

UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO COM ARDUÍNO PARA POE E MHS

A PROPOSAL FOR TEACHING MATERIAL WITH ARDUINO FOR POE AND SHM

Rafael Moraes Ferreira¹, Thiago Corrêa Lacerda², Fábio Henrique de Melo Penco³

¹Universidade Federal Fluminense/ Instituto de Física, Niterói (RJ), rafael.5290@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)/Campus Niterói (RJ), thiago.lacerda@ifrj.edu.br

³PMERJ/Divisão de Ensino/II Colégio da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, mestrando da Universidade Federal Fluminense (UFF) do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN), fabiomelo@id.uff.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo uma proposta de produto educacional para o ensino de Física, na temática Movimento Harmônico Simples (MHS) e Movimento Harmônico Amortecido. Foi utilizado técnicas de modelagem, impressão 3D e programação na plataforma Arduino, para assim criar um experimento de baixo-custo para poder coletar dados, gerar gráficos e fazer análises do mesmo utilizando-se para aplicação a metodologia ativa de ensino, Predizer-Observar-Explicar (POE). A metodologia POE é um processo sistemático utilizado em diversos campos de pesquisa e investigação. Inicialmente, é feita uma predição com base em teorias ou modelos que o aluno conhece do cotidiano. Em seguida, ocorre a observação dos dados e resultados reais, que são comparados à predição inicial, momento que pretende-se usar o protótipo de MHS. Por fim, busca-se explicar as discrepâncias entre a predição e a observação, a fim de desenvolver uma compreensão mais profunda e refinada do fenômeno em estudo, através de perguntas semelhantes à usada no predizer. O trabalho foi aplicado a uma turma do Ensino Médio com cerca de 32 alunos, a qual obteve um aumento de 56,25% para 81,25% em uma questão que é comum no predizer e no explicar.

Palavras-chave: MHS, POE, Cultura Maker, Arduino, Baixo-Custo

Abstract

The present work aims to propose an educational product for teaching Physics, on the themes of Simple Harmonic Movement (MHS) and Damped Harmonic Movement. Modeling, 3D printing and programming techniques were used on the Arduino platform, to create a low-cost experiment to collect data, generate graphs and analyze it using the active teaching methodology, Predict-Observe-Explain (POE). The POE methodology is a systematic process used in various fields of research and investigation. Initially, a prediction is made based on theories or models that the student knows from everyday life. Then, the data and real results are observed, which are compared to the initial prediction, at which point we intend to use the MHS prototype. Finally, we seek to explain the discrepancies between

prediction and observation, in order to develop a deeper and more refined understanding of the phenomenon under study, through questions similar to those used in prediction. The work was applied to a high school class with around 32 students, which achieved an increase from 56.25% to 81.25% in a question that is common in predicting and explaining.

Keywords: MHS, POE, Maker Culture, Arduino, Low-Cost

Introdução

A impressão 3D é uma tecnologia que vem se popularizando no Brasil nos últimos anos, que pode se obter com pouco mais de mil reais. A educação não fica muito distante nesse contexto. Nos últimos tempos, vem sendo desenvolvida cada vez mais novas tecnologias educacionais com o uso da robótica e impressão 3D (LING, OLIVEIRA, 2023).

Neste aspecto, existem várias metodologias ativas na educação que se baseiam nessas tecnologias, podendo se destacar a metodologia STEM e a Cultura MAKER. No Brasil o que se percebe é uma tendência as escolas adotarem programas de robótica, de modo que estão cada vez mais recebendo tecnologias voltadas à Cultura MAKER:

“Contar com ferramentas adequadas para transformar o aprendizado teórico em um produto ou objeto. É com esse objetivo que o Ministério da Educação (MEC) lançou um edital que vai possibilitar a criação de mais de 100 laboratórios de prototipagem para estudantes da educação profissional em todo o país. Com isso, os alunos contarão com equipamentos como impressoras 3D e kits de robótica, por exemplo.” (BRASIL, 2020).

Existe uma tendência a ter uma transformação dos antigos laboratórios de informática para os chamados Laboratórios (ou espaço) Maker, como é destacado por Dantas e Macedo:

“O projeto pedagógico foi criado pela Secretaria Estadual de Educação (Seeduc) e visa a substituir as antigas salas de informática das escolas por laboratórios de alta tecnologia. Dessa forma, os alunos terão acesso a aulas de robótica, criação de games e às novas tecnologias disponíveis na atualidade.”(Dantas e Macedo, 2023)

Nessa perspectiva, foi decidido construir um protótipo de experimento de Movimento Harmônico Simples (MHS) e Movimento Harmônico Amortecido, ao qual utiliza-se da impressão 3D e programação em Arduino. A escolha se deu pelo fato

de ter poucos experimentos do tipo massa-mola de fácil acesso, sendo restrito apenas ao uso de simuladores, tal como o PHET¹.

A ideia do protótipo é auxiliar na etapa Observar, da metodologia ativa POE, para que os estudantes possam fazer a experimentação e tirar conclusões acerca do tema. Em outras palavras, a metodologia é dividida em 3 partes ou etapas: **Predizer**, **Observar** e **Explicar** aos quais serão detalhados na metodologia.

Metodologia

A metodologia POE foi desenvolvida de modo a trabalhar uma atividade ou problema baseado no conflito cognitivo, ou seja, os estudantes trazem suas próprias ideias sobre o tema proposto, fazem a observação ou experimentação e, por fim, tiram suas conclusões acerca da observação (SANTOS, 2015). O POE é dividido em 3 etapas, descritas a seguir.

1) *Predizer*

Nesta etapa inicial é feito um questionário ao estudante ou ao grupo acerca do tema proposto. É durante esta etapa que o professor pode perceber as concepções alternativas que os estudantes possuem. A Figura 1 abaixo mostra o questionário aplicado aos estudantes nessa etapa sobre MHS, buscando entender o quanto os conhecimentos de ondas e trigonometria podem se relacionar com movimento oscilatório e MHS.

Figura 1: Questionário elaborado pelos autores para a etapa Predizer.

- 1) Desenhe o que você acha que é um movimento oscilatório;
- 2) Desenhe o que você acha que é um Movimento Harmônico Simples (MHS);
- 3) Qual seria a função que melhor representa esse movimento?
 - a) Função Linear;
 - b) Função quadrática;
 - c) Função trigonometria;
 - d) Função exponencial;
- 4) Faça um esboço do gráfico da função que você escolheu no item 3 usando o plano cartesiano.
- 5) O movimento ondulatório pode ser representado por essa função? Por que?

Fonte: Os autores.

2) *Observar*

Nesta segunda etapa, os estudantes fazem algum experimento relacionado ao tema e podem perceber a diferença (ou não) da ideia que os mesmos possuíam

¹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/masses-and-springs>. Acesso em 19 de Abril de 2024.

antes. A proposta do produto educacional é que o protótipo deve ser usado na etapa Observar, como um experimento para os alunos poderem descrever o MHS, assim como estimar valores, fazer cálculos e responder a atividade conforme o questionário na Figura 2.

Figura 2: Questionário elaborado pelos autores para a etapa Observar.

- 1) Meça a massa do suporte (sem moeda) e descreva o movimento do sistema massa-mola;
- 2) Meça a altura da amplitude do movimento inicial, e após alguns segundos meça a altura novamente. Explique as diferenças e semelhanças encontradas;
- 3) Complete a tabela abaixo adicionando massa

Massa(kg)	amplitude inicial (m)	amplitude final (m)	período(s)	frequência(Hz)

- 4) Ao aumentar a massa, descreva o que é observado em cada item abaixo:
 - a) Amplitude inicial;
 - b) Amplitude Final;
 - c) Período;
 - d) Frequência;
- 5) Responda sim ou não
 - a) Esse movimento é um movimento oscilatório?
 - b) Esse movimento é um movimento ondulatório?
 - c) Esse movimento é um movimento harmônico simples?

Fonte: Os autores.

3) *Explicar*

Na última etapa, os estudantes podem agora tentar explicar os possíveis resultados obtidos no Observar, assim como comparar o que escreveram na etapa Predizer, mostrando assim uma mudança (ou não) de determinada concepção. A Figura 3 mostra o questionário elaborado pelos autores e procura retornar aos conhecimentos de ondas e trigonometria e sua relação com movimento oscilatório e MHS, avançando para alusão ao Movimento Amortecido.

Figura 3: Questionário elaborado pelos autores para a etapa Explicar.

- 1) Você mudaria alguma resposta feita na parte PREDIZER?
- 2) Qual seria a função que melhor representa o movimento do sistema massa-mola?
 - a) Função Linear;
 - b) Função quadrática;
 - c) Função trigonometria;
 - d) Função exponencial;
- 3) Por que você acha que a amplitude diminui com o tempo?
- 4) Você consegue dizer alguns movimentos do cotidiano que se comportem parecido com o movimento do sistema massa-mola?

Fonte: Os autores.

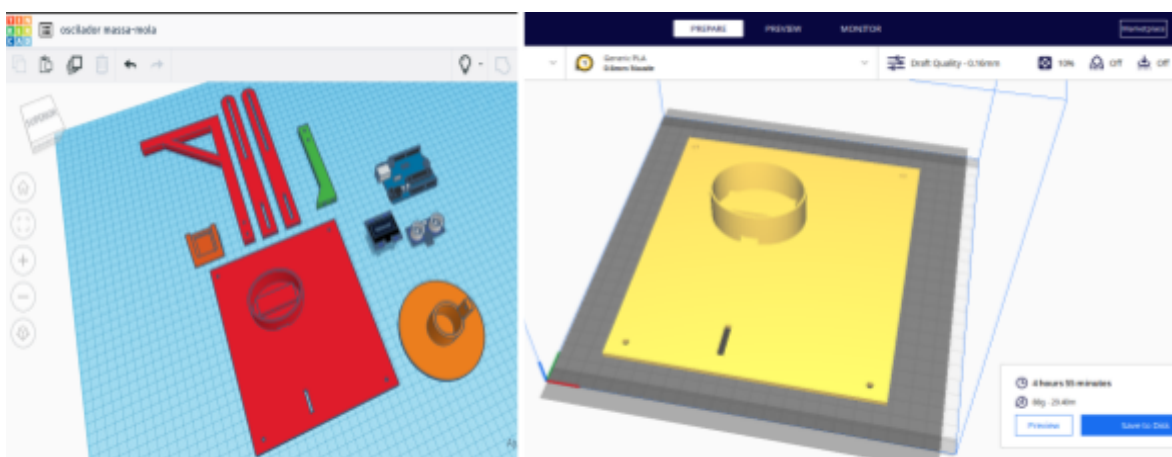
Resultados

Os resultados foram divididos em 2 partes, sendo elas a construção do protótipo de produto educacional e a aplicação da metodologia POE usando o protótipo.

1) **Construção do Protótipo: modelagem, impressão e código desenvolvido**

A modelagem se deu através do modelador *on-line* Tinkercad², ao qual é de uso gratuito, fácil manuseio e pode ser acessado em qualquer computador sem o uso de aplicativos específicos, como mostrado na Figura 4 (à direita).

Figura 4: Modelagem 3D do protótipo feito no Tinkercad e *software* Cura.



Fonte: Os autores.

Após a modelagem da peça, é necessário utilizar o *software* de impressão 3D. O *software* utilizado foi o Ultimaker Cura³ versão 5.2.1, cuja função é transformar um objeto virtual de modelagem em um objeto real para a impressão 3D, como mostrado na Figura 4 (à esquerda). No *software* é possível ajustar temperatura de impressão, altura de camada e velocidade de impressão, o que altera a robustez e qualidade da peça a ser impressa.

A impressora utilizada foi a de filamento, também chamada de FDM (*Fused Deposition Modeling*) ou impressão por extrusão. O modelo de impressora escolhido foi a ENDER 3 da marca CREALITY.

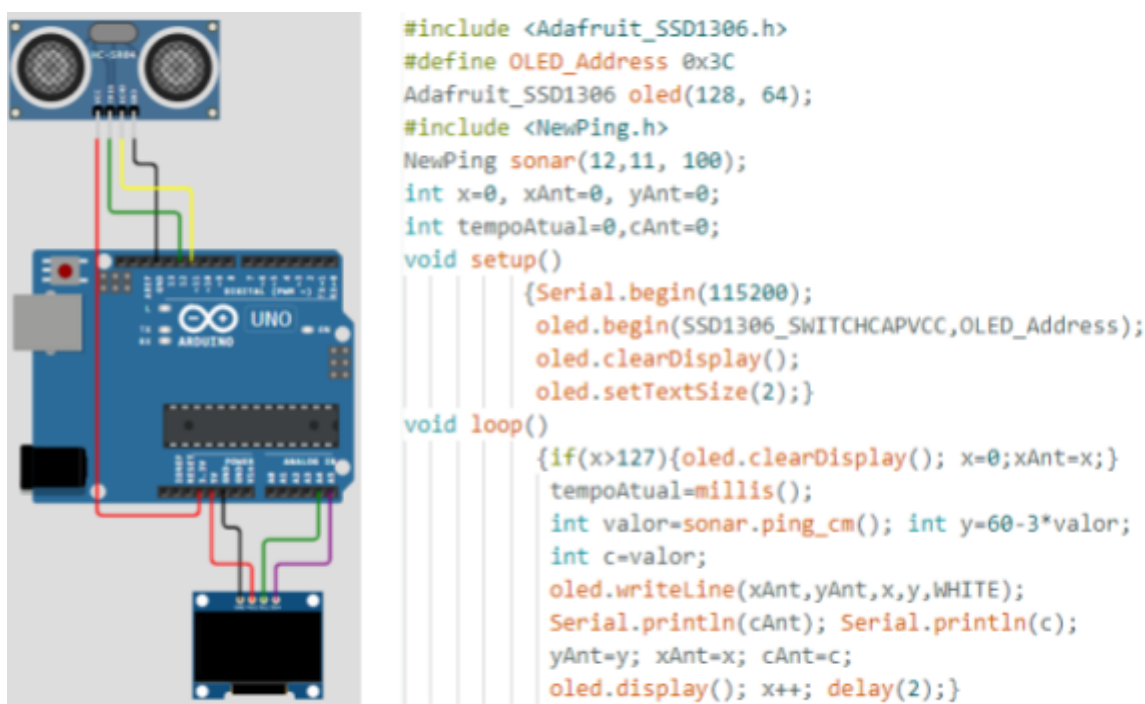
² Modelador Tinkercad disponível em: <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em 19 de Janeiro de 2024.

³ Disponível em: <<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>>. Acesso em 19 de Janeiro de 2024.

O filamento é um tipo de plástico que quando submetido a altas temperaturas (cerca de 200°C) derrete, o que o possibilita ser depositado em camadas. O filamento utilizado para a execução do projeto foi o PLA Premium, pois é de fácil acesso, baixo custo-benefício, baixa temperatura de impressão (quando comparado ao ABS), fácil manipulação, atóxica, advém de fontes renováveis e é biodegradável (3D FILA, 2024)

A parte do circuito foi utilizado o Arduino Uno, tela de Oled, sensor Ultrassônico HC SR04 e o *software* IDE Arduino⁴. Na Figura 3 é possível ver o diagrama de circuito (esquerda) e o código utilizado na IDE do arduino (direita), para a execução do projeto.

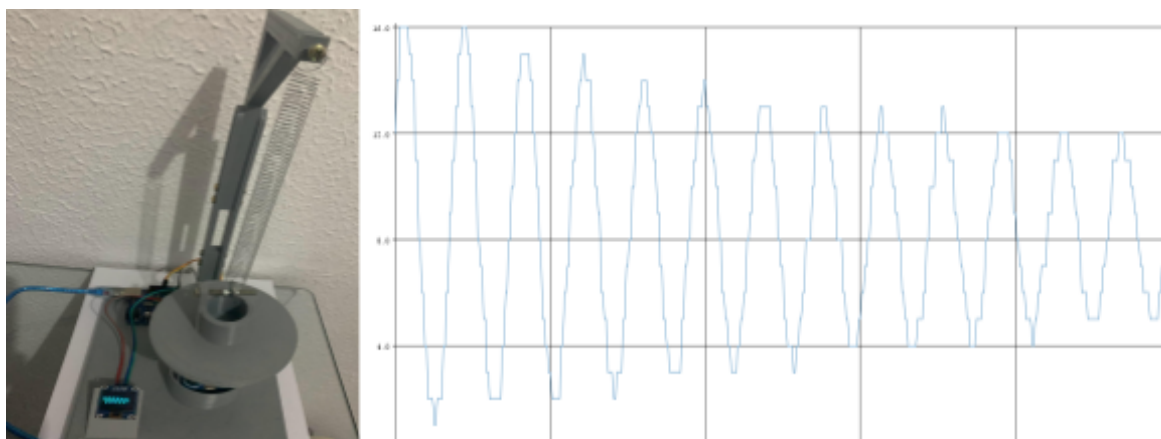
Figura 6: Diagrama de circuito e Código desenvolvido.



Fonte: Os autores.

Na Figura 7 (à esquerda) é possível ver o protótipo construído, de modo que a mola pode ser alterada, assim como a base que pode ter a adição de massa para que o experimento seja mais completo. Já na Figura 7 (à direita) é possível ver o gráfico sendo gerado pela IDE do arduino.

⁴ Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/software>>. Acesso em 14 de Janeiro de 2024

Figura 7: Protótipo montado e o gráfico dado por uma configuração.

Fonte: Os autores.

2) Aplicação do protótipo com o POE em 2023

Devido ao fato do protótipo ter sido desenvolvido no segundo semestre de 2023, foi possível aplicar o experimento para apenas 1 turma de Física IV do ensino médio integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Niterói, que tem o conteúdo de MHS na seu conteúdo programático e cerca de 32 estudantes envolvidos.

A Tabela 1 mostra a quantidade de acertos em cada etapa do POE, nem todas as etapas possuem a mesma quantidade de questões.

Tabela 1: Porcentagem da quantidade de acertos em cada etapa.

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
Predizer	93,75%	56,25%	56,25%	62,50%	75,00%
Observar	93,75%	81,25%	100%	98,44%	93,75%
Explicar	100%	81,25%	75,00%	87,50%	-

Fonte: Os autores

Na Tabela 1, a primeira questão do Explicar, cerca de 56,25% dos estudantes responderam que mudariam alguma resposta no predizer. As questões que os alunos resolveram mudar estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidade de acertos em cada etapa.

Questão 2	Questão 3	Questão 4
66,67%	22,22%	11,11%

Fonte: Os autores

A questão da função que melhor representa o movimento oscilatório aparece no Predizer (questão 3) e no Explicar (questão 2) ao qual percebe-se, pela análise

de tabela, um aumento de acertos (de 56,25% para 81,25%). Quando os estudantes decidem mudar alguma resposta, eles passam a acertar, ou seja, mudaram a concepção errada que possuíam sobre o assunto.

Considerações Finais

O protótipo vem demonstrando ser um experimento didático funcional para a sala de aula, considerando que os materiais são de baixo custo e fácil acessibilidade. Outra grande vantagem é o fato de que uma vez modelado o protótipo, qualquer pessoa ou escola com internet poderá fazer o *download* das partes e imprimir na impressora de filamento. Como o protótipo foi desenvolvido no final do ano passado, apenas foi possível coletar dados de uma turma do IFRJ, de modo que esse ano de 2024 será feito novas coletas e novos dados para uma análise mais profunda da aplicação.

Referências

3D FILA. “PLA: Tudo o que você precisa saber sobre esse Filamento”. disponível em “<https://3dfila.com.br/blog/pla-tudo-sobre-o-filamento-pla/>”, acesso em 8 de Janeiro de 2024.

BRASIL, 2020, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. “MEC incentiva criação de mais de 100 laboratórios de prototipagem para educação profissional”. Disponível em “<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/labmaker>”, acesso em 17 de Janeiro de 2024.

DANTAS, C.; MACEDO, L. “Comissão de Educação da Alerj debate o Projeto Cultura Maker nas Escolas, 2023. SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista, SEDUC/Undime SP. São Paulo: SEDUC/SP, 2019. Disponível em: <https://www.alerj.rj.gov.br/Visualizar/Noticia/55931?AspxAutoDetectCookieSupport=1%E2%80%9D,%20acesso%20em%208%20de%20Outubro%20de%202023&AspxAutoDetectCookieSupport=1> acesso em: 15 de Janeiro de 2024.

LING, L. C. A.; OLIVEIRA, D.. “Tecnologias no ensino da matemática em uma experiência com a robótica educacional”. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 918–938, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i7.10666. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10666>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SANTOS, R. J. dos; SASAKI, D. G. G.. “Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos”. Revista Brasileira Ensino Física [Internet]. 2015 ;Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11173731955>>. Acesso em 17 de Janeiro de 2024.