

PRODUTO EDUCACIONAL



ESTUDANDO O MHS NO ENSINO DE FÍSICA NA EJA COM O USO DO
MICROCONTROLADOR ARDUINO

BEATRIZ GUEDES GOMES
ORIENTADOR: DR. EDUARDO DE PAULA ABREU

Rio Branco - AC
2022

Apresentação

Caro professor(a) este trabalho foi realizado em uma escola da rede pública de ensino na cidade de Rio Branco – AC, foi baseado em muitas pesquisas e trabalhos acadêmicos relacionados ao ensino de física com foco no estudo do movimento harmônico simples. Têm como intenção auxiliar docentes em seu trabalho em sala, tornando as aulas mais atrativas e proporcionando aos alunos uma aprendizagem significativa, seja na EJA ou no ensino médio. Vale ressaltar que este produto também pode ser utilizado em aulas introdutórias no curso de licenciatura em física.

Este produto educacional estará disponível para todos os professores acessarem e utilizarem, vale lembrar que o mesmo é formado pela introdução, fundamentação teórica, sequencia didática, roteiro experimental, roteiro de atividades, apêndices A ao D e referências bibliográficas.

Sumário

Introdução	4
O Movimento Harmônico Simples	4
A plataforma Arduino.....	9
Sequências Didáticas	14
Roteiro Experimental: Microcontrolador Arduino.....	21
Apêndice A – Questionário Inicial	30
Apêndice B – Atividades Contextualizadas.....	32
Apêndice C – Código do Programa	35
Apêndice D – Questionário Final	36
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	41

PRODUTO EDUCACIONAL

Introdução

Analisando os avanços tecnológicos e educacionais vemos a necessidade de inovar os métodos e técnicas de regência em sala de aula, principalmente na disciplina de física e com os alunos jovens e adultos, que trazem consigo grandes barreiras e traumas.

O produto educacional aqui apresentado tem por objetivo auxiliar docentes na área de física e em especial com o conteúdo do movimento harmônico simples para desenvolver uma aula mais atrativa através da união da teoria e da prática utilizando como experimento o microcontrolador Arduino, de forma que consiga gerar uma aprendizagem significativa para os discentes por meio de aulas que utilizem unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Além disso, serão considerados também dois pontos importantes da teoria da aprendizagem significativa proposta pelo psicólogo David Ausubel: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Serão muito bem observados e analisados os conhecimentos prévios dos alunos relevantes para o conteúdo, que são pontos importantes para alcançar uma aprendizagem significativa como propostos por Ausubel, também chamado por ele de subsumções. De modo que, ao alcançar a aprendizagem significativa o aluno não terá mais a necessidade de decorar, ou seja, de usar a aprendizagem mecânica.

O produto foi aplicado e testado na escola Roberto Sanches Mubárac com a turma do módulo III da EJA do ensino médio. As aulas tiveram duração estimada de 2horas/aula cada, com a primeira aula voltada para a teoria, a segunda foi mais focada na revisão e aprofundamento, a terceira para realização de atividades contextualizadas e leitura do roteiro experimental, já a última para o desenvolvimento da atividade experimental com o microcontrolador Arduino.

Como o conteúdo faz parte do plano de curso do nível médio é possível que este produto também seja utilizado com os alunos do 2º ano do ensino médio, além disso poderá ser utilizado também na disciplina de Fluídos e na graduação do curso de licenciatura em física.

O Movimento Harmônico Simples

Ao pararmos para analisar a vida ao nosso redor é possível percebermos diversas situações: crianças brincando no balanço de um parquinho, as mudanças nas estações do

ano, o vai e vem do dia e da noite, as batidas do nosso próprio coração, o movimento dos pulmões, estes são alguns dos exemplos simples de oscilações, dentre tantos outros existentes.

Segundo Halliday (2009):

Nosso mundo está repleto de oscilações, nas quais os objetos se movem repetidamente de um lado para o outro. [...] Eis alguns exemplos: quando um taco rebate uma bola de beisebol, o taco pode sofrer uma oscilação [...], quando o vento fustiga uma linha de transmissão de energia elétrica, a linha às vezes oscila [...], nos aviões, a turbulência do ar que passa pelas asas faz com que elas oscilem [...], quando um trem faz uma curva, as rodas oscilam horizontalmente [...], quando acontece um terremoto nas vizinhanças de uma cidade os edifícios sofrem oscilações tão intensas que podem desmoronar. Quando uma flecha é lançada de um arco as penas da extremidade conseguem passar pelo arco sem se chocar com ele porque a flecha oscila. Quando se deixa cair uma moeda em um prato metálico a moeda oscila [...], quando um caubói de rodeio monta um touro seu corpo oscila em várias direções [...]. (Halliday & Resnick, 2009, p. 87).

Ainda segundo o livro do Halliday (2009), quando um objeto se move repetidas vezes de um lado para o outro, nós temos um movimento conhecido como movimento oscilatório, que em determinadas situações as suas consequências podem ser boas, como é o caso apresentado por Mochizuki e Amadio (2003), em que as oscilações que ocorrem no corpo humano tem como função: o suporte, a estabilidade e o equilíbrio; ou ruins, conforme mencionado na revista The New York Times, sobre a queda da ponte Tacoma Narrows no dia 7 de novembro de 1940 na cidade de Washington, Estados Unidos.

No movimento oscilatório existem algumas grandezas que são importantes para o estudo, como por exemplo a frequência, que é o número de oscilações completas que dado objeto realiza por segundo, simbolizada pela letra f e tendo como unidade de medida no SI o Hertz (Hz), já a outra é o período representado pela letra T , que é o tempo que um determinado objeto de massa m gasta para realizar uma oscilação completa, possuindo como unidade o segundo.

Matematicamente, temos que a frequência é:

$$f = \frac{1}{T}. \quad (1)$$

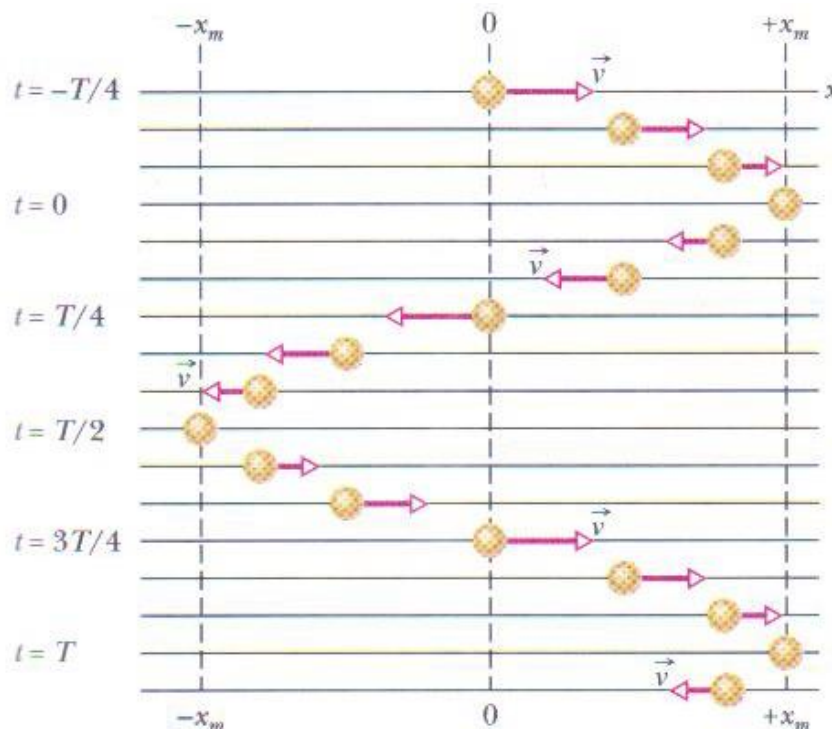
Já o período pode ser calculado como o inverso da frequência, então:

$$T = \frac{1}{f}. \quad (2)$$

O movimento conhecido como periódico ou harmônico é aquele em que se repete em intervalos de tempo regulares sobre um determinado eixo x , assim como apresentado

na Figura 1, visto que este, pode ser estudado pela análise de um pêndulo simples ou de corpo preso a uma mola.

Figura 1- Sequência de instantâneos de um sistema oscilatório.



Fonte: (Halliday & Resnick, 2009, p. 87).

O movimento harmônico simples é chamado de simples, pois é um dos tipos de movimento de oscilação mais simples de ser compreendido, além de ser observado em diversos exemplos na natureza. (Santos, 2017).

Segundo (Young & Freedman, 2008, p. 38), “o tipo mais simples de oscilação ocorre quando a força restauradora F_x é diretamente proporcional ao deslocamento x da posição de equilíbrio [...] a oscilação denomina-se movimento harmônico simples, abreviado por MHS.”

Para Castro (2016):

O MHS (Movimento Harmônico Simples) é um movimento que ocorre de modo periódico ou cíclico. O MHS também pode ser descrito como o movimento de oscilação mais elementar, e pode ser observado em qualquer sistema em equilíbrio estável que subitamente tem essa situação modificada, passando a executar um movimento periódico, cíclico ou oscilatório, sendo o último o termo mais usado para designar esse tipo de situação. (Castro, 2016, p. 133).

Para o deslocamento no eixo x do MHS é usada e estudada a equação apresentada na Figura 2, acompanhada dos nomes de cada grandeza.

Figura 2 - Deslocamento no eixo x e suas grandezas.

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi) \quad (3)$$

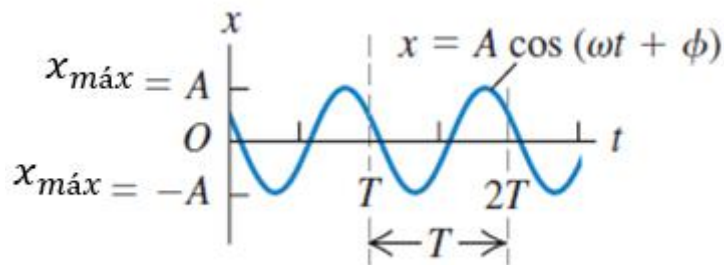
The diagram shows the equation $x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi)$ with several labels and arrows pointing to parts of the equation:

- Deslocamento no instante t** : points to $x(t)$.
- Amplitude**: points to x_m .
- Fase**: points to the entire term $\cos(\omega t + \phi)$.
- Tempo**: points to t .
- Frequência angular**: points to ω .
- Constante de fase ou ângulo de fase**: points to ϕ .

Fonte: (Halliday & Resnick, 2009, p. 88).

A equação apresentada acima na Figura 2, na qual descreve o deslocamento no eixo x do MHS é uma função com características de função cosseno e o seu gráfico pode ser mostrado na Figura 3, o qual possui um ângulo de fase de $\phi = \frac{\pi}{3}$.

Figura 3 - Gráfico do deslocamento de $x(t)$ em função do tempo t .



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 444).

A grandeza de maior relevância apresentada na Figura 4 do deslocamento no eixo x em função do tempo t é x_m , que é a amplitude, a qual em alguns livros pode ser representada pela letra A, variando de $x_{\text{máx}}$ a $-x_{\text{máx}}$, e o termo “máx” representa o valor máximo alcançado pelo objeto ou partícula.

A velocidade de uma determinada partícula no MHS pode ser encontrada derivando a equação da Figura 2, e com isto obtemos:

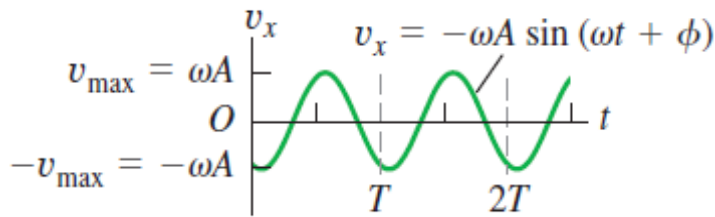
$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [x_m \cos(\omega t + \phi)]. \quad (4)$$

Ou ainda,

$$v(t) = -\omega x_m \sin(\omega t + \phi). \quad (5)$$

Onde, ωx_m é a amplitude da velocidade v_m variando de $+v_m$ a $-v_m$ e seu gráfico é uma função senoidal, como representado no gráfico da Figura 4, o qual está deslocado por $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico de deslocamento $x(t)$ da Figura 3.

Figura 4 - Gráfico da velocidade $v_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t .



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 444).

Da mesma maneira é possível obter a aceleração, porém agora será derivada a velocidade v_m da partícula, assim teremos:

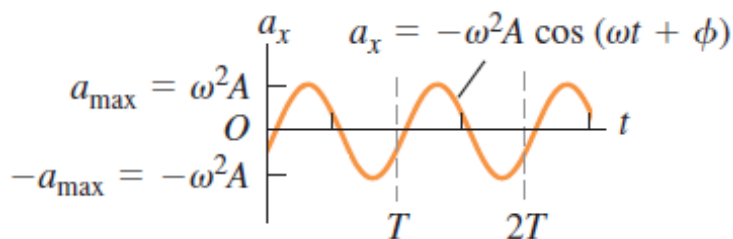
$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [-\omega x_m \text{sen}(\omega t + \phi)]. \quad (6)$$

Ou também,

$$a(t) = -\omega^2 x_m \cos(\omega t + \phi), \quad (7)$$

onde $\omega^2 x_m$ é a amplitude da aceleração a_m variando de $+a_m$ até $-a_m$, e seu comportamento pode ser descrito conforme apresentado no gráfico mostrado na Figura 5, o qual está deslocado $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico $v_x(t)$ e $\frac{1}{2}$ do gráfico $x(t)$.

Figura 5 - Gráfico da aceleração $a_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t .



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 444).

Ao relacionarmos a equação (3) e (7) podemos obter a seguinte equação:

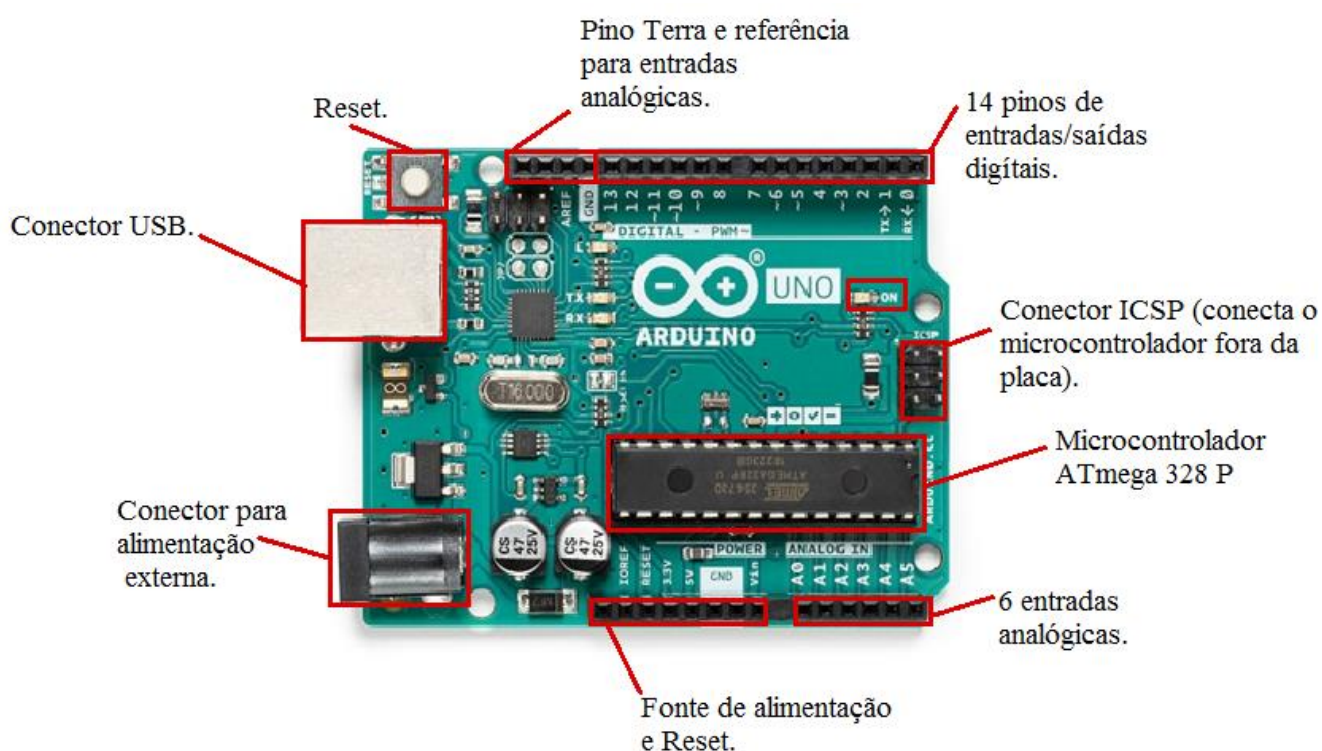
$$a(t) = -\omega^2 x(t). \quad (8)$$

Segundo o livro (Halliday & Resnick, 2009, p. 89) “[...] No MHS, a aceleração é proporcional ao negativo do deslocamento, e as duas grandezas estão relacionadas pelo quadrado da frequência angular.”

A plataforma Arduino

Segundo Martinazzo, *et al.*, (2014) uma boa proposta para aliar os conhecimentos e habilidades tecnológicas dos alunos, suas curiosidades e interesses ao ensino de física seria o uso da placa micro controladora Arduino, a qual está representada na Figura 6.

Figura 6 - Placa Arduino.



Fonte: modificado de www.arduino.cc

Segundo Roberts (2011), a placa Arduino:

é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ela. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. (Roberts, 2011, p. 22).

Ainda segundo Roberts (2011), a ação de apertar um botão e uma lâmpada ser acendida após 30 segundos é um exemplo bem simples do uso de uma plataforma Arduino, mas que também é possível desenvolver experimentos mais complexos como robôs, semáforo interativo e sinalizador de código Morse.

Ainda segundo Souza, *et al.*, (2011) podemos perceber e compreender que:

A placa Arduino é baseada num microcontrolador muito versátil que potencializa suas funções para além de uma simples interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinha no controle de vários dispositivos e tendo assim aplicações em instrumentação embarcada e robótica. (SOUZA, *et al.*, 2011, p.1).

Figura 7 - Microcontrolador Arduino.



Fonte: encurtador.com.br/celOP

A placa micro controladora Arduino, no entanto, não é a mesma coisa que um microcontrolador, isso pode ser notado através da Figura 6 e Figura 7 pois, o microcontrolador é um dos dispositivos que contém na placa Arduino.

Atualmente, existem inúmeros modelos de placas Arduino, com diversos nomes e preços, incluindo kits mais sofisticados e modelos populares.

A placa micro controladora que será utilizada neste trabalho será a Arduino UNO ATmega 328 P, a qual contém como microcontrolador o ATmega328P, que possui as principais características¹:

- ATmega328P-PU: encapsulamento DIP 28 pinos;
- 8 bits;
- Clock de até 20 MHz;

¹ Informações coletadas da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, disponível em <https://sites.google.com/a/liberato.com.br/sistemas-microprocessados-i/home/microprocessadores---4323/10---arduino>.

- Alimentação 1,8 a 5,5 V;
- 32 KBytes de memória de programa Flash;
- 2 KBytes de memória de dados (RAM);
- 23 pinos de I/O;
- Conversor analógico-digital de 6 canais, 10 bits;
- PWM de 6 canais.

Para Moreira, *et.al.*, (2018), a plataforma Arduino é uma ótima opção de recurso didático para ser usado em sala de aula, pois além de ser de código aberto, é versátil, de fácil compreensão e uso tanto do hardware quanto do software, de baixo custo, muita variedade no mercado e ainda possui um software de multiplataforma, ou seja, pode ser usado nos sistemas: Windows, Linux e também no sistema IOS, deste modo, podendo ser um instrumento utilizado na construção e desenvolvimento de experimentos, além é claro de verificar e provar as teorias da física na prática.

O projeto Arduino ainda segundo Moreira, *et.al.*, (2018), se encaixa como um instrumento de laboratório que possibilita inúmeras ações como:

observar o fenômeno, formular hipóteses, comparar os resultados obtidos com os previstos, reformular suas hipóteses, fazer ajustes experimentais e testá-las novamente. O dinamismo desse processo, aliados ao trabalho docente tendem a deixar os estudantes **mais motivados e envolvidos ativamente na sua própria aprendizagem, já que a aula torna-se desafiadora.** (MOREIRA, *et.al.*, 2018, p.18, grifo nosso).

Para que possamos utilizar o Arduino em sala de aula e termos uma boa experiência é necessária a utilização de um computador para inserir os códigos de comando, que segundo Cavalcante, Tavolaro E Molisani, (2011):

[...] o computador é uma importante ferramenta cognitiva, isto é, permite ao estudante desenvolver habilidades, interiorizar conhecimentos e organizá-los de modo a construir uma interpretação do mundo que o cerca [...] e dessa forma o computador é uma ferramenta que permite organizar e sistematizar informações. (Cavalcante, Tavolaro, & Molisani, 2011, p. 1).

Ainda conforme Cavalcante, Tavolaro E Molisani, (2011), o computador é utilizado como um “agente transformador” no ensino de física, com o objetivo de reduzir o distanciamento tecnológico existente entre a escola e o estudante.

Como vimos ao longo deste capítulo, a plataforma² Arduino é a somatória ou o conjunto de todos os recursos necessários para o desenvolvimento completo de determinada experiência, sendo estes: o microcontrolador, a placa, o software e a linguagem de programação. (MAGANHA, 2017).

Portanto, podemos concluir que o uso de um experimento em sala de aula utilizando juntos um computador e um microcontrolador Arduino tem grandes benefícios e vantagens para a aprendizagem dos alunos. Deste modo, utilizaremos estas duas ferramentas para a experiência que será desenvolvida na aula dois, além de outros materiais muito importantes como por exemplo o sensor ultrassônico, apresentado na Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Sensor ultrassônico HC – SR04.



Fonte: Própria.

Segundo Carvalho (2017), o sensor ultrassônico é um dos tipos de sensores muito importantes:

[...] para experimentos didáticos de Física pois permite a medição de distâncias. Opera por transmissão de energia não sujeita à interferência eletromagnética e totalmente limpa. Atua de modo eficiente detectando objetos em distâncias que variam entre milímetros até vários metros e pode ser empregado para detectar os mais variados tipos de objetos e substâncias. (Carvalho, 2017, p. 15).

Ainda conforme Carvalho (2017), no sensor ultrassônico pode ser realizado o envio e o recebimento de ondas sonoras, além disso possui pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND), que tornam possível a medição de determinadas distâncias.

² Opinião de Maganha, Gabriel, fevereiro de 2017, disponível no canal do Youtube em GV Ensino em <https://bityli.com/8O684>.

Para uma completa experiência usando a plataforma Arduino é necessário também utilizarmos o software (ambiente de desenvolvimento – IDE), podendo ser baixado de forma gratuita e direta do site oficial do Arduino, www.arduino.cc e instalado em seu computador. Além do software baixado, utilizaremos também o programa Excel da Microsoft para poder construir gráfico da posição da massa versus tempo.

Sequências Didáticas

A seguir serão apresentadas em tabelas as 4 sequências didáticas utilizadas ao longo do trabalho em sala de aula com os alunos.

Tabela 1 - Sequência Didática – 1ª aula

Professor: Beatriz Guedes Gomes.
Orientador: Prof Dr. Eduardo de Paula Abreu.
Local: Escola Roberto Sanches Mubárac.
Nível de ensino: médio (EJA).
Modalidade: Presencial.
Assunto: Conhecendo o Movimento Harmônico Simples.
Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.
Duração: 2 horas.
Problema: Identificar o movimento harmônico simples no cotidiano.
Objetivos: <ul style="list-style-type: none">➤ Entender o que é o Movimento Harmônico Simples;➤ Saber quais são as características do MHS;➤ Conseguir identificar situações do cotidiano em que ocorre o Movimento Harmônico Simples;
Metodologia: <p>Nesta aula é utilizada como base de fundamentação teórica, a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual tem como um dos pontos mais importantes os conhecimentos prévios dos alunos. Além disso, também será utilizada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011), que é formada por oito aspectos sequenciais, que são desenvolvidos ao longo de quatro aulas, partindo desta.</p> <p>A aula deve ser iniciada com um momento de acolhida e orientações sobre o seu desenvolvimento, para que os alunos compreendam a importância do trabalho, em seguida tem de ser realizada a aplicação do questionário de opinião, que tem como principal objetivo, analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de movimento harmônico simples e o Arduino. Posteriormente, deverá ser utilizado o projetor multimídia para a apresentação dos slides da aula, a qual deve partir do geral e inclusivo para o específico (situação problema), conforme apresentado por Moreira e Mansini (1982), onde Ausubel nos propõem em sua teoria, que desta maneira facilitará na aprendizagem de um conceito, além é claro de poder verificar mais profundamente o conhecimento prévio exposto pelos discentes desta vez de forma oral.</p>

Seguindo a aula, o conteúdo precisa ser estudado de forma que envolva situações cotidianas dos alunos, tendo assim um significado para eles, utilizando também diversos exemplos contextualizados.

Recurso didático:

- Notebook;
- Projetor multimídia;
- Power point;
- Cadernos e canetas;
- Quadro branco e pincel;

Avaliação: desenvolvida ao longo da aula por meio da observação das respostas dos alunos, identificando suas dificuldades e facilidades no conteúdo estudado, ou seja, será realizada de modo formativo.

Fonte: Própria.

Tabela 2 - Sequência Didática – 2ª aula.

Professor: Beatriz Guedes Gomes.

Orientador: Prof Dr. Eduardo de Paula Abreu.

Local: Escola Roberto Sanches Mubárac.

Nível de ensino: médio (EJA).

Modalidade: presencial.

Assunto: revisão e reforço de conceitos e teorias.

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Duração: 2 horas.

Problema: Resolver situações problema do movimento harmônico simples.

Objetivos:

- Relembrar pontos importantes da primeira aula;
 - Entender o comportamento da posição, da velocidade e da aceleração em um sistema massa-mola;
 - Saber resolver problemas envolvendo o Movimento Harmônico Simples;
-

Metodologia:

O professor nessa aula tem de fazer uma revisão dos conteúdos utilizando por exemplo o vídeo “MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES - DICA ENEM - Prof. Thales” disponível na plataforma do youtube no link <https://www.youtube.com/watch?v=aijTirvB0yQ&t=306s> e em seguida deverá aplicar uma lista de atividades para revisão e fixação, após a realização das atividades deverá fazer a correção da mesma com a participação dos alunos.

Recurso didático:

- Notebook;
 - Projetor multimídia;
 - Power point;
 - Cadernos e canetas;
 - Quadro branco e pincel.
-

Avaliação: Será desenvolvida ao longo da aula por meio da observação das respostas dos alunos, identificando suas dificuldades e facilidades no conteúdo estudado, ou seja, será realizada de modo formativo, além de ser somativa por meio de aplicação de atividades no decorrer das duas aulas.

Fonte: Própria.

Tabela 3 - Sequência Didática – 3ª aula.

Professor: Beatriz Guedes Gomes.

Orientador: Prof Dr. Eduardo de Paula Abreu.

Local: Escola Roberto Sanches Mubárac.

Nível de ensino: médio (EJA).

Modalidade: presencial.

Assunto: Introdução a atividade experimental.

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Duração: 2 horas.

Problema: Resolver problemas contextualizados envolvendo o Movimento Harmônico Simples.

Objetivos:

- Resolver problemas contextualizados envolvendo o Movimento Harmônico Simples;
 - Saber o que é um Microcontrolador Arduíno;
 - Entender qual a utilidade de um Microcontrolador Arduíno;
-

Metodologia:

É importante que seja feita uma revisão oral da aula anterior com a participação da turma para relembrar pontos importantes, em seguida deve ser aplicada uma lista de atividades contextualizadas com base no que foi estudado nas aulas iniciais, devendo ser realizada a correção da mesma de forma individual com cada aluno, para que assim possa conseguir tirar as dúvidas ainda existentes.

É sugerido que após este momento os alunos tenham acesso ao roteiro experimental, fazendo a leitura do mesmo e conhecendo os materiais a serem utilizados no experimento.

Recurso didático:

- Notebook;
 - Projetor multimídia;
 - Power point;
 - Cadernos e canetas;
 - Quadro branco e pincel;
 - Placa protoboard;
 - Jumpers;
 - Sensor ultrassônico;
 - Mola;
 - Massa;
 - Cabo USB;
 - Power point;
-

-
- Microcontrolador Arduíno;
 - Caderneta de anotações;
-

Avaliação: Realizada de modo formativo, no decorrer da aula, por meio da participação dos alunos, através das suas respostas orais e escritas.

Fonte: Própria.

Tabela 4 - Sequência Didática – 4ª aula.

Professor: Beatriz Guedes Gomes.

Orientador: Prof Dr. Eduardo de Paula Abreu.

Local: Escola Roberto Sanches Mubárac.

Nível de ensino: médio (EJA).

Modalidade: presencial.

Assunto: Realização do experimento com o microcontrolador Arduíno.

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Duração: 2 horas.

Problema: Encontrar o valor teórico e experimental para o período.

Objetivos:

- Realizar o experimento com o microcontrolador Arduíno;
 - Calcular o valor do período através dos materiais utilizados no experimento;
 - Calcular o valor teórico e experimental para o período;
 - Identificar que o valor experimental e teórico para o período são próximos;
 - Desenvolver um trabalho de qualidade em grupo.
-

Metodologia:

Inicialmente, é necessário fazer uma breve releitura do roteiro experimental, lembrando o passo a passo e os materiais a serem utilizados no experimento, posteriormente deve ser iniciada a realização da montagem do experimento a qual é descrita de forma minuciosa no tópico “procedimento experimental” do próprio Roteiro Experimental.

Após serem desenvolvidos todos os passos apresentados no procedimento experimental tem de ser realizado o roteiro de atividades para finalizar.

Recurso didático:

- Notebook;
 - Projetor multimídia;
 - Power point;
 - Cadernos e canetas;
 - Quadro branco e pincel;
 - Placa protoboard;
 - Jumpers;
 - Sensor ultrassônico;
 - Mola;
 - Massa;
 - Cabo USB;
 - Power point;
-

➤ Microcontrolador Arduíno;

Avaliação: Realizada de modo formativo, no decorrer da aula, por meio da participação dos alunos, através das suas respostas orais e escritas.

Fonte: Própria.

Roteiro Experimental: Microcontrolador Arduino.

Professor: Beatriz Guedes Gomes.

Orientador: Prof Dr. Eduardo de Paula Abreu.

Local: Escola Roberto Sanches Mubárac.

Assunto: A análise do valor experimental do período para o MHS utilizando o Microcontrolador Arduino.

Objetivo:

- Calcular o valor experimental do período através dos materiais utilizados;
- Encontrar o valor teórico do período;
- Apresentar a diferença entre o valor experimental e teórico para o período;
- Construir gráfico representando o período;
- Verificar a porcentagem de erro.

Introdução

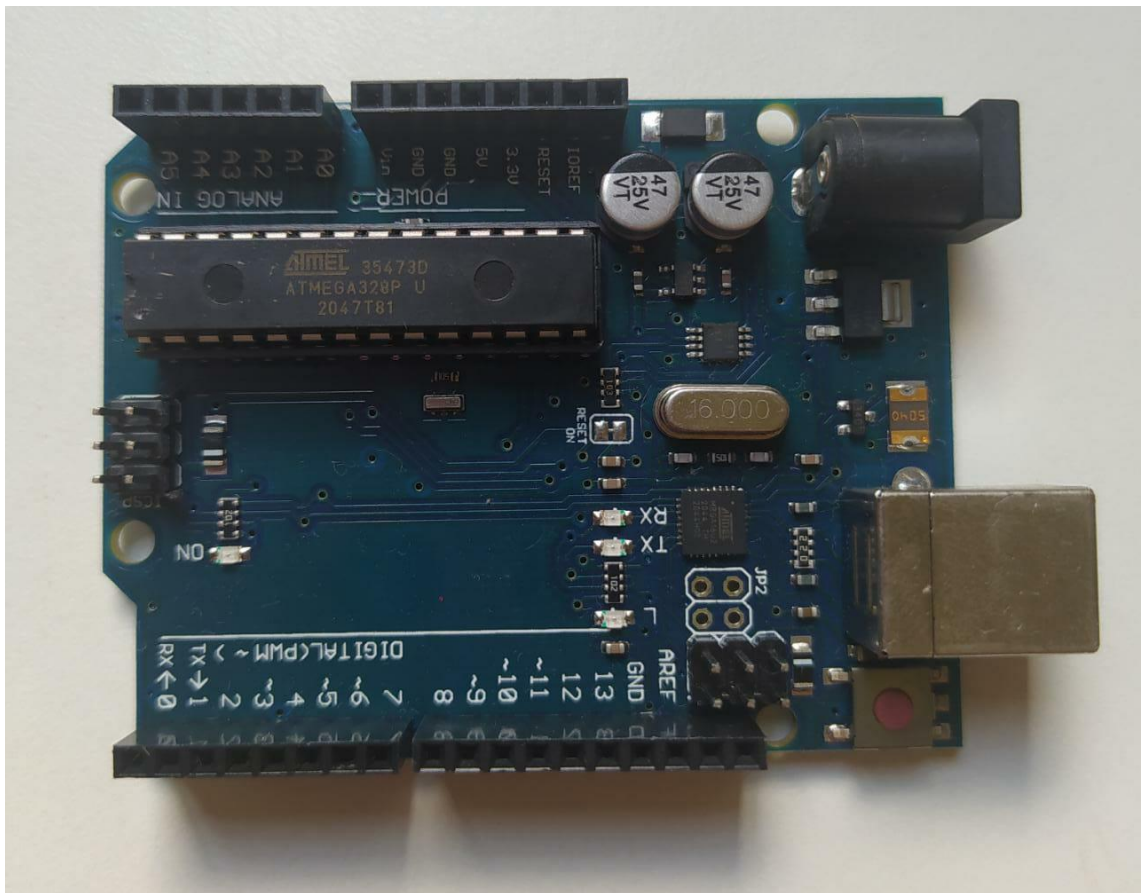
O microcontrolador, a placa, o software e a linguagem de programação, juntos formam um conjunto de recursos necessários para o desenvolvimento completo de determinada experiência, a qual ao ser desenvolvida interage com o ambiente por meio de um computador e outros dispositivos eletrônicos exercendo diferentes ações por meio do experimento finalizado, como por exemplo acender luzes, mover objetos, fazer medições, dentre outras mais complexas.

Materiais utilizados:

A seguir será apresentada uma lista com os materiais a serem utilizados e suas respectivas figuras logo abaixo.

- 01 Placa Arduino Uno R3 (Figura 9).

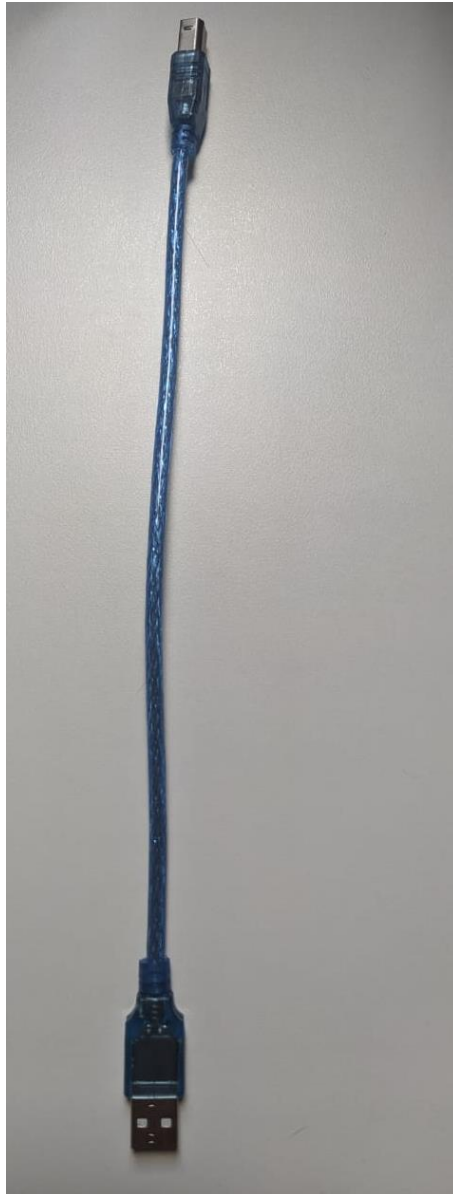
Figura 9 - Placa Arduino Uno R3.



Fonte: Própria.

- 01 Cabo USB 2.0 de 30cm (Figura 10).

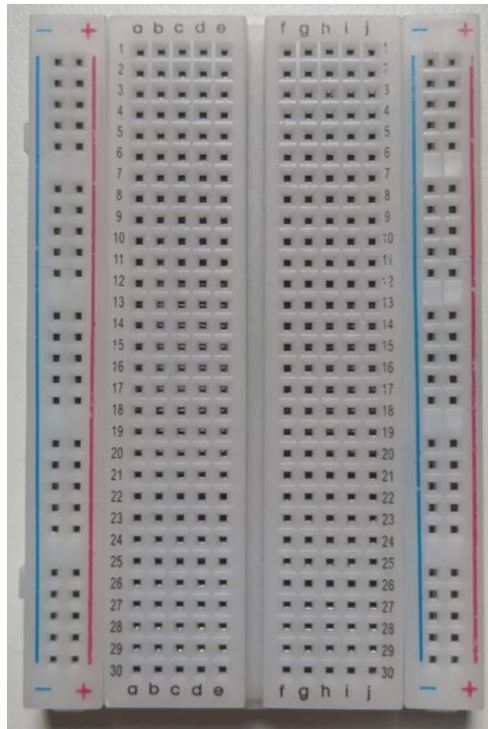
Figura 10 - Cabo USB 2.0 de 30cm.



Fonte: própria.

- 01 Protoboard 400 Pontos (Figura 11).

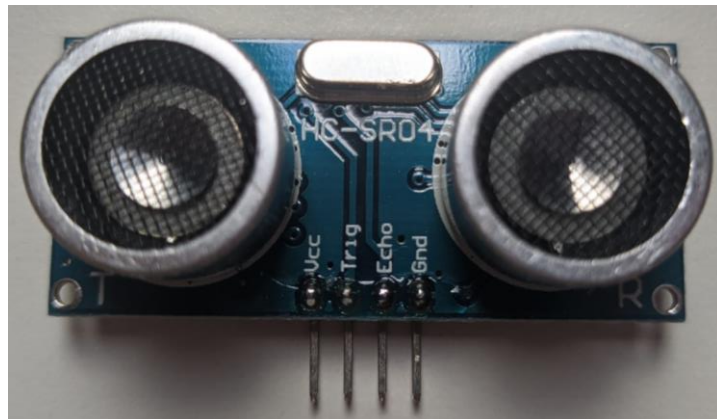
Figura 11 - Protoboard 400 Pontos.



Fonte: própria.

- 01 Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 (Figura 12).

Figura 12 - Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04



Fonte: própria.

- 01 Arruela e suporte de metal (Figura 13).

Figura 13 - Arruelas e suporte de metal.



Fonte: própria.

- 01 Mola (Figura 14).

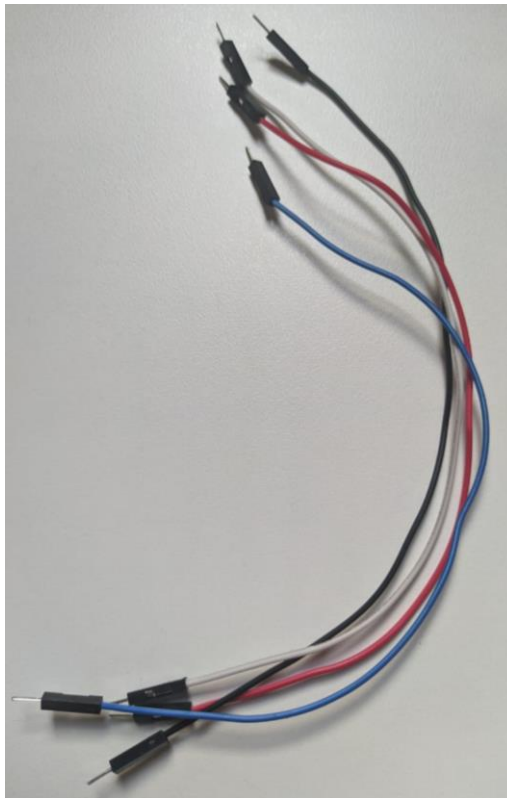
Figura 14 - Mola.



Fonte: própria.

- 10 Jumper Macho-Macho variados (Figura 15).

Figura 15 - Fios Jumper.



Fonte: própria.

Procedimento experimental:

Passo 1: baixe e instale o software do Arduino atualizado e de acordo com a versão do seu computador pelo site “<https://www.arduino.cc/en/software>”.

Passo 2: entre no programa dando dois cliques no ícone do mesmo com o botão direito do mouse.

Passo 3: conecte uma das extremidades do cabo jumper de cor azul no pino de 5V da placa e a outra extremidade no pino de 5V do Sensor (Vcc).

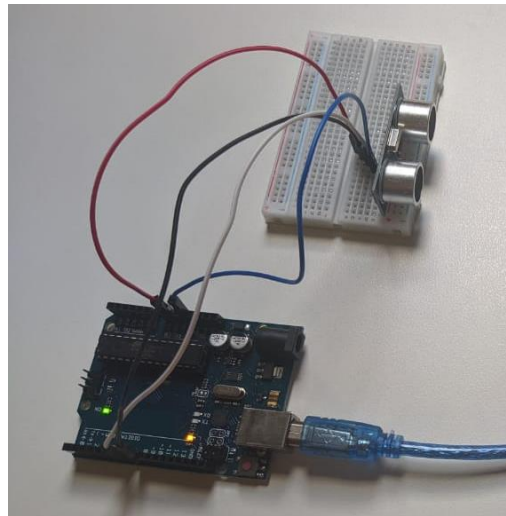
Passo 4: conecte ambas as extremidades do cabo jumper vermelho ao GND.

Passo 5: Usando o cabo jumper na cor branca, conecte uma extremidade no pino digital 7 da placa e a outra no pino trig.

Passo 6: use o cabo jumper na cor preta e faça a conexão no pino digital 8 da placa e a outra extremidade no pino echo.

Após realizados todos os passos acima do procedimento experimental, você terá algo parecido com a Figura 16, apresentada logo abaixo.

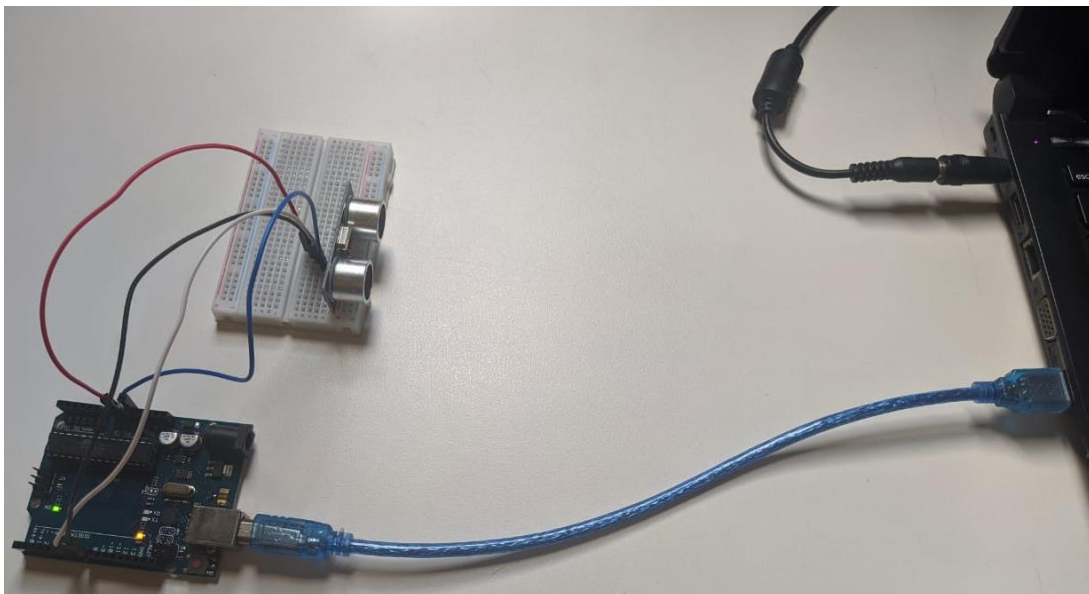
Figura 16 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa.



Fonte: própria.

Passo 7: verifique o software baixado e realize a conexão do computador com a placa Arduino por meio de um cabo USB (Figura 17).

Figura 17 - Conexão entre os fios jumpers, o sensor, a placa e o computador.





Fonte: própria.

Passo 8: cheque se está tudo correto com a montagem dos cabos clicando no ícone de verificar do software (Tabela 5).

Passo 9: clique no ícone de carregar para realizar o upload do código para o Arduino (Tabela 5).

Tabela 5 – Ícones do programa Arduino.

NOME DO ÍCONE	ÍCONE	FUNÇÃO
Verificar		Verifica se há erros
Carregar		Faz o upload do código para o Arduino.

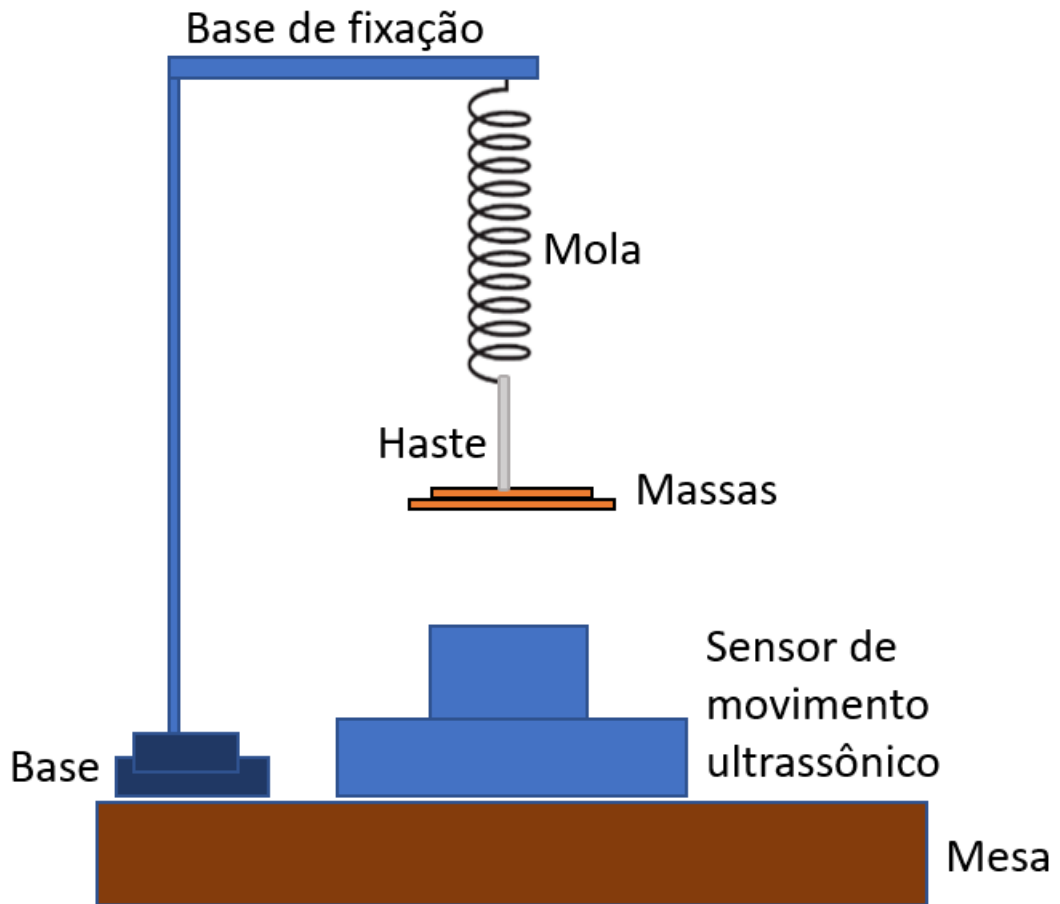
Fonte: própria.

Passo 10: digite o código que está disponível no Apêndice C deste produto educacional.

O aparato experimental é mostrado na Figura 18. Nessa figura vemos uma base que sustenta toda a estrutura, a qual está conectada a base de fixação e por meio dela é presa em uma das extremidades a mola, já a outra extremidade possui uma haste que segura as massas.

Logo abaixo das massas há um sensor de movimento ultrassônico, colocado sobre a mesa ou piso. Esse sensor ultrassônico será acoplado ao microcontrolador Arduino. Quando puxamos a mola para baixo e soltamos ela oscila em um movimento harmônico simples. O sensor ultrassônico emite uma onda sonora que atinge as massas e o eco dessa onda retorna para o sensor ultrassônico que envia este sinal para o microcontrolador Arduino. O Arduino então nos fornece a posição das massas em função do tempo. Esses valores serão copiados e colados em um bloco de notas, em seguida serão adicionados ao programa excel para construção do gráfico, através do qual poderemos encontrar o valor experimental do período, depois esse valor experimental será comparado com o valor teórico dado por $T = 2\pi\sqrt{m/k}$.

Figura 18 - Representação do experimento montado.



Fonte: Própria.

Roteiro de atividades:

Questão 1: Qual o nome do experimento realizado e qual a sua função?

Questão 2: Qual foi a função do sensor ultrassônico no experimento?

Questão 3: Descreva de forma breve e simples o que foi feito para encontrar o valor experimental do período.

Questão 4: Qual foi a porcentagem de erro obtida?

Apêndice A – Questionário Inicial

Caro aluno (a),

Este questionário que aqui apresento integra um trabalho de pesquisa que eu estou realizando no Mestrado Profissional no Ensino de Física pela Universidade Federal do Acre, o qual tem por objetivo verificar sua opinião com relação as aulas de física e seus conhecimentos prévios sobre os assuntos que serão estudados durante as aulas, portanto não é necessário colocar o nome. Peço por gentileza que seja sincero nas respostas, pois é um trabalho importante que irá contribuir para o ensino de Física. Desde já agradeço sua participação.

QUESTÃO 1. Você já participou de alguma aula de física na EJA que tivessem experimentos?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 2. Você já ouviu falar ou sabe o que é um micro controlador Arduino?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 3. Você sabe qual a função de um micro controlador Arduino?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 4. Você acha que as aulas de física com experimentos são importantes para o aprendizado?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 5. Você já ouviu falar sobre o movimento harmônico simples? Saberá explicar o que é?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 6. Para você o que seria Período?

QUESTÃO 7. O que seria a frequência para você?

QUESTÃO 8. Qual é a importância de aprender os conteúdos de física para você?

QUESTÃO 9. Você acha que aprender os conteúdos de física te faz compreender melhor a sua vida cotidiana?

SIM

NÃO

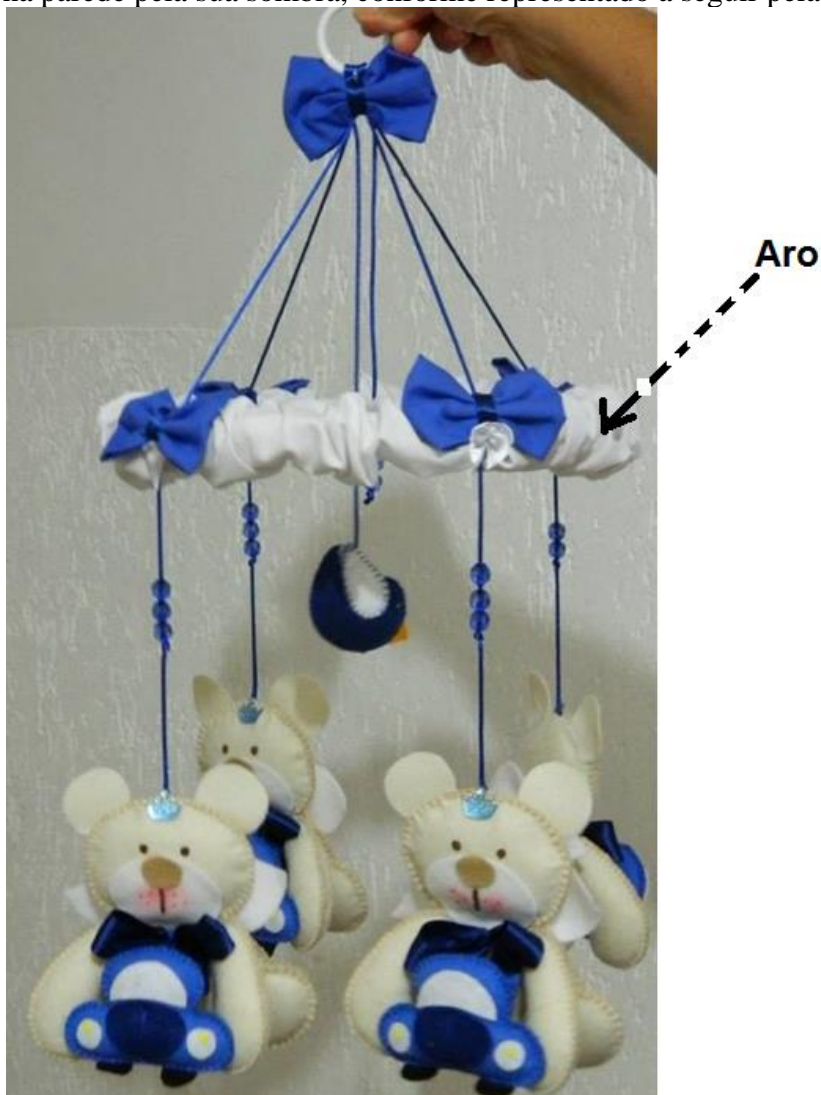
QUESTÃO 10. Para você os conteúdos de física estão relacionados com os fenômenos naturais, ou seja, com situações do dia-a-dia?

SIM

NÃO

Apêndice B – Atividades Contextualizadas

QUESTÃO 1(adaptada de ENEM, 2013). Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com alguns ursinhos pendurados, que giram com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento de cada ursinho seja projetado na parede pela sua sombra, conforme representado a seguir pela figura:



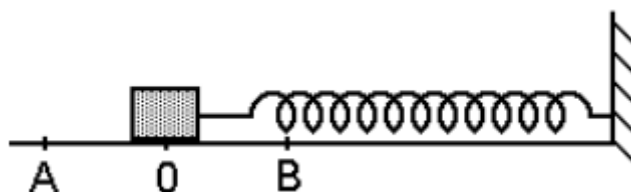
Enquanto os ursinhos giram, suas sombras descrevem um movimento:

- a) retilíneo uniformemente variado.
- b) circular uniformemente variado.
- c) harmônico simples.
- d) circular uniforme.
- e) retilíneo uniforme.

QUESTÃO 2 (adaptada de Teixeira, s.d). Um determinado móvel executa um movimento harmônico simples segundo a seguinte equação $x = 8m \cdot \cos(2\pi \cdot t + \pi) - S.I$, onde o tempo t é medido em segundos.

Determine a amplitude do movimento, a frequência angular, a fase inicial, o período e a frequência do movimento.

QUESTÃO 3. (Motta, s.d) Um corpo de massa m é preso à extremidade de uma mola helicoidal que possui a outra extremidade fixa. O corpo é afastado até o ponto A e, após abandonado, oscila entre os pontos A e B. Pode-se afirmar corretamente que a



- a) aceleração é nula no ponto 0.
- b) a aceleração é nula nos pontos A e B.
- c) velocidade é nula no ponto 0.
- d) força é nula nos pontos A e B.
- e) força é máxima no ponto 0.

QUESTÃO 4 (adaptada de Motta, s.d). Um objeto encontra-se em Movimento Harmônico Simples se sua:

- a) velocidade é diretamente proporcional ao período.
- b) velocidade é diretamente proporcional à elongação.
- c) aceleração é diretamente proporcional ao período.
- d) aceleração é diretamente proporcional à velocidade.
- e) aceleração é proporcional ao negativo do deslocamento.

QUESTÃO 5 (adaptada de Motta, s.d). Das afirmativas a seguir:

- I. Todo movimento periódico é um movimento harmônico simples;
- II. No movimento harmônico simples, a aceleração é proporcional ao negativo do deslocamento;
- III. O período de oscilação de um pêndulo simples, cujo movimento se realiza nas vizinhanças do equilíbrio estável, é proporcional ao comprimento do pêndulo.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I e II;
- b) apenas I e III;
- c) somente II;
- d) somente III.

QUESTÃO 6. (Motta, s.d). Um movimento harmônico simples é descrito pela função $x = 7 \cos(4\pi t + \pi)$, em unidades de Sistema Internacional. Nesse movimento, a amplitude e o período, em unidades do Sistema Internacional, valem, respectivamente,

- a) 7 e 1.
- b) 7 e 0,50.
- c) π e 4π .
- d) 2π e π .
- e) 2 e 1.

QUESTÃO 7 (Própria). Analise as colunas apresentadas e escreva os números a elas correspondentes:

1 Posição	$() = -\omega A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$
2 Período	$() = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$
3 Frequência Angular	$() = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$
4 Força	$() = \frac{1}{T}$
5 Velocidade	$() = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
6 Frequência	$() = \frac{1}{f}$
7 Aceleração	$() = -kx$

Apêndice C – Código do Programa. (Calin e Geoffrey, 2014).

```
// HCSR04
const int trigPin = 7;
const int echoPin = 8;
void setup() {
  Serial.begin (9600);
}
void loop() {
  unsigned int echo_time;
  float distance;
  unsigned long time;
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  echo_time =pulseIn(echoPin, HIGH);
  time = micros();
  distance = echo_time/2.0*0.0343;
  distance = sqrt(distance*distance - 1.3*1.3);
  Serial.print(time/1000000.0, 6);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(distance, 6);
  delay(10);
}
```

Apêndice D – Questionário Final

Caro aluno (a),

Este questionário, assim como as aulas de física que tivemos fazem parte de um trabalho de pesquisa que estou realizando no Mestrado Profissional no Ensino de Física pela Universidade Federal do Acre, o qual tem por objetivo verificar sua satisfação com relação as aulas de física teórico-práticas e o uso do Arduíno, bem como o seu aprendizado nestas aulas, portanto não é necessário colocar o nome. Peço por gentileza, que seja sincero nas respostas, pois é um trabalho muito importante que irá contribuir para o ensino de Física. Desde já agradeço sua participação.

QUESTÃO 1. Você gostou de ter aprendido e estudado o conteúdo de MHS utilizando um experimento?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 2. Você gostaria de ter mais aulas de física com experimentos usando o Arduíno?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 3. Você acha que a aula com experimento complementou e reforçou o estudo teórico?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 4. Você acha que esta aula de física teórico-prática contribuiu para o seu conhecimento e sua vida como cidadão?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 5. Após estudar o MHS você acha que pode compreender melhor algumas situações do cotidiano?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 6. Você acredita que consegue visualizar situações do seu cotidiano que envolvem o conteúdo do MHS?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 7. Você conseguiria explicar o que é um micro controlador Arduíno e para que serve?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 8. Durante as aulas de física qual foi sua maior dificuldade? Selecione uma das opções e justifique.

- a) A aula a distância;
- b) Compreender o conteúdo;
- c) Compreender o que é o Arduíno e para que serve;
- d) O manuseio de recursos tecnológicos.

Justifique: _____

QUESTÃO 9. Qual tipo de aula de física você considera mais importante para o seu aprendizado?

- a) Teórica: apenas utilizando os livros com as explicações do professor.
- b) Experimental: utilizar apenas os experimentos.
- c) Teórica com experimento: Utilizar os dois métodos porque um complementa o outro.

Justifique: _____

QUESTÃO 10. Você pretende realizar o exame nacional do ensino médio (ENEM) este ano?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 11. Você acha que estas aulas irão ajudar você a realizar o exame nacional do ensino médio (ENEM) com mais facilidade?

() SIM

() NÃO

QUESTÃO 12. Com relação ao seu desempenho nas aulas, qual nota você daria a sua dedicação em aprender? Marque uma nota de 0 a 5, onde zero você considera que não se esforçou nada e 5 você se esforçou muito.

()0 ()1 ()2 ()3 ()4 ()5

QUESTÃO 13 (Própria). O Movimento Harmônico Simples pode ser compreendido como sendo:

- a) Periódico, se repetindo em intervalos de tempo regulares sobre um determinado eixo x;
- b) Não periódico, se repetindo em intervalos de tempo regulares sobre um determinado eixo x;
- c) Retrógrado, não se repetindo em intervalos regulares de tempo;
- d) Periódico, não se repetindo em intervalos de tempo regulares sobre um determinado eixo x;
- e) Não periódico, não se repetindo em intervalos de tempo regulares sobre um determinado eixo x.

QUESTÃO 14 (adaptado de Teixeira, s.d). Um corpo de massa m, ligado a uma mola de constante elástica k, está executando um movimento harmônico simples. Nos pontos em que ocorre a inversão no sentido do movimento:

- a) são nulas a velocidade e a aceleração.
- b) são nulas a velocidade e a energia potencial.
- c) o módulo da aceleração e a energia potencial são máximas.
- d) a energia cinética é máxima e a energia potencial é mínima.
- e) a velocidade, em módulo, e a energia potencial são máximas.

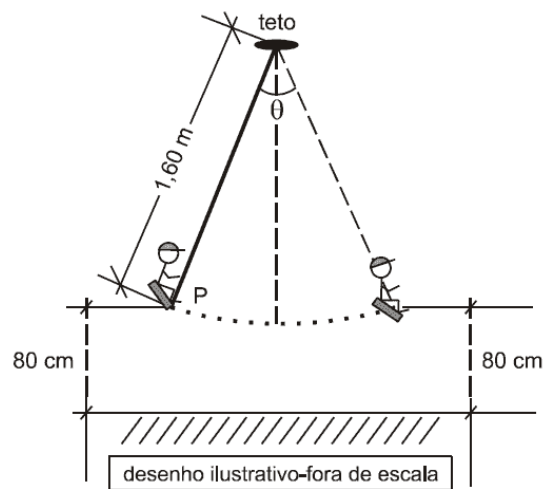
QUESTÃO 15 (adaptada de Helerbrock, s.d). De acordo com o período do Movimento Harmônico Simples (MHS) de um sistema massa-mola, julgue os itens em verdadeiros ou falsos. O período de oscilação:

- () depende da massa do corpo em movimento.
- () depende da amplitude de oscilação.
- () depende da constante elástica.
- () muda após várias oscilações.

QUESTÃO 16. (adaptada de UEC, 2018) Um oscilador harmônico simples, do tipo massa-mola, tem a posição de sua massa descrita por $x = 2m \cdot \cos(3,14 \cdot t)$. Nesse sistema, a amplitude e a frequência são, respectivamente,

- A) 1/2m e 2Hz. B) 2m e 3,14Hz. C) 2m e 1/2Hz. D) 3,14m e 2Hz.

QUESTÃO 17. (Stoodi, 2015) Uma criança de massa 25kg brinca em um balanço cuja haste rígida não deformável e de massa desprezível, presa ao teto, tem 1,60 m de comprimento. Ela executa um movimento harmônico simples que atinge uma altura máxima de 80 cm em relação ao solo, conforme representado no desenho abaixo, de forma que o sistema criança mais balanço passa a ser considerado como um pêndulo simples com centro de massa na extremidade P da haste. Pode-se afirmar, com relação à situação exposta, que:



Dados: intensidade da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$
 considere o ângulo de abertura não superior a 10° .

- a amplitude do movimento é 80 cm
- a frequência de oscilação do movimento é 1,25 Hz
- o intervalo de tempo para executar uma oscilação completa é de $0,8\pi$ s.
- a frequência de oscilação depende da altura atingida pela criança.
- o período do movimento depende da massa da criança.

QUESTÃO 18. (Stoodi, 2013) Uma mola se encontra sobre um plano horizontal sem atrito. Um alongamento de 10 cm é obtido com uma força de 10 N. Adicionamos uma massa de 0,25 kg à mola e produziu-se um alongamento de 20 cm. Abandonamos o sistema. Nestas condições, assinale a alternativa correta.

- A constante da força da mola será $1,0 \cdot 10^3 \text{ N/m}$.

- b) O período será de 31s.
- c) A velocidade máxima será de 4,0 m/s.
- d) A aceleração máxima será de $8,0 \text{ m/s}^2$.
- e) A energia mecânica total do sistema será 20,0 J.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Calin, G., Edwards, S., & Geoffrey, E. (24 de outubro de 2014). *An Arduino Investigation of Simple Harmonic Motion*. American Association of physics teacher, p. 52.

Carvalho, R. V. (2017). *O EMPREGO DE UM SENSOR ULTRASSÔNICO PARA MEDIDAS POSIÇÃO VERSUS TEMPO DE UM SISTEMA MASSA-MOLA. BARRA DO GARÇAS*.

Castro, L. H. (2016). *O uso do Arduino e do processing no ensino de Física*. Rio de Janeiro.

Cavalcante, M. A., Tavolaro, C. R., & Molisani, E. (Dezembro de 2011). *Física com Arduino para iniciantes*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 33.

Halliday, D., & Resnick, R. (2009). *Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica* (Vol. II). Rio de Janeiro: LTC.

Helerbrock, Rafael. *Oscilador massa-mola*. S.d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/oscilador-massa-mola.htm>. Acesso em 18 de julho de 2021.

Motta, André. *Projeto Medicina*. Disponível em: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/283/fisica_mhs_movimento_harmonico_simples.pdf. Acesso em 18 de julho de 2021.

Motta, André. *Projeto Medicina*. Disponível em: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/572/fisica_exercicios_mhs_movimento_harmonico_simples_gabarito.pdf. Acesso em 18 de julho de 2021.

QConcurso. *Questões de Vestibular de Física - Movimento Harmônico*. Disponível em: https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/0e8a843c-4e_. Acesso em 20 de julho de 2021.

Roberts, M. M. (2011). *Arduino Básico* (1ª ed.). (R. Prates, Ed., & R. Zanolli, Trad.) São Paulo: Novatec.

Santos, E. R. (2017). *Estudo do oscilador harmônico em sistemas acoplados*. Cruz das Almas.

Stoodi. *Exercícios de física do movimento harmônico simples*. Disponível em: https://www.stoodi.com.br/exercicios/espcecx-aman/2015/questao/espcecx-aman-2015-uma-crianca-de-massa-25kg-brinca-em/?st_hm_px=1. Acesso em 20 de julho de 2021.

Stoodi. *Exercícios de física do movimento harmônico simples*. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/exercicios/unicentro/2013/questao/uma-mola-se-encontra-sobre-um-plano-horizontal-sem-atrito/>. Acesso em 20 de julho de 2021.

Teixeira, Mariane Mendes. *Exercícios Sobre Movimento Harmônico Simples*. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-movimento-harmonico-simples.htm>. Acesso em 20 de julho de 2021.

Universidade Estadual do Ceará (UEC). *Comissão executiva do vestibular. Vestibular 2018.2 – provas específicas – física e química – 2ª fase – 2º dia*. Disponível em: https://arquivos.qconcursos.com/prova/arquivo_prova/78029/uece-cev-2018-uece-vestibular-fisica-e-quimica-prova.pdf. Acesso em 20 de julho de 2021.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2008). *Física II: Termodinâmica e ondas* (12ª ed.). São Paulo: Addison Wesley.