

#314

EFEITO ONDULATÓRIO NO MOVIMENTO DE UM CONJUNTO DE PÊNDULOS

J. J. Teixeira¹, A. A. Soares^{2,3}, L. Caramelo^{2,3}¹Escola Secundária c/ 3.º CEB Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal²Departamento Física - Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal³CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: jjsteixeira@gmail.com; asoares@utad.pt; lcaramel@utad.pt

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade a exploração do movimento periódico de um conjunto de pêndulos simples, com diferentes comprimentos, observado num vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=yVkdFJ9PkRQ>) e apresentado por um aluno no Clube do Ensino Experimental das Ciências, na Escola Secundária Fernão de Magalhães. Para estudarmos o movimento ondulatório descrito pelos pêndulos foi usado o *software Modellus* para modelar e simular o movimento observado, permitindo, assim, um melhor entendimento da física envolvida. A física e o modelo matemático estão ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos e podem ser explorados em espaços de educação não-formal como, por exemplo, os clubes.

1. INTRODUÇÃO

A ideia deste trabalho surgiu dum vídeo apresentado por um aluno, no Clube do Ensino Experimental das Ciências, que se encontra publicado no *YouTube* (figura 1) e tem por objetivo a exploração do movimento periódico num aparelho de ondas pendulares. Para um melhor entendimento da física envolvida no referido movimento usou-se o *software Modellus 4.01*. A física, bem como, alguns modelos matemáticos muito simples estão ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos podendo ser produzidos por estes em



Figura 1: Aparelho de ondas pendulares mostrado no vídeo.

ambientes de educação não-formal como, por exemplo, os clubes.

Os clubes constituem uma oportunidade para melhorar as competências dos alunos ao nível do saber-fazer, permitem reforçar o gosto pelas Ciências e são do seu agrado, já que apresentam atividades não meramente académicas e formais [1].

Em paralelo foi projetado e construído, no clube, um aparelho semelhante ao apresentado no vídeo.

2. APARELHO DE ONDAS PENDULARES

Constituído por 15 pêndulos simples desacoplados de comprimentos monotonicamente crescentes que oscilam perpendicularmente a uma barra rígida que serve de suporte. À medida que os pêndulos se movem, o sistema apresenta ondas progressivas, ondas estacionárias, períodos de movimento aleatório e ondas progressivas movendo-se no sentido contrário às ondas progressivas iniciais, até que todos os pêndulos voltam à fase inicial, no final de um ciclo completo da dança [2].

O período de um ciclo completo é de 60 segundos. O comprimento do pêndulo maior foi ajustado de modo a que execute 51 oscilações num ciclo completo. O comprimento de cada pêndulo sucessivamente mais curto foi cuidadosamente ajustado de modo a que eles executem uma oscilação adicional nesse período. Assim, o pêndulo 15 (mais curto) sofre 65 oscilações. Quando os pêndulos são largados simultaneamente, rapidamente caem fora de sincronia e as suas fases relativas mudam continuamente devido aos diferentes períodos de oscilação de cada pêndulo. No entanto, após 60 segundos, todos eles realizaram um número inteiro de oscilações e estão de novo em sincronia.

O material utilizado na construção do nosso aparelho foi: uma tábua de madeira, ripas de madeira, cola de madeira, 16 parafusos de ponta direita, pregos, fio resistente, 15 cilindros de latão furados, 15 cliques, 15 pioneses e verniz.

A figura 2 mostra a versão final do aparelho no processo de calibração e a figura 3 apresenta os 15 pêndulos, calibrados, na sua dança a formarem um padrão de meio comprimento de onda.



Figura 2: Versão final do aparelho em calibração.



Figura 3: Os pêndulos na sua dança.

A principal dificuldade sentida na construção do instrumento prendeu-se com a calibração dos períodos dos pêndulos, dado que têm de executar num minuto o número de oscilações correto. Para o efeito usámos, em cada pêndulo, um fio em forma de V com dois pontos de fixação ao suporte. No primeiro ponto, o fio é fixo através de um parafuso e no segundo o fio é preso por um piones, permitindo pequenas alterações do seu comprimento no processo de calibração. O processo de calibração foi realizado com o auxílio de uma *fotogate*.

3. MODELO MATEMÁTICO

Para estudarmos o movimento ondulatório descrito pela matriz dos 15 pêndulos criámos um modelo matemático no programa *Modellus*. A escolha deste programa é justificada pelo facto dos alunos do Clube já estarem familiarizados com ele no ensino formal.

Assim, o vídeo, o modelo matemático e o próprio instrumento funcionaram como três vetores no entendimento da física envolvida. A figura 4 compara, para quatro instantes de um ciclo da dança dos pêndulos, a imagem criada pelo modelo matemático no *Modellus* e a imagem obtida através do vídeo.

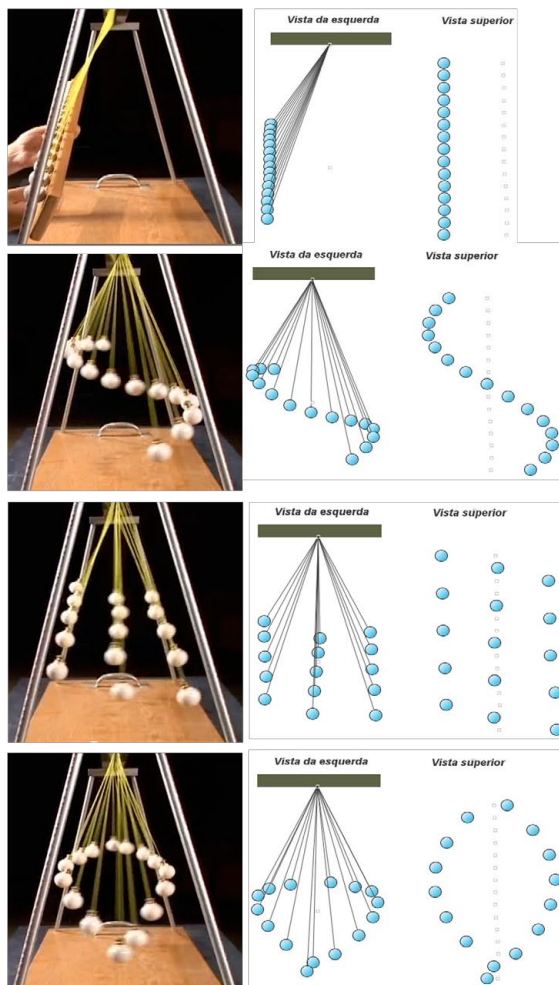


Figura 4: Comparação do modelo matemático com as imagens obtidas no vídeo.

A componente do modelo criada para obter as imagens da vista superior está ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos, o que não acontece com a componente que cria as imagens da vista da esquerda.

A figura 5 mostra a vista superior de cada um dos pêndulos e o modelo matemático criado pelos alunos de 11.º ano durante a atividade.

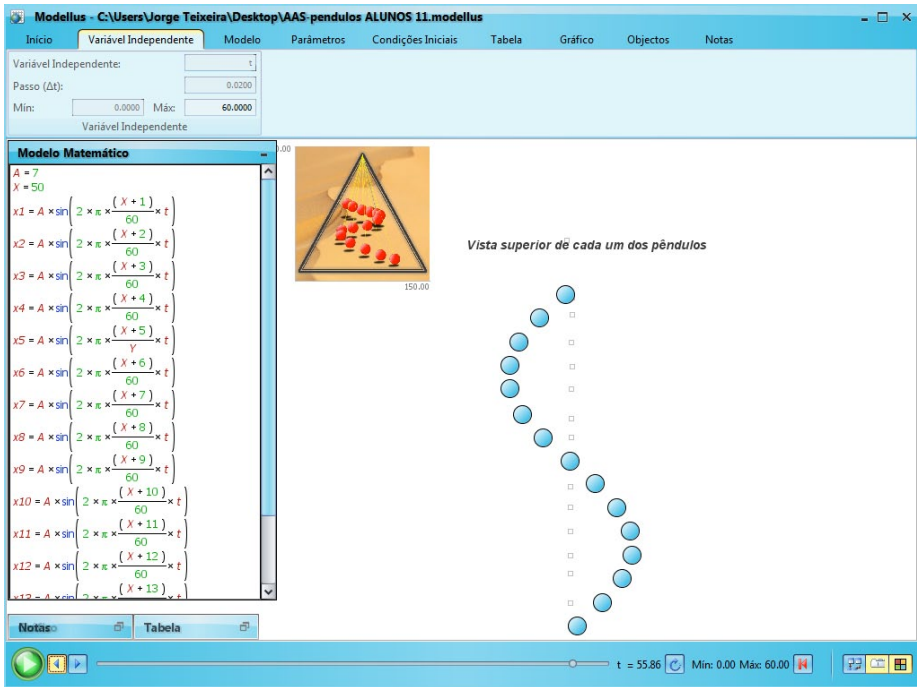


Figura 5: Modelo matemático criado pelos alunos do 11.º ano, no Clube do Ensino Experimental das Ciências.

4. CONCLUSÕES

A exploração do aparelho no Clube do Ensino Experimental das Ciências permitiu aos alunos projetar e calibrar o instrumento melhorando as competências destes ao nível processual, conceptual, social e atitudinal; verificar que a computação, bem como a teoria e a experimentação caminham lado a lado, constituindo o tripé de sustentação do desenvolvimento das Ciências na atualidade e desmitificar a imagem da Física como uma disciplina difícil, onde o mais importante é decorar e usar fórmulas.

REFERÊNCIAS

- [1] Maria Silva, *Clubes de Ciências e o Percorso Escolar dos Alunos*, Dissertação de Mestrado (não publicada). Universidade de Aveiro (2009)
- [2] Richard Berg, *American Journal of Physics*, 59 (2), 186-187 (1991)