade da luz que atravessa o segundo polarizador é máxima no caso do segundo polarizador estiver com seu plano de polarização na mesma orientação do primeiro polarizador. A intensidade da luz é atenuada ao mínimo, após o segundo polarizador, no caso deste polarizador estiver com seu plano de polarização perpendicular ao primeiro, diz-se que nessa configuração os polarizadores estão cruzados<sup>3</sup>. Nas posições intermediárias as intensidades da luz variam entre o mínimo e o máximo. Esse método de controle de intensidade e polarização da luz é muito utilizado em óptica.

### 3. Agradecimento

O autor gostaria de agradecer ao professor Paulo Barbeitas Miranda do IFSC-USP pela revisão do texto.

### Referências

- [1] F.W. Sears and M.W. Zemansky, *University Physics* (Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Massachusetts, 1970), 4th ed.
- [2] G.R. Fowles, *Introduction to Modern Optics* (Dover Publications, Inc., New York, 1975), 2nd ed.

<sup>3</sup>Na prática, não se consegue extinguir totalmente a luz com os polarizadores cruzados pois não são 100% eficientes.