

MATERIAL DIDÁTICO UTILIZANDO ARDUÍNO PARA O ENSINO DE FÍSICA: MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES E AMORTECIDO

Kacio Reinaldo Correia Santos de Mello(1), Ana Karoline Barros Silva(1), Garuda das Braga(2), José Otávio de Sá Braga(3)

Universidade Federal de Pernambuco^{1,2}, kacio.reinaldo@gmail.com, karolbarros@gmail.com, garuda_fisica@yahoo.com.br, Universidade Federal Rural de Pernambuco³, hari_fisica@yahoo.com.br.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi propor um modelo de material didático para o ensino de movimento harmônico simples (MHS) nas turmas do segundo ano do ensino médio na disciplina de Física. Para tal, construímos um pêndulo que juntamente com o hardware Arduino foram úteis no estudo de um oscilador harmônico. A utilização destes materiais didáticos em conjunto demonstram a importância da aplicação de diferentes metodologias, entre elas modelos práticos como uma importante ferramenta para facilitar a aprendizagem, principalmente em disciplinas de cunho teóricos como a física. Através da aplicação deste tipo de recurso didático os alunos relatam um crescente interesse para o assunto em questão e também pela disciplina através da experimentação (74%), além de conseguirem uma maior compreensão do conteúdo (65%) estudado. Focamos aqui, no processo de ensino por metodologias diferenciadas, para potencializar os materiais didáticos que podem ser facilmente construídos pelos professores e de fácil utilização na prática pedagógica a fim de torná-lo mais amplamente utilizados.

Palavras-chaves: MHS, Arduino, Material didático, Ensino de Física.

Introdução

Uma das principais dificuldades no ensino de ciências é, muitas vezes, a deficiência estrutural das escolas, atrelado aos temas das aulas e a falta de contextualização cotidiana dos assuntos que podem resultar no desinteresse e até mesmo rejeição de alguns temas pelos alunos, fato que prejudica a aproximação destes com as atividades de sala de aula, uma vez que os recursos didáticos são complementares a metodologia de ensino, enriquecendo e facilitando o processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais atraentes e também dinâmicas. Nessa perspectiva, o uso de materiais e recursos didáticos tem o papel de ferramenta auxiliar para o ensino de ciências como orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), ferramenta que possibilita o estímulo da expressão, pensamento lógico e crítico do estudante (BRASIL, 1998).

Os “recursos”, “ferramentas” e também “tecnologias educacionais”, são denominações para os materiais e equipamentos didáticos, podem ser todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino, os quais visam à estimulação do aluno e à sua aproximação com o conteúdo programático (CORPE, 2014).

A utilização de recursos visuais é descrito por Piaget em sua teoria sobre o desenvolvimento da inteligência, estes recursos fazem uso da memória e da imagem mental no processo de internalização (AMORIM, 2013). Os modelos didáticos também permitem a

experimentação por parte dos educandos, dando-os a oportunidade de correlacionar a teoria vista nos livros com a prática desenvolvendo habilidades e competências (CAVALCANTE; SILVA, 2008). Muitos desses recursos são criados exclusivamente para fins pedagógicos, mediando a construção do conhecimento no ambiente escolar (SILVA, 2016).

A elaboração de material didático para o ensino de física no ensino médio tem o intuito de facilitar a compreensão da teoria, proporcionando um ensino que vai além da memorização de equações e símbolos, nesse sentido desenvolvemos o presente estudo, que apresenta o uso de materiais didáticos e aparatos tecnológicos simples como o Arduíno, como uma proposta pedagógica para tornar as aulas de física mais dinâmicas e produtivas. É fácil encontrar na literatura exemplos de como esta metodologia pode ser eficaz, Orlando (2009), demonstra que o rendimento dos estudantes aumenta significativamente com aulas que trabalham seu potencial de forma mais interativa e participativa, sendo assim, as atividades que envolvem modelos, recursos e ilustrações promovem uma melhor assimilação dos conteúdos ministrados. Diante das dificuldades já mencionadas no ensino de física surgiu a ideia de produzir um material didático de fácil elaboração e baixo custo para contribuir com a aprendizagem do estudo do oscilador harmônico.

O Arduíno é uma placa de prototipagem com um microcontrolador que pode ser utilizado para desenvolvimento de objetos interativos, seu uso propicia um aumento de qualidade e de confiabilidade nos resultados alcançados nos experimentos, mesmo que estes tenham apenas fins educativos, este equipamento permite a obtenção de um padrão de qualidade análogo ou superior daqueles obtidos pelos equipamentos produzidos comercialmente para os laboratórios de física, todavia com a grande vantagem do baixo custo, fato que permite a aquisição utilização pela equipe escolar (CASTRO, 2016).

Este artigo propõe e discute a fabricação de materiais didáticos que possam ser utilizados por professores do ensino médio como recurso didático. No caso, demonstramos a utilização de um pêndulo simples e do hardware Arduíno na verificação prática experimental do movimento harmônico simples -MHS- através da análise do comportamento do gráfico e da determinação de grandezas oscilatórias fundamentais como, por exemplo, velocidade angular e constante de amortecimento. Este trabalho não leva em consideração os erros e incertezas experimentais, por isso não é possível determinar a precisão dos resultados.

Metodologia

Esta proposta visa a elaboração de material didático para o ensino de movimento harmônico simples (MHS) e amortecido (MHA) para turmas do segundo ano do ensino médio

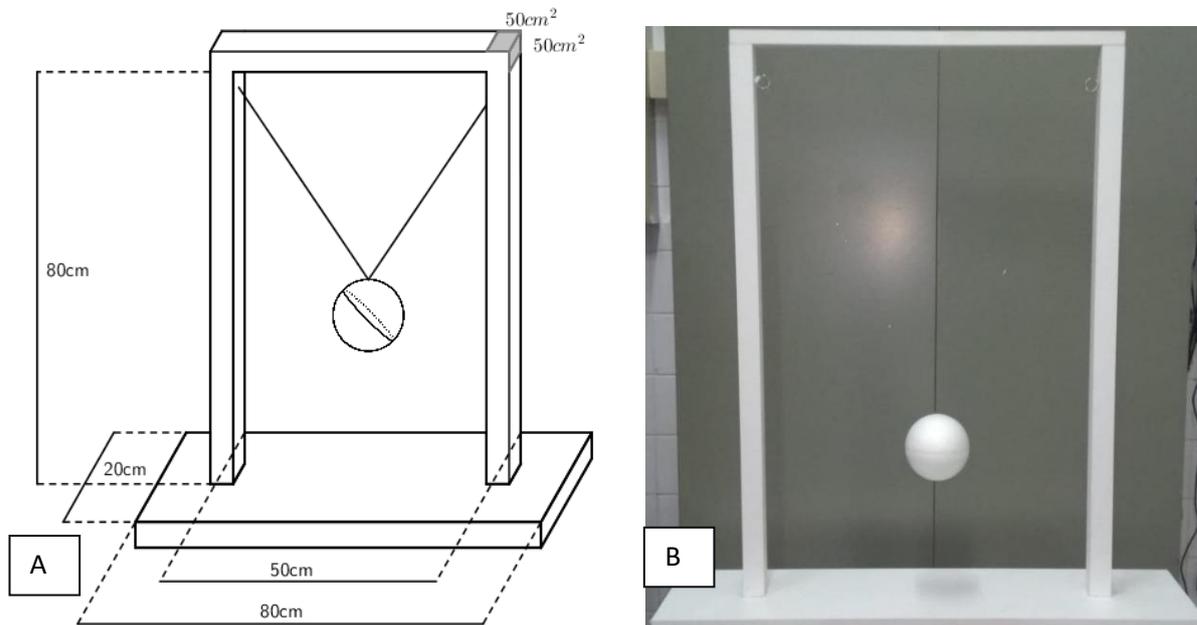


Figura 1- a) Modelo esquemático com dimensões pêndulo com suporte. b) Modelo construído .

na disciplina de Física. Para quem deseja realizar este experimento primeiramente deverá ser construído um pêndulo simples cuja área transversal deverá ser grande o suficiente para a coleta de pontos pelo sensor, a oscilação deverá acontecer sempre na direção de emissão dos pulsos de ultrassom e quanto maior for o período de oscilação melhor será a aquisição de dados da trajetória. Pensando nisso foi confeccionado um suporte de madeira (Figura 1 a e b), cujas dimensões podem ser visualizadas na figura 1a, utilizamos também uma esfera oca de isopor com diâmetro de 100 mm preenchida com areia. O suporte pendular deverá ter uma altura de 80 cm ou superior para que haja um bom grau de liberdade na regulagem do período e a madeira utilizada na confecção deve ser densa o suficiente para que o aparato não se mova durante a oscilação. Para garantir a oscilação numa mesma direção, o pêndulo foi preso por um fio de nylon de forma propícia para o ajuste da posição do pêndulo no ponto médio do fio e em seguida as extremidades do fio foram amarradas em dois parafusos gancho localizados em pontos opostos e simétricos do suporte. Além disso foram utilizados: sensor ultrassônico HC - SR04, microcontrolador Arduíno UNO, laptop com os softwares PLX - DAQ, excel e arduíno instalados, balança e trena. Para montagem do

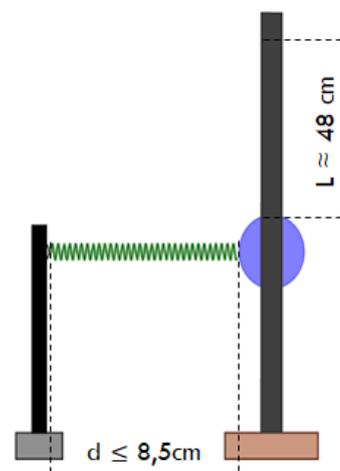


Figura 2 - Visão lateral do modelo do suporte com o pêndulo e do sensor ultrassônico. As ondas senoidais representam os pulsos de onda.

circuito e manuseio do programa o experimentador deve seguir o [manual de instruções](#) cujo link encontra-se nas referências. Concluída a montagem do aparato e do circuito meça a massa do pêndulo, posicione o pêndulo a uma distância aproximada de 48 cm da parte superior do aparato e direcione o sensor ultrassônico para o centro da esfera a uma distância menor ou igual 8,5 cm como ilustrado na figura 2. Os valores das distâncias utilizadas bem como todas as medidas realizadas devem ser anotadas para serem utilizadas nos cálculos posteriores. Para essa metodologia foram propostas duas atividades que podem ou não ser realizada em sequência:

- 1) Determinação do período para pequenas oscilações: plote o gráfico iniciando o software PLX – DAQ e coletando os dados de oscilação do pêndulo liberado com um ângulo inicial menor ou igual a 10° . Se precisar ajuste a distância do sensor ao pêndulo e anote seu novo valor; com o gráfico plotado, determine o valor do período de oscilação selecionando 5 regiões distintas do gráfico com picos bem definidos, calcule o período entre duas cristas de cada uma dessas regiões e tome a média aritmética desses valores.
- 2) Determinação de grandezas oscilatórias para amplitudes angulares maiores que 10° : realize uma nova medida liberando agora o pêndulo em um ângulo maior que 10° . Posicione o sensor a uma distância que seja possível a coleta de todos os pontos da oscilação; plote o gráfico da oscilação, determine o período de oscilação de 5 regiões distintas e tome a média aritmética desses valores.

Resultados e Discussões

Um movimento harmônico é um movimento periódico caracterizado por uma função de onda do tipo $y(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ onde A é a amplitude, ϕ a constante de fase e ω é a frequência angular definida como $\omega = 2\pi/T$, onde T é o período de oscilação. Para um pêndulo simples, onde o fio possui massa desprezível, a frequência angular para pequenas oscilações, i.e. sua frequência natural, depende apenas da aceleração gravitacional g e do comprimento do fio do pêndulo L podendo ser descrita como $\omega_0 = \sqrt{g/L}$. Na figura 3, é possível ver que a força

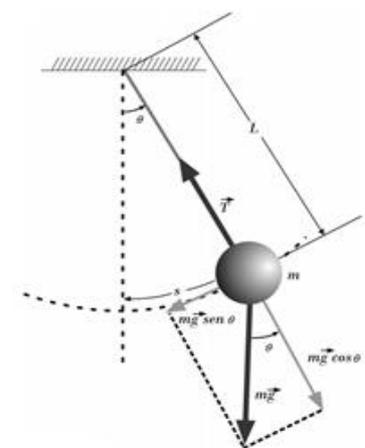


Figura 3 - Forças atuantes em um pêndulo simples. Retirado de Arnold et al., 2011.

responsável pelo movimento do pêndulo é dada por $F_x = mg \sin \theta$ e para pequenas oscilações, $\sin \theta \approx \theta = A/L$. Naturalmente, em sistemas reais, haverá sempre uma força

atuando contrária ao movimento chamada força de arrasto e definida por $F_a = -bv$ onde b é

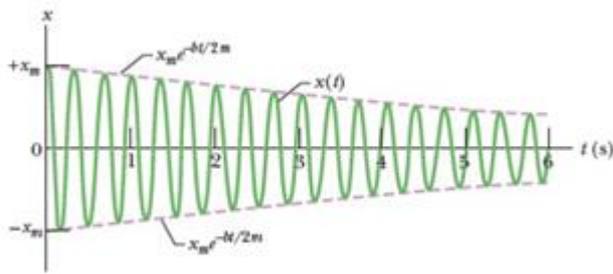


Figura 4 - Gráfico de um movimento harmônico amortecido. Retirado de HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016.

o coeficiente de amortecimento característico do fluido o qual o pêndulo está contido e v é a velocidade do movimento. Esta força pode ser desprezível para pequenas oscilações, onde a velocidade é relativamente baixa, mas em oscilações maiores que 10° ela surge “freando” o pêndulo definindo o ω agora em termos da

frequência natural ω_0 e da frequência de amortecimento ω_a como $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \omega_a^2}$ onde $\omega_a = b/2m$. A amplitude do movimento que antes era fixa, agora decai de forma exponencial no tempo podendo ser descrita na função de onda como $y(t) = Ae^{-\frac{b}{2m}t} \cos(\omega t + \phi)$ e o movimento que antes era uma senoide pura agora possui uma amplitude variável como ilustrado na figura 4.

O presente trabalho foi aplicado na Escola de Referência Em Ensino Medio Clotilde



De Oliveira localizada na Avenida Norte, 6760 - Casa Amarela, Recife - PE, 52070-660 para uma turma do 2º ano C do ensino médio (fig 5 a e b). Antes da realização do experimento foi feita uma



Figura 5 - a) Equipe responsável pela aplicação do experimento. b) Turma do 2º ano C do ensino Médio revisão acerca do movimento harmônico, classificando os tipos de movimentos, oscilações, relações com o movimento circular uniforme e a função posição e o período do pêndulo simples. Parte destes conteúdos estavam sendo estudados pela turma de forma que o

que tava escrito no quadro pode ser utilizado como ferramenta para à apresentação. Após a explicação da montagem e funcionamento do experimento foi medida a distância do pêndulo ao aparato e, pondo este para oscilar, foi medido o período de oscilação. Durante a oscilação foram discutidas as possíveis causas que faziam com que o gráfico gerado não mantinha as mesmas características do estudado teoricamente, como a ação da força de resistência do ar e dos pontos de contato do pêndulo com o suporte. De posse destas medidas a aceleração da gravidade foi calculada e comparada com o seu valor teórico.

Com a realização do experimento 74% dos alunos se diziam satisfeito ou muito satisfeito, como mostra a figura 6 e, mesmo sendo considerado um dos assuntos de Física mais abstratos



Figura 6 – Satisfação dos alunos com o experimento.

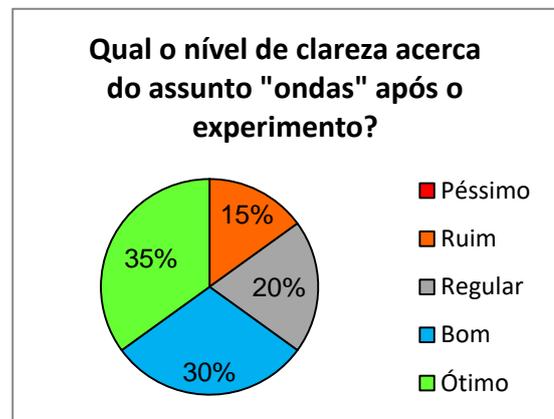


Figura 7 – Mudança no nível de clareza em relação ao conteúdo estudado após a apresentação do experimento

do ensino médio, 65% dos alunos classificaram o nível de clareza em relação aos conteúdos de ondas como bom ou ótimo (fig. 7). Infelizmente, este resultado entra em contraste com a frequência em que atividades deste tipo são realizadas, pois o mesmo número de alunos disseram que experimentos de Física raramente são realizados ou não são seja pelos docentes da área ou pelos próprios alunos, como ilustrado na figura 8. Esta dependência torna-se ainda

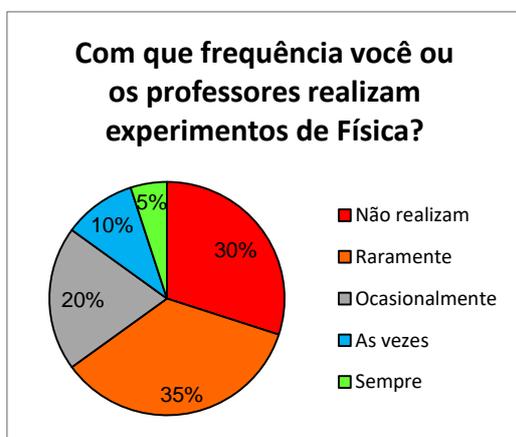


Figura 8 – Frequência em que os professores e alunos realizam experimentos de Física



Figura 9 – Percentual de alunos que já participaram de experimentos de Física.

maior quando apenas 35% dos alunos haviam participado de experimentos de Física em outro momento (fig 9), algo muito grave em ensino de ciências. Com a difusão da informação e da tecnologia existente atualmente é possível produzir experimentos de grande riqueza metodológica com materiais de baixo custo e que suas aplicações, mesmo quando feita de forma simples, aumentam significativamente o interesse dos alunos pela disciplina (fig 10). Contudo para que resultados deste tipo sejam efetivos, faz-se necessário aplicações experimentais nas escolas e salas de aula de maneira constante e continuada através de professores-mediadores devidamente capacitados e sempre em busca de inovação.



Figura 10 – Nível de interesse dos alunos em relação ao conteúdo após a aplicação do experimento

Considerações finais

A função do material didático é auxiliar as aulas na prática pedagógica na construção do conhecimentos teóricos de maneira prática e de fácil percepção. Uma estratégia, que quando bem utilizada, pode facilitar muito a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna dos alunos na compreensão de algumas teorias e fórmulas. Além dos valores obtidos de MHS pode-se comparar o valor do período do pêndulo obtido experimentalmente com o resultado teórico, comparar a distância real do pêndulo ao topo do aparato com o valor calculado usando trigonometria, determinar a frequência angular natural do pêndulo e determinar do coeficiente de amortecimento da oscilação. A proposta aqui demonstrada foi testada e seguiu como planejado os objetivos, demonstrou de forma simples, unir os aspectos teóricos e práticos de forma eficaz na experimentação dos conceitos propostos.

Referências bibliográficas

AMORIM, A. S. A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos do ensino médio. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Universidade Estadual do Ceará, 2013.

ARNOLD, F. J. Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4311 (2011).

Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/334311.pdf>>. Acesso em 22 de maio. de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares nacionais. Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Ciências Naturais. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 28 maio. 2018.

CASTRO, L. H. M. O uso do Arduino e do Processing no Ensino de Física. Dissertação de Mestrado, UNIRIO / IBIO - Rio de Janeiro, 181p. 2016.

CAVALCANTE, D.; SILVA, A. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFRP, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>> Acessado em: 10/06/2018.

CURPE, F. P.; MOTA, E. F. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino-aprendizado em Imunologia.V Enebioe II Erebio Regional. in: Revista da SBEnBio, v.7, 2014

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. Lições de Física: The Feynman Lectures on Physics. Porto Alegre: Bookman, 2008. Oscilações eletromagnéticas e corrente alternada. In: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: eletromagnetismo. -10 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SILVA, K. C. N. R.; VICTER, E. F. O Uso de materiais Didáticos no Processo de Ensino Aprendizagem. ENEM, encontro nacional do ensino de matemática. in: Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades - São Paulo, 2016.

Link para acessar manual didático do Arduino:

https://drive.google.com/open?id=1sd5GnTxsQCRkAWNwtncPkLZ_Ir5N5OJ5