



CONHECENDO O MHS E O ARDUÍNO COMO EXPERIMENTO NO
ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA EJA

Beatriz Guedes Gomes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre (UFAC) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Dr. Eduardo de Paula Abreu

Rio Branco - AC
2022

CONHECENDO O MHS E O ARDUÍNO COMO EXPERIMENTO NO
ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA EJA

Beatriz Guedes Gomes

Orientador:
Eduardo de Paula Abreu

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre (UFAC) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Eduardo de Paula Abreu (presidente da banca)

Dr. Carlos Henrique Moreira Lima (titular interno)

Dr. Mauro Antônio Andreatta (titular externo)

Rio Branco - AC
2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

G633 Gomes, Beatriz Guedes, 1997 -

Conhecendo o MHS e o Arduíno como experimento no ensino aprendizagem de Física na EJA / Beatriz Guedes Gomes; orientador: Prof. Dr. Eduardo de Paula Abreu. – 2022.

144 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2022.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Ensino de Física. 2. Inovação. 3. MHS. I. Abreu, Eduardo de Paula (Orientador). II. Título.

CDD: 530

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882

Dedico esta dissertação aos meus avós que sempre se esforçaram em me tornar uma pessoa do bem, honesta e educada, que lutaram a vida toda pela família, eu dedico a eles cada letra, linha e pontuação aqui escrita. Espero poder ter dado orgulho a eles com mais essa conquista, tudo que sou e tenho é graças a eles e ao seu infinito amor por mim, sempre serei grata pelo carinho e atenção, estarão sempre no meu coração, de sua neta e filha querida.

Agradecimentos

Agradeço à Deus, pois sem ele eu não teria conseguido alcançar mais essa vitória, não teria conhecido e feito amizades tão boas ao longo do caminho, não teria conseguido superar as barreiras para poder produzir este trabalho.

Agradeço à minha família, e em especial aos meus avós e minha mãe que sempre acreditaram em mim e me apoiaram, que me tornaram a pessoa que hoje sou. Ao meu marido, por nunca ter desistido de mim, por sempre acreditar que eu iria vencer quando nem eu mesma acreditava em mim, por sempre estar ao meu lado, por ter me ajudado em todas as minhas dificuldades, por ter sido meu amigo e companheiro. Aos meus jamais esquecidos professores do ensino fundamental e médio, Evanei Nunes, Aparecida Sampaio, Gleison Guardia, Fábio Cajado, Super Mário, de alfabetização, ciências, matemática e física, que tornaram as aulas mais divertidas e curiosas, que despertaram em mim o sonho de um dia aprender matemática e física, de fazer uma graduação, de ser um dia como eles, grandes mestres.

Aos meus professores da graduação e mestrado, por ter proporcionado um ensino de qualidade que me fez alcançar o mestrado, em especial ao meu orientador e professor, Eduardo de Paula, que aceitou o meu pedido para ser orientada por duas vezes (infelizmente no primeiro processo não consegui passar), muito obrigada por ser esse professor maravilhoso, que tanto apoia e ajuda, atencioso e justo em tudo o que faz, muito obrigada por tudo! Gostaria de agradecer também ao professor Carlos Henrique, recém-chegado no curso e já cativou a todos com sua atenção, humildade e empatia; muito obrigada por sempre ter me ouvido e me auxiliado, serei sempre grata. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

CONHECENDO O MHS E O ARDUÍNO COMO EXPERIMENTO NO ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA EJA

Beatriz Guedes Gomes

Orientador:
Eduardo de Paula Abreu

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. Foi pensando nestes alunos e na inovação da Educação que apresentamos este trabalho, o qual foi desenvolvido em uma escola localizada na cidade de Rio Branco capital do estado do Acre em uma turma do Ensino médio da Eja do módulo III. Este trabalho teve por objetivo geral analisar se houve um ganho na aprendizagem dos alunos por meio de aulas teórico-práticas com o conteúdo do movimento harmônico simples (MHS) e um experimento com um microcontrolador Arduino. A teoria da aprendizagem significativa, proposta pelo psicólogo David Ausubel, foi utilizada como base para a fundamentação teórica, assim como para a metodologia. Foram considerados também dois pontos importantes da teoria: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Neste trabalho usamos o microcontrolador Arduino acoplado a um sensor ultrassônico para encontrar experimentalmente o período do movimento harmônico simples. Com isto esperamos fortalecer o exercício de união e amizade em grupo no ambiente escolar e também aumentar o interesse dos alunos pelo estudo do MHS. Foram desenvolvidas quatro aulas com uma duração estimada de 2horas/aula cada. A primeira aula foi 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. Além disso, neste trabalho é apresentado como proposta o produto educacional, o roteiro experimental, a sequência didática, os questionários inicial e final e as atividades desenvolvidas.

Palavras-chave: Ensino de Física, inovação, MHS, Arduino, Ausubel.

Rio Branco - AC
2022

ABSTRACT

KNOWING THE SHM AND THE ARDUÍNO AS AN EXPERIMENT OF TEACHING AND LEARNING OF EJA

Beatriz Guedes Gomes

Advisor:

Eduardo de Paula Abreu

Analyzing the technological and educational advances, we see the need to innovate the methods and techniques of conducting in the classroom, especially in the discipline of physics and with young and adult students, who bring with them great barriers and traumas. It was thinking about these students and the innovation of Education that we present this work, which was developed in a school located in the city of Rio Branco, capital of the state of Acre, in a high school class of Eja, module III. This study aimed to analyze whether there was a gain in student learning through theoretical-practical classes with the content of simple harmonic motion (SHM) and an experiment with an Arduino microcontroller. The theory of meaningful learning, proposed by the psychologist David Ausubel, was used as a basis for the theoretical foundation, as well as for the methodology. Two important points of the theory were also considered: progressive differentiation and integrative reconciliation. In this work we use the Arduino microcontroller coupled to an ultrasonic sensor to experimentally find the period of simple harmonic motion. With this we hope to strengthen the exercise of unity and friendship in the school environment and also increase students' interest in the study of MHS. Four classes were developed with an estimated duration of 2 hours/class each. The first class was focused on theory, the second was more focused on reviewing and deepening, the third for carrying out contextualized activities and reading the experimental script, and the last for the development of the experimental activity with the Arduino microcontroller. When analyzing the entire context of the present work, we can conclude that the students showed signs of learning gain in the study of MHS with the use of the Arduino microcontroller.

Keywords: Teaching Of Physics, innovation, SHM, Arduíno, Ausubel.

Rio Branco - AC
2022

Lista de figuras

Para uma melhor compreensão veremos a seguir a Figura 1 - Matriz Curricular 2008 - Ensino Médio Eja, apresentando cada módulo, disciplina e carga horária do terceiro segmento da Eja.....	20
Figura 2 - Ilustração da aprendizagem mecânica e da aprendizagem significativa, respectivamente.	24
Figura 3 - Sequência de instantâneos de um sistema oscilatório.....	29
Figura 4 - Deslocamento no eixo x e suas grandezas.....	30
Figura 5 - Gráfico do deslocamento de $x(t)$ em função do tempo t	31
Figura 6 - Gráfico da velocidade $v_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t	31
Figura 7 - Gráfico da aceleração $a_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t	32
Figura 8 - Sistema massa-mola em equilíbrio.	33
Figura 9 - Sistema massa-mola: massa deslocada para a direita e força elástica orientada para a esquerda.	33
Figura 10 - Instrumento desenvolvido para construir um círculo de referência.....	35
Figura 11 - Modelo de representação da Figura 9.	36
Figura 12 - Placa Arduino.	37
Figura 13 - Placa Arduino conectada a bateria por meio de fonte externa.....	38
Figura 14 - Microcontrolador Arduino.....	39
Figura 15 - Sensor ultrassônico HC – SR04.....	44
Figura 16 - Caminho que alguns dos alunos precisam percorrer para chegar até a escola às 19 horas.	47
Figura 17 - Alunos respondendo ao questionário de opinião.	50
Figura 18 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa.....	54
Figura 19 – Conexão entre os fios jumpers, o sensor, a placa e o computador.....	55
Figura 20 - Representação do experimento montado.	56
Figura 21 - Apresentação do vídeo como revisão aos alunos.	60
Figura 22 - Selfie tirada da professora com os alunos assistindo ao vídeo.	61
Figura 23 - Alunos respondendo a atividade de fixação e revisão.	61
Figura 24 - Aluna respondendo as atividades contextualizadas.	62
Figura 25 - Aluno finalizando a lista de atividades contextualizadas.	63
Figura 26 - Alunos conhecendo os materiais do experimento.....	63
Figura 27 - Alunos realizando a montagem do experimento.....	64
Figura 28 - Professora fazendo a correção dos cálculos dos alunos.....	64
Figura 29 - Respostas do aluno 1 sobre o questionário de opinião.	65
Figura 30 - Respostas do aluno 2 sobre o questionário de opinião.	66
Figura 31 - Resposta do aluno 1.	66
Figura 32 - Respostas do aluno 1 para o questionário final.....	67
Figura 33 - Respostas do aluno 2 para o questionário final.....	68
Figura 34 - Trecho dos valores obtidos para as posições em função dos tempos.	71
Figura 35 - Gráfico das posições (cm) X tempo (s).	72
Figura 36 - Sequência de instantâneos de um sistema oscilatório.....	84
Figura 37 - deslocamento no eixo x e suas grandezas.....	85
Figura 38 - Gráfico do deslocamento de $x(t)$ em função do tempo t	85
Figura 39 - Gráfico da velocidade $v_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t	86

Figura 40 - Gráfico da aceleração $amáx(t)$ em função do tempo t.	86
Figura 41 - Placa Arduino.	87
Figura 42 - Microcontrolador Arduino.	88
Figura 43 - Sensor ultrassônico HC – SR04.	90
Figura 44 - Placa Arduino Uno R3.	99
Figura 45 - Cabo USB 2.0 de 30cm.	100
Figura 46 - Protoboard 400 Pontos.	100
Figura 47 - Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04.	101
Figura 48 - Arruelas e suporte de metal.	101
Figura 49 - Mola.	101
Figura 50 - Fios Jumper.	102
Figura 51 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa.	103
Figura 52 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa ao computador.	103
Figura 53 - Representação do experimento montado.	105

Sumário

1- INTRODUÇÃO	1
1.1 – Justificativa	4
1.2 – Objetivos	5
1.3 Revisão Bibliográfica	5
1.3.1 – Apresentação da Descrição das Dissertações Utilizadas	7
1.3.2 – Apresentação da Descrição dos Artigos Científicos Utilizados	14
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 – A Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Física	19
2.2 – A Teoria Significativa de David Ausubel	22
2.3 – O Estudo do Movimento Oscilatório	27
2.3.1 – O Movimento Harmônico Simples (MHS) e o sistema massa-mola	28
2.4 – A Plataforma Arduino	36
3- METODOLOGIA	46
3.1 Descrição Das Atividades Desenvolvidas	46
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 Análises das Atividades e dos Questionários	64
4.2 Análise dos dados experimentais	69
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
Referências Bibliográficas	76
PRODUTO EDUCACIONAL: ESTUDANDO O MHS NO ENSINO DE FÍSICA NA EJA COM O USO DO MICROCONTROLADOR ARDUINO	80
Sequências Didáticas	92
Apêndice A – Questionário Inicial	106
Apêndice B – Apresentação de slides da Aula 1	107
Apêndice C – Atividades Contextualizadas	120
Apêndice D – Apresentação de slides da Aula 2	123
Apêndice E – Código do Programa. (Calin e Geoffrey, 2014).	129
Apêndice F – Questionário Final	130

1- INTRODUÇÃO

O Ensino público no Brasil já passou por diversas mudanças, tanto na sua estrutura física como na sua organização interna; um exemplo disso apresentado por Lopes (2016) é o que ocorreu com o Grupo Escolar César Bastos (primeiro a ser criado e instalado na cidade de Rio Verde - GO em 1947), que se for bem analisado podemos concluir que tal situação também ocorreu em todo o território brasileiro:

“Com o passar dos anos, devido ao aumento da população nas áreas urbanas e a crescente procura por escolas primárias, a história dos grupos escolares começa a tomar outros rumos: passando de palácios a pardieiros" (LOPES, 2016, p.11).

As expectativas eram altas com relação aos grupos escolares, porém os locais nem sempre eram adequados devido ao grande número de crianças que surgiu, obrigando a improvisação de lugares, como: construções nos pátios, terrenos privados e públicos.

Em Rio Verde/GO, a ausência do Estado pode ser evidenciada por meio da análise da gênese do Grupo Escolar César Bastos. O edifício do segundo grupo escolar da cidade foi uma construção erguida por cidadãos da comunidade rio-verdense e teve, como elemento difusor, o ex-deputado federal César da Cunha Bastos. (LOPES, 2016, p. 11).

Ao passar dos anos surge à necessidade de melhorias na Educação cada vez mais, de modo que leis, decretos, normas, ministérios, dentre outros elementos, são criados e instaurados a fim de que esta possa avançar e formar pessoas aptas à vida social e profissional conforme elucida no artigo 205 da Constituição Federal: “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2015, p. 14).

Conforme o Senado Federal (2019) a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/96 em seu Art 4º inciso VII oferece meios para garantir que os alunos incluindo os trabalhadores possam ter acesso e permanência à escola, todavia sabemos que este “acesso” com a escolarização não é tão simples assim.

Como exemplo de estudo deste trabalho temos um grupo de pessoas que não frequentaram a sala de aula nos momentos certos mediante suas idades, de modo que, a Educação voltada para este grupo se encaixa na Educação de Jovens e Adultos (EJA), conforme mencionado no artigo 37 da LDB. (SENADO FEDERAL, 2019)

Segundo Strelhow, (2010, p. 1) o professor que trabalha na Educação de jovens e adultos precisa “refletir criticamente sobre sua prática”, deve ampliar sua concepção sobre o ensinar, pensando sobre suas ações de forma total. Ainda conforme Strelhow (2010, p. 1) “Ele precisa resgatar junto aos alunos suas histórias de vida, tendo conhecimento de que há uma espécie de saber desses alunos que é o saber cotidiano”, observando que os mesmos necessitam de atenção, cuidados especiais, de um olhar amigo do professor, de flexibilidade, de planejar as aulas pensando: em seus alunos, suas dificuldades, vivências, bem como seus conhecimentos prévios, onde muitas das vezes é esquecido e pouco valorizado em sala de aula.

É pensando nisso que propomos uma atividade diferenciada para estes alunos, por meio de aulas que envolvam teoria e prática, em especial trabalhamos com a disciplina de física com o conteúdo de Movimento Harmônico Simples (MHS) no ensino médio da EJA no módulo III, além de utilizar como teórico o psicólogo David Ausubel. Vale ressaltar que este assunto não faz parte do plano de curso da EJA nível médio, entretanto, pensamos em utilizá-lo como uma maneira de reduzir as dificuldades dos alunos em aprender o conteúdo de ondas, no qual faz parte do plano de curso, sendo também uma forma de aprender e conhecer não só o estudo das ondas, mas indo um pouco além, despertando esse aluno de EJA para novos saberes, para um conhecimento científico e tecnológico, pensando também em auxiliar e facilitar em seus estudos futuros, ao realizar o exame nacional do ensino médio (ENEM) e cursar uma faculdade.

Além disso, foi utilizado e apresentado um experimento usando um microcontrolador *Arduíno* que segundo Roberts (2011, p. 22) “O Arduíno 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”. Este experimento foi utilizado levando em consideração o grande crescimento tecnológico e digital deste século, seu poder de instigar nos alunos de hoje, futuros cientistas e pesquisadores de amanhã, suas qualidades ao se apresentar como um recurso com ricas atividades que envolve programação de computadores, matemática, eletrônica e física; visto que, se tratando de conteúdo torna-se um recurso facilitador no ensino aprendizagem agindo de maneira significativa conforme a teoria da aprendizagem de Ausubel mencionada na obra de Moreira (1979), bem como despertando o interesse e a curiosidade dos alunos na prática pelo novo conteúdo que, conforme Moraes e Junior (2014), levar em conta os

conhecimentos prévios, ajudará na compreensão destes novos conhecimentos. Ainda segundo (Moraes & Junior, 2014):

A abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos tem uma grande importância na aprendizagem dos estudantes, pois é na prática, motivados por sua curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas, questionam sobre diversos assuntos, e o mais importante, proporciona uma aprendizagem mais significativa. (Moraes & Junior, 2014, p. 2).

O trabalho apresentado aqui se divide em 5 capítulos da seguinte forma: o atual capítulo é formado pela introdução, justificativa em realizar o trabalho com o ensino de física na EJA nível médio através do conteúdo de Movimento Harmônico Simples (MHS) e da utilização do experimento com o microcontrolador Arduíno no ensino aprendizagem, objetivos específicos, objetivo geral e revisão bibliográfica.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico utilizado neste trabalho, com a teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel, além de contar com o conteúdo do MHS acompanhado de suas representações matemáticas e do experimento usando o microcontrolador Arduíno para encontrar o período.

O capítulo 3 relata como foi desenvolvida a metodologia através das atividades e dinâmicas em sala de aula, apoiada no referencial teórico de Ausubel. Já no penúltimo capítulo são expostos os resultados e discussões obtidos através do experimento, bem como dos dados dos questionários aplicados no decorrer da pesquisa.

O último e quinto capítulo, é formado pelas considerações finais em relação ao trabalho realizado com uma turma do ensino médio da EJA em uma escola pública da cidade de Rio Branco.

O produto educacional aqui apresentado traz como proposta de ensino para a disciplina de física, quatro aulas envolvendo teoria e prática, alicerçadas na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, sobre o conteúdo do movimento harmônico simples utilizando o experimento do microcontrolador Arduino, o qual possui materiais de baixo custo e com muitas variedades no mercado. Este trabalho tem por objetivo 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.

1.1 – Justificativa

Segundo Pierro et.al (2011, p. 1) a escola de jovens e adultos é vista como “marginal ou secundária”, de modo que, não é tão bem valorizada e reconhecida. No entanto, a escolarização de jovens e adultos é ampla e sistemática, na qual está inserida dentro da história da educação brasileira, onde constantemente são realizadas medidas cabíveis para que todos tenham acesso ao conhecimento e permanência na escola como elucidada a Constituição e a LDB. (Senado Federal, 2019).

Ao olharmos para um professor de EJA e em especial um professor de física, vemos as suas muitas dificuldades: muitos conteúdos e tempo insuficiente para abordá-los em sala de maneira que realmente leve os alunos a compreensão de um assunto, remuneração insuficiente mediante seus esforços e trabalho, muitas turmas para acompanhar e dar aula para que possa fechar a carga horária de seu contrato, cansaço físico e mental para a realização e elaboração de planos de aula de diversas turmas e às vezes até de conteúdos distintos, no qual nem é formado como por exemplo de matemática, falta de recursos como: laboratório, livros de experimentos, sala de informática, livros mais atualizados, às vezes até mesmo uma coisa simples como uma resma de papel; todos estes fatores dentre outros dificultam na construção ou realização de uma aula mais atrativa, sendo quase impossível realizar um projeto ou uma aula com experiência, tornando responsabilidade total do professor os recursos a serem utilizados em sala. Conforme Alves e Stachak (2005):

Em muitas escolas não existem laboratórios específicos para o ensino de Física, o que aumentam as possibilidades de um experimento não atingir seus objetivos, então, cabe ao professor encontrar atividades que limitam a demonstrar aos alunos, fenômenos com a finalidade de motivá-los e ilustrar sua exposição e buscar alternativas para desenvolver as habilidades e competências. (Alves & Stachak, 2005, p. 2).

Na área da Educação encontramos muitos estudiosos que apresentam em seus trabalhos e pesquisas a importância de atividades com experimentos em sala de aula. Ainda para Alves e Stachak (2005), a utilização de um experimento no ensino de física é justificada como uma “ferramenta auxiliar ao processo ensino-aprendizagem ou como sendo o próprio processo da construção do conhecimento científico, na contribuição positiva no processo de formação do cidadão”.

Farias (1992), defende que:

O desenvolvimento teórico e a observação Experimental são instâncias que se complementam na evolução da Física. Na ciência moderna,

muitas vezes a Teoria tem precedido o Experimento, mas apesar disto a Física é uma ciência essencialmente experimental, pois no laboratório se encontra toda a checagem ou aprova-se qualquer prévio modelo teórico. (Farias, 1992, p. 1)

Além das dificuldades do professor, também temos as dos alunos, para assimilar os conteúdos, o cansaço do trabalho durante o dia, o sono durante a aula à noite - mesmo sem querer, as distrações como: conversas, celular, brincadeiras; tudo isso influencia no ambiente, tornando-se inadequado e cansativo, transformando os alunos em seres “robotizados”, programados para ouvir e copiar, sem interesses e dúvidas, proporcionando uma aula extenuante na qual necessita de "algo a mais" como uma aula experimental.

É com este olhar que pretendemos utilizar o experimento com o microcontrolador Arduino associado ao estudo do MHS no ensino de física na EJA nível médio com a turma do módulo III, para reduzir as dificuldades e facilitar no ensino aprendizagem do conteúdo de ondas, além de pensar no futuro do aluno como participante do ENEM e futuro ingressante em universidades, ampliando assim os seus conhecimentos tecnológicos e científicos, pondo em prática a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel agindo de forma real no conhecimento destes alunos.

1.2 – Objetivos

Objetivo geral

A realização deste trabalho tem por finalidade analisar se há um ganho na aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de movimento harmônico simples por meio da realização de uma aula teórico-prática utilizando como experimento o microcontrolador Arduino e o estudo do Movimento Harmônico Simples.

Objetivo específicos

O trabalho exposto nestas páginas tem por objetivos: mostrar a importância de uma aula envolvendo teoria e prática por meio de experimento, usar a teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel na metodologia, apresentar o conteúdo de MHS para uma turma de EJA, calcular o período através de um sensor ultra-sônico e fortalecer o exercício de união e amizade em grupo no ambiente escolar.

1.3 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica apresentada foi desenvolvida através de pesquisas realizadas no *Google* acadêmico com as palavras chaves: estudo do movimento harmônico simples, Arduino, Arduino no ensino de física, uso do Arduino em experimento, movimento harmônico simples, aprendizagem significativa, dentre outras. Desta forma, foram encontradas dissertações do programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática e do programa de Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física (MNPEF) durante os anos de 2012 a 2019. Além disso, também foram coletados e utilizados alguns artigos científicos: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Perspectiva, Erechim. Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE), variando dos anos de 1979 a 2018.

Neste trabalho de dissertação foram coletados e analisados 7 dissertações e 7 artigos científicos, relacionados ao assunto deste trabalho.

As dissertações utilizadas são apresentadas a seguir em ordem crescente de publicação:

1. “O uso de tecnologia da informação e comunicação na concepção de uma unidade didática para o ensino da relação newtoniana entre força e movimento”. (Rosa, 2012, p. i).
2. “Explorando a trigonometria do modelo harmônico simples: uma aplicação ao estudo de sinais.”. (Nery, 2014, p. i).
3. “Uso de experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de Física: lei de Hooke”. (Neves, 2015, p. i).
4. “O uso do Arduino e do *processing* no ensino de Física” (Castro, 2016, p. i).
5. “O teatro científico como alternativa metodológica no ensino de física para a aprendizagem do conteúdo de oscilações e ondas”. (Almeida, 2017, p. i).
6. “Objetos digitais de aprendizagem no estudo das oscilações harmônicas: contribuições ao ensino de física”. (Oliveira, 2017, p. i).
7. “Proposta de sequência didática para a introdução ao ensino de oscilações utilizando a placa Arduino como ferramenta”. (Deus, 2019, p. i).

A seguir são apresentados os artigos utilizados:

1. “A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física”. (Moreira M. A., 1979, p. 1)
2. “A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de Física assistidas pelo PC” (AMORIM *et al.*, 2011, p. 1).
3. “Física com Arduino para iniciantes” (CAVALCANTE *et al.*, 2011, p.1).

4. “Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem”.
5. “Experimental study of simple harmonic motion of a spring-mass system as a function of spring diameter” (TRIANA; FAJARDO, 2013, p. 1).
6. “Arduino: uma tecnologia no ensino de física” (Martinazzo, Trentin, Ferrari, & Piaia, 2014, p. 1).
7. “Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino” (MOREIRA *et al.*, 2018, p. 1).

1.3.1 – Apresentação da Descrição das Dissertações Utilizadas

Será realizada a seguir a apresentação das 7 dissertações pesquisadas e analisadas para compor e embasar esta dissertação.

Renato Dos Santos Rosa foi aluno do Mestrado Profissional Em Ensino De Física da Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, realizou um trabalho de dissertação orientado pelo Prof. **Dr. Fernando Lang da Silveira** e o Prof. **Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles** intitulada como: **O Uso De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Concepção De Uma Unidade Didática Para O Ensino Da Relação Newtoniana Entre Força E Movimento** na cidade de Porto Alegre em 2012, aplicado a uma turma de 26 alunos do 1º período de Curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul-Campus Bagé).

Neste trabalho, foi desenvolvida uma proposta didática que apresenta a relação newtoniana entre força e movimento tendo como recurso didático as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) trabalhando como um agente facilitador na superação das dificuldades dos discentes, além de explorar alguns aspectos da história do conteúdo abordado. Para o referencial teórico o mestrando, utilizou em seu trabalho a teoria da aprendizagem significativa de AUSUBEL.

O pesquisador e mestrando, Rosa (2012), cita que seu objetivo:

É propiciar um entendimento teórico e conceitual para que, em etapas posteriores da aprendizagem, o aluno possa relacionar tais conceitos com as fórmulas e cálculos necessários para sua completa formação [...] e visa ao entendimento da relação newtoniana entre força e movimento; mais especificamente, visa à compreensão de diferentes tipos de movimentos e a forma como as forças estão atuando neles. (Rosa, 2012, pp. 25, 32).

Este trabalho foi desenvolvido durante 11 encontros de 3 horas/aula cada, contendo diversas atividades como: teste de concepções alternativas com situações-problemas, texto histórico sobre a relação de força e movimento, guia de atividades utilizando as Tecnologias da Informação e da Comunicação através de simulações de computador por meio do software Modellus, além de vídeo análise através do software Tracker e para finalizar contou com uma avaliação individual e um questionário final.

A utilização das concepções alternativas pode mostrar que a maioria dos alunos tinham conhecimentos errôneos cientificamente em relação ao conteúdo abordado e que após a realização da leitura do texto, na qual obteve resultados positivos, foi percebida uma melhoria no entendimento dos conceitos apresentados, onde 23 dos 26 alunos conseguiram ter respostas mais próximas dos conceitos científicos. E as demais atividades após as observações e análises de dados foi verificado que no geral os objetivos pretendidos na dissertação de Rosa (2012) foram atingidos, visto que, dos 26 alunos, 20 apresentaram média igual ou superior à exigida pelo instituto. Valendo ressaltar a importância dos experimentos, pois para a maioria dos alunos que acertaram, serviu como fortalecimento do conhecimento e para os poucos que erraram foi útil na reorganização das ideias e compreensão na prática sobre a teoria apresentada e perguntada.

O autor relata que o penúltimo encontro foi muito importante, pois os estudantes demonstraram grande envolvimento durante a aula experimental com o conteúdo de movimento harmônico simples, obtendo resultados positivos nos procedimentos, valendo ressaltar que os próprios alunos comentaram no questionário que a utilização do experimento contribuiu muito para a aprendizagem. Como exemplo o Aluno 10, diz: “De fácil entendimento, até mesmo por serem em grupos. Despertaram minha curiosidade por serem acompanhadas de experimentos e do uso do computador.” e o Aluno 23 também menciona: “Achei muito interessante, fiz experimentos que não tinha feito em nenhuma outra escola no qual me facilitou muito em aprender sobre o conteúdo”.

A dissertação intitulada **Explorando A Trigonometria Do Modelo Harmônico Simples: Uma Aplicação Ao Estudo De Sinais**, escrita pela mestrandia Lana Paula Ricotta Nery (2014) e orientada pelo Prof. **Dr. Dimas Felipe de Miranda** do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática de Pontifícia Universidade Católica De

Minas Gerais, trabalhou na exploração de tópicos de trigonometria relacionados a modelos harmônicos simples com a utilização do software GeoGebra.

Nesta dissertação a autora nos mostra, dentre outros aspectos, os seguintes:

- 1) A importância do trabalho, perante sua observação e preocupação quanto às dificuldades apresentadas pelos alunos em sala de aula em algumas disciplinas que tinham como base a matemática, como por exemplo: em tópicos de trigonometria em especial a função trigonométrica seno.
- 2) “A intenção da pesquisa não é a de criar um modelo matemático representativo de um fenômeno físico, mas sim a utilização de um modelo físico clássico, para a exploração da trigonometria presente nele, ao se estudar os sinais alternados.” (Nery, 2014, p. 52).
- 3) A modelagem matemática, segundo muitos estudos relacionados ao ensino e aprendizagem de matemática é uma metodologia que contribui para tornar o aluno um ser pensante e crítico no conhecimento matemático demonstrando assim a importância da modelagem;
- 4) Utilização de orientações educacionais PCNEM, PCN+ e OCEM para abranger os conteúdos matemáticos, não esquecendo a relação com o estudo do modelo harmônico simples de forma interdisciplinar, utilizando Nussenzveig (1981) e (YOUNG; FREEDMAN, 2008) para falar sobre o Movimento Harmônico Simples no ensino de física.
- 5) O uso de recursos computacionais é realmente muito importante no desenvolvimento do ensino-aprendizagem de matemática, pois é na prática que o aluno vai perceber as mudanças ocorrendo, levando-o a compreensão destes novos saberes.
- 6) A mestranda concluiu em seu trabalho que: “A utilização de recursos computacionais, como auxílio nas práticas educativas, pode servir como aliada ao ensino e aprendizagem da matemática.” (Nery, 2014, p. 126). Visto que uma boa parcela dos estudantes demonstrou “autonomia na construção do conhecimento”, comprovando que a pesquisa conseguiu suprir com os objetivos estabelecidos.

João Henrique Moura Neves aluno da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física realizou a dissertação intitulada por **Uso De Experimentos, Confeccionados Com**

Materiais Alternativos, No Processo De Ensino E Aprendizagem De Física: Lei De Hooke com o apoio da orientadora Profa. **Dra. Agda Eunice de Souza Albas**.

Neves (2015), utilizou como referencial teórico a teoria Rogeriana, de Carl Roger, na qual segue uma abordagem humanista, em que vê o aluno como um ser humano completo, não apenas o cognitivo mas também o emocional, com relação à aprendizagem, esta se torna um meio de auto realização para a pessoa que é o aluno, também trata da relação do professor e aluno, em que ele chama de facilitador e aprendiz.

As aulas práticas desenvolvidas nesta dissertação foram aplicadas em duas escolas diferentes nos anos de 2014 e 2015 para alunos do 1º ano do Ensino Médio tendo como proposta a utilização de um kit de material de baixo custo.

Inicialmente, foi desenvolvida uma aula tradicional com a abordagem do conceito sobre a lei de Hooke e em seguida foi introduzida à atividade experimental. Este trabalho, também foi composto por outras atividades como: resolução de exercícios, montagem do kit proposto, medição de massas de objetos, elaboração de gráficos, construção de relatório, avaliação individual e questionário de opinião.

Os alunos se apresentaram muito interessados com as atividades experimentais, onde 83% disse que gostaria de ter esse tipo de aula no ano seguinte, também se envolveram na realização e construção do experimento, onde 96% disseram que gostaram da experiência, além disso, 71% afirmaram que gostariam de ter experimentos junto com aulas teóricas, pois são importantes para o aprendizado em física. O autor também menciona que depois de todas as análises é possível perceber que os objetivos propostos inicialmente foram alcançados e que este trabalho teve bons resultados.

A dissertação intitulada por **O Uso Do Arduino E Do Processing No Ensino De Física** foi realizada pelo aluno do Mestrado Profissional de Ensino de Física do Rio de Janeiro, Luis Henrique Monteiro de Castro, na qual foi orientada pelo Prof. **Dr. Felipe Mondaini**. O trabalho apresentado tem por intenção contribuir para as escolas uma forma metodológica alternativa no Ensino de Física, desenvolvendo ações entre docentes e discentes do Ensino Médio, na realização de atividades experimentais de baixo custo usando o *Arduino* e o *Processing*, além de explorar o uso de suas diversas ferramentas e capacidades.

O trabalho de pesquisa do mestrando foi desenvolvido na Escola Técnica Estadual Ferreira Viana com doze alunos do Curso Técnico em Eletrônica através de quinze encontros de dois tempos cada.

Castro (2016), apresenta em seu trabalho 3 produtos educacionais: Oscilador harmônico amortecido, a Estação meteorológica e a Analogia funcional do acelerador de partículas. Além disso, o autor oferece sugestões de atividades para serem trabalhadas em sala com materiais de baixo custo e boa precisão em cada um dos produtos, relatando que os experimentos realizados incentivam e proporcionam o desenvolvimento das competências e habilidades.

Durante os encontros foram realizados: questionário, roda de discussão sobre os conceitos envolvidos nos 3 produtos, acesso à fórum e grupos na plataforma *Moodle* para que os alunos pudessem interagir dentro e fora de sala, montagem dos protótipos, programação do *Arduino* e a instalação do *Processing*, exposição dos resultados e dados de cada trabalho por cada grupo, realização das atividades propostas no roteiro e avaliação final.

Ao final da pesquisa realizada com os alunos envolvendo experimentos com *Arduino* e *Processing* pode-se concluir que foi de grande importância, forçando os alunos a pensar de maneira científica, despertando a curiosidade e o interesse pela ciência e tecnologia, contribuindo de forma significativa no ensino aprendizagem de cada um.

O autor ainda relata que: “o interesse dos alunos pelo *Arduino* superou às expectativas. Alguns alunos até adquiriram seu próprio *Arduino* UNO e desenvolveram diversas montagens em paralelo as atividades propostas relacionadas a outras disciplinas do curso durante o projeto.” (Castro, 2016, p. 111).

Fabiana Chiaini De Oliveira aluna da Universidade Federal De Juiz De Fora do Mestrado Profissional Em Ensino De Física realizou sua dissertação por título **O Teatro Científico Como Alternativa Metodológica No Ensino De Física Para A Aprendizagem Do Conteúdo De Oscilações E Ondas.**

Almeida (2017) foi orientada pelo Prof. **Dr. José Roberto Tagliati** na elaboração desta dissertação, na qual foi realizada na Escola Estadual Nyrce Villa Verde Coelho de Magalhaes, na cidade de Juiz De Fora com alunos do 3º ano do ensino médio tendo como objetivo principal incentivar os alunos por meio das artes cênicas através das abordagens teatrais de Augusto Boal, no qual teve como inspiração Bertold Brech que foi o primeiro a utilizar o tripé: ciência, arte e cidadania em que se baseia o trabalho da mestranda, além de ter como inspiração para seu projeto a peça teatral Galileu Galilei.

A mestranda utiliza em seu trabalho como referencial teórico a Vertente crítico-social, mas sem deixar de lado as concepções de Paulo Freire, na qual enquadra-se na

Pedagogia progressista de John Dewey na vertente libertadora. Em seu trabalho, utilizou como base principal Young (2008) para tratar sobre os conceitos e teorias físicas relacionada ao estudo das ondas e oscilações de forma ampla.

Na metodologia, foi pensado o conceito físico de ressonância, pois segundo a autora este era um tema que poderia ser relacionado com vários outros conteúdos possibilitando um maior alcance nos demais conceitos físicos, além de ser algo próximo do estudante, em que tem contato durante o dia-a-dia.

A sequência didática foi elaborada na intenção de ajudar os docentes de nível médio a trabalhar com os conteúdos de ondas e oscilações em especial a ressonância de maneira lúdica. Segundo a autora, o teatro-científico transforma-se em um meio de “ampliar e cativar” os espectadores agindo como um instrumento de ensino e transformação social.

Ainda na metodologia é apresentada a sequência didática trabalhada, na qual foram desenvolvidas 6 aulas tendo nelas: questionário inicial, conversas e discussões, apresentação do conteúdo através de vídeos com situações reais, encenações teatrais abordando as concepções de Boal, observações e realizações de atividades do ENEM para mostrar a importância dos conceitos e teorias e avaliação para medir e verificar os conhecimentos aprendidos.

A mestranda, após todas as observações e análises de dados e experiência no decorrer das aulas pode concluir que o Teatro Científico bem planejado e trabalhado em sala de maneira lúdica possui resultados positivos no ensino aprendizagem, valendo ressaltar que o projeto foi muito bem aceito pelos alunos nos quais demonstraram grande interesse, envolvimento nas atividades e obtenção de conhecimentos ao final do projeto.

Em fevereiro de 2017 foi aprovada a dissertação intitulada por **Objetos Digitais De Aprendizagem No Estudo Das Oscilações Harmônicas: Contribuições Ao Ensino De Física** pelo mestrando Marcus Vinicius Pinto de Oliveira orientado pelo Prof **Dr. Paulo Alexandre de Castro** do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física da Universidade Federal de Goiás.

Oliveira (2017), utilizou como base para o seu referencial teórico a aprendizagem significativa de David Ausubel. Além disso, realizou uma sequência didática através de vários livros de física do ensino médio, para criar animações em *Adobe Flash* para o estudo do Movimentos Harmônico Simples.

Segundo o autor o projeto tem por intenção “a criação de um conteúdo na internet, que possibilite/facilite o processo de ensino-aprendizagem de sistemas físicos oscilatórios com ferramentas existentes em nosso cotidiano.” (Oliveira, 2017, p. 18).

O produto apresentado na dissertação foi aplicado no Colégio da Polícia Militar de Goiás - Unidade Hugo de Carvalho Ramos, com seis turmas do segundo ano do ensino médio. Este produto educacional é composto por um portal na internet distribuído em páginas, em que são disponibilizadas apresentações contendo os conteúdos, apresentando também uma área de trabalho que é dividida em 5 regiões como forma de ferramentas.

O autor chama seu trabalho de “objeto de aprendizagem virtual” e nele é apresentada uma ordem para o ensino dos conteúdos: Introdução, Cinemática, Osciladores e Dinâmica do MHS; valendo ressaltar que é disponibilizado que o professor possa usar de forma livre e acessar também fora da ordem, fazendo da maneira que achar mais adequada.

Foi sugerido para ser realizadas no total de 4 a 6 horas dependendo da carga horária semanal, dando a sugestão do desenvolvimento de 4 aulas contendo: tema, objetivo, recursos e momentos. Além disso, é mencionado alguns aplicativos usados como forma de reforço pedagógico.

Ao longo do trabalho desenvolvido, foi notado interesse por parte dos alunos pelo experimento, havendo uma interação e contribuição durante as aulas, nas quais foram possíveis aproveitar melhor o tempo para desenvolver na aula diversas práticas que antes eram impossíveis, com isso, os conteúdos se tornaram mais fáceis e atrativos para os alunos.

O mestrando também sugere como um extra, a utilização do cálculo diferencial em alguns momentos, que segundo ele facilitaria em alguns cálculos matemáticos.

O **Prof. Dr. Célio Wisniewski** da Universidade Federal De Alfenas Do Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física orientou Wellington Carvalho De Deus em sua dissertação intitulada por **Proposta De Sequência Didática Para A Introdução Ao Ensino De Oscilações Utilizando A Placa Arduino Como Ferramenta**. O trabalho desenvolvido por Deus (2019) utiliza como referencial teórico os três momentos pedagógicos de Delizoicov, nomeados por: *Problematização inicial*, *Organização do conhecimento* e *Aplicação do conhecimento*, nos quais são adotados para sua metodologia.

A sequência apresentada nesta dissertação foi realizada no último semestre do ano de 2018 na cidade de Ituverava em São Paulo, em quatro turmas, duas do 3º ano e duas

do 2º ano do ensino médio da Escola Técnica Estadual (ETEC). As aulas foram divididas em 5 temas, sendo sequenciadas em 9 aulas, com aproximadamente 50 min de duração cada uma.

Foram desenvolvidos em todas as aulas de seu trabalho os três momentos pedagógicos de Delizoicov, em que, na primeira aula, foi realizado o primeiro momento, *Problematização inicial*, fazendo uso de vídeos, slide para a discussão inicial; em seguida, partiu para o segundo momento, *Organização do conhecimento*, abordando sobre a importância das oscilações em nossas vidas e introduzindo alguns aspectos históricos relevantes e finalizando com uma avaliação diagnóstica com base nas discussões. No segundo tema foram feitas perguntas relacionadas a fenômenos do cotidiano atrelado ao estudo das oscilações, posteriormente, foram realizadas explicações teóricas, utilizando o quadro, assim como nos demais temas, incluindo também: exposição da representação gráfica de movimentos, fórmulas, apresentação de figuras e imagens associadas ao MHS e utilização de experimentos relacionando com os conceitos e fórmulas estudados no segundo momento, e aplicação de uma avaliação na forma escrita no final da primeira e da última aula, sendo que nas demais aulas foram realizadas avaliações através dos diálogos e discussões.

O autor concluiu que seu projeto obteve resultados positivos e satisfatórios ao ter utilizado na metodologia os três momentos pedagógicos de Delizoicov no ensino de oscilações, pois, os alunos demonstraram aquisição dos conhecimentos de maneira científica e correta, também se mostraram curiosos e muito interessados pelos experimentos, querendo até mesmo manuseá-los. Com relação aos objetivos pretendidos, estes foram alcançados com sucesso, além disso, foi possível despertar nos alunos um novo olhar, agora científico.

1.3.2 – Apresentação da Descrição dos Artigos Científicos Utilizados

Em 1979, foi publicado na Revista Brasileira de Física, Vol. 9, o artigo intitulado por **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física**, no qual foi escrito por Moreira, em que apresenta como objetivo a utilização dessa teoria assim como o próprio título descreve.

Neste trabalho é realizada: uma sinopse da Teoria da Aprendizagem, um exemplo do desenvolvimento da organização de um curso de eletricidade e magnetismo e também uma comparação desta nova forma metodológica com a tradicional.

O artigo é desenvolvido por alguns assuntos nos quais se apresentam nos tópicos intitulados por: Aprendizagem Significativa, *Rote Learning*, De Onde Vêm os Subsunçores?, Assimilação e Assimilação Obliteradora, Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa e Aprendizagem Superordenada. Por fim é demonstrada a forma de organização de um conteúdo segundo a Teoria de Ausubel e é relatada como foi a experiência, expondo os resultados obtidos, nos quais foi possível notar que a utilização da Teoria Ausubeliana realmente facilita na aprendizagem, ademais o autor cita que “Talvez, ao invés de se procurar métodos, de se tentar tornar a Física atraente ou simples, se deva em primeiro lugar torná-la potencialmente significativa para os estudantes no sentido Ausubeliano.” (Moreira M. A., 1979, p. 17).

Um trabalho muito importante foi publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física, em março de 2011, intitulado por **A Placa Arduino: Uma Opção De Baixo Custo Para Experiências De Física Assistidas Pelo PC** e escrito por Amorim et al.(2011). A proposta apresentada é sobre a utilização do Arduino como um material de baixo custo contemplando as demais informações, assim como o próprio título sugere. O trabalho mostra a fácil acessibilidade a este material, pois existem diversos modelos no mercado e as várias maneiras de usá-lo através de atividades experimentais ligadas ao uso do PC.

É realizada uma apresentação detalhada sobre o que é a placa Arduino e sua formação, contendo seus componentes físicos, além de citar sua linguagem e o *software* usado. Além disso, também é exposto exemplos de dois experimentos de física básica do uso da placa Arduino.

O trabalho intitulado por **Física com Arduino para iniciantes** foi construído por Cavalcante et al.(2011) e publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4 em Porto Alegre. Neste trabalho são apresentadas diversas formas de usar o Arduino no ensino de física através de atividades experimentais utilizando a porta USB do computador.

Para fins de aplicação e demonstração é utilizado o estudo de carga e descarga de um capacitor, também é apresentada a transmissão em tempo real de uma exposição gráfica por meio da linguagem *Processing*, além de serem compartilhados os códigos e links para realização dos mesmos projetos e de outros. Além disso, apresenta de forma breve o que é o Arduino, seus componentes e suas funções.

Outro artigo que aborda o uso do Arduino em ambiente escolar é o de Alves et al.(2012), escreveram o trabalho intitulado por **Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem** para compor um livro que está apresentado nos

Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE) que tem como objetivo oferecer minicursos e materiais impressos para pessoas que gostariam de trabalhar com Robótica Educacional (RE) através de materiais de baixo custo e de maneira interdisciplinar.

É realizada a descrição da RE como sendo um meio muito importante no ensino aprendido, pois desenvolve competências e habilidades, desperta a curiosidade e atrai o aluno, podendo ser usada sem computador e programação, porém deixaria o experimento limitado, mas ao somar estes recursos a um material acessível e de baixo custo, como o Arduino, é possível aumentar as possibilidades e transformar os experimentos, podendo agora ser observados diversos fenômenos e variáveis que antes não era possível devido à limitação.

O trabalho também é composto por uma parte histórica sobre o Arduino, o que ele é, seus componentes, menciona de maneira breve sobre programação, além de serem apresentados no decorrer do trabalho 4 experimentos utilizando o Arduino para diferentes situações, sendo explicado de forma detalhada como foi feito cada um deles e quais materiais foram necessários. Vale ressaltar, o que este material trouxe como diferencial, as chamadas “características educacionais” com ideias de como aplicar no ambiente escolar os experimentos e quais disciplinas estão associadas a ele.

Triana1 e Fajardo (2013), publicaram na Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35 o trabalho intitulado por **Experimental Study Of Simple Harmonic Motion Of A Spring-Mass System As A Function Of Spring Diameter** em Bogotá pela Universidad Nacional de Colombia.

No trabalho apresentado são estudadas as manifestações de um sistema massa-mola, bem como os efeitos de diversas variáveis relacionados a este sistema, em especial, a variação do valor médio do diâmetro da mola na constante elástica. Além disso, também é demonstrada a diferença da frequência angular quando temos em um sistema molas ideais.

Um trabalho que defende muito a necessidade do uso de novas tecnologias é o artigo, **Arduino: Uma Tecnologia No Ensino De Física** escrito por Martinazz et al. (2014) e publicano na revista PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, apresenta a necessidade de se apropriar de novas metodologias, afim de acompanhar o crescimento e avanço tecnológico para que desta forma venha atrair os alunos por meio do uso de experimentos envolvendo essas novas tecnologias, nas quais estão presentes na vida de diversas pessoas, principalmente entre os jovens, como é o caso do computador e da

internet. Os autores ainda mencionam que com relação à metodologia para o ensino de física, a utilização do computador pode ser atrelada a outros materiais, como por exemplo: o Arduino e alguns sensores.

Neste trabalho também foi explicado de maneira breve o que é o Arduino, formas de uso e aplicações. Além disso, foram realizados 4 experimentos diferentes, porém todos usando o Arduino, nomeados como: Variação da Temperatura durante a Evaporação, Lei de Resfriamento de Newton, Estudo de Movimentos - Movimento Harmônico Simples Amortecido e Movimento Uniformemente Variado na Rampa. Os resultados obtidos foram positivos, mostrando que podem contribuir de forma significativa para os alunos, além de ser uma boa proposta didática para as escolas e universidades, mostrando que “a utilização do Arduino, juntamente com os sensores acoplados, possibilita a coleta de dados de boa qualidade a partir da utilização de objetos e de conceitos físicos” (Martinazzo, Trentin, Ferrari, & Piaia, 2014, p. 29).

Por último e não menos importante, temos um artigo rico em informações sobre as contribuições do Arduino no ensino de física. Moreira et al. (2018) publicaram em dezembro de 2018 no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3 o artigo: **Contribuições Do Arduino No Ensino De Física: Uma Revisão Sistemática De Publicações Na Área Do Ensino**. Neste trabalho é realizada uma revisão literária com relação ao uso do Arduino no ensino de Física no ensino médio com base em pesquisas e consultas nas principais revistas de ensino em Ciências e Física do Brasil, destas buscas foram obtidos 20 artigos contendo diferentes conteúdos, porém todos voltados para atividades experimentais utilizando o Arduino como um material de baixo custo, nos quais foram classificados em: testado em sala e para aplicar em sala.

Este artigo apresenta profissionalismo ao mostrar todas as etapas da metodologia bem desenvolvidas, contendo planejamento, organização e esquematização de todo seu material. Os artigos coletados para esta revisão literária são do período de 2013-2017 e sua escolha foi baseada na avaliação da Capes (Qualis), na classificação como nacional A e na relação com o uso do Arduino no ensino de física; pelo fato da enorme quantidade de revistas.

É apresentada uma fundamentação teórica com base em vários autores que abordam a experimentação e a tecnologia no ensino de Física, sendo também expostas as descrições detalhadas dos artigos pesquisados e seus objetivos principais. Os autores também apresentam de forma breve os resultados dos artigos testados em sala, nos quais foram positivos, satisfatórios e contribuíram no ensino aprendizagem.

Vale destacar os assuntos de física mais escritos em artigos: “40% termologia, 25% mecânica, 15% Física Moderna, 15% eletromagnetismo e 5% ondas.” (MOREIRA et al., 2018 p. 740).

Através de todas essas informações dos artigos analisados nós podemos ver o quanto é útil e bom o uso de experimentos em física, mas especificamente o uso do Arduino, no qual ao ser atrelado a outros componentes e ferramentas podem obter resultados ainda melhores. Além disso, podemos concluir que este é um recurso de fácil acesso e baixo custo, sendo viável para trabalhos em escolas públicas.

As revisões das dissertações de mestrado e dos artigos científicos realizados foram extremamente importantes, pois contribuíram para o trabalho da atual dissertação.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo deste capítulo serão apresentados os referenciais teóricos utilizados nesta dissertação. Além disso, também serão descritas algumas informações sobre: a Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Física, a Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel e a parte dos conteúdos estudados: O Movimento Harmônico Simples (MHS) e o sistema massa-mola, A Plataforma Arduino e O Microcontrolador Arduino.

2.1 – A Educação de Jovens e Adultos e o Ensino de Física

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade de ensino destinada àquelas pessoas que não tiveram acesso à Educação Básica, mediante suas idades, sendo esta ofertada de modo gratuito pela rede pública, podendo ser desenvolvida no modo presencial, semipresencial e a distância. RESOLUÇÃO CEE/AC N° 201/2013.

A EJA é organizada em 3 segmentos:

Eja I, conhecida no meio docente como “ejinha” é dedicada a alfabetização (idade mínima de 18 anos);

Eja II, são para os alunos do fundamental, com idade mínima de 15 anos;

Eja III, dedicada aos alunos do ensino médio, com idade mínima de 18 anos.

Vale ressaltar que cada segmentos possui sua particularidade, como por exemplo, carga horária, disciplinas e conteúdo, sendo cada segmento subdividido em módulo.

Como o foco de nosso estudo é com o terceiro segmento, ou seja, Eja III, então veremos a seguir mais detalhadamente sobre o mesmo, o qual corresponde as 3 series do ensino regular, tendo ainda duração de 2 anos e uma carga horária de 1.200 horas, com 4 semestres de 300 horas cada um, sendo dividido em 4 módulos:

Módulo I (com equivalência à 1ª e 2ª série) – Tem a duração de cem dias letivos, carga horária de 300 (trezentas) horas e jornada semanal mínima de 15 (quinze) horas, incluindo recuperação paralela e avaliações. É composto pelas disciplinas Língua Portuguesa I, Arte, Educação Física, Matemática I, Geografia I e História I.

Módulo II (com equivalência à 1ª e 2ª série) – Tem a duração de cem dias letivos, carga horária de 300 (trezentas) horas e jornada semanal mínima de 15 (quinze) horas, incluindo recuperação paralela e avaliações. É composto pelas disciplinas Língua Portuguesa II, Matemática II, Física I, Química I e Biologia I.

Módulo III (com equivalência à 3ª série) – Tem a duração de cem dias letivos, carga horária de 300 (trezentas) horas e jornada semanal mínima de 15 (quinze) horas, incluindo recuperação paralela e

avaliações. É composto pelas disciplinas Língua Portuguesa III, Matemática III, Física II, Geografia II e História II.

Módulo IV (com equivalência à 3ª série) – Tem a duração de cem dias letivos, carga horária de 300 (trezentas) horas e jornada semanal mínima de 15 (quinze) horas, incluindo recuperação paralela e avaliações. É composto pelas disciplinas. Química II, Biologia II, Sociologia, Filosofia, Inglês e Espanhol. (Governo do Estado do Acre, 2008, p. 63).

Para uma melhor compreensão veremos a seguir a Figura 1 - Matriz Curricular 2008 - Ensino Médio Eja, apresentando cada módulo, disciplina e carga horária do terceiro segmento da Eja.

Figura 1 - Matriz Curricular 2008 - Ensino Médio Eja.

	ÁREAS DE CONHECIMENTO	DISCIPLINAS	MÓDULOS DE ENSINO												CH TOTAL	TEMAS TRANSVERSAIS - EIXO INTEGRADOR "EDUCAÇÃO E TRABALHO"
			I			II			III			IV				
			CH	SEM	MEN	CH	SEM	MEN	CH	SEM	MEN	CH	SEM	MEN		
BASE NACIONAL COMUM	LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS	Língua Portuguesa/Redação e Literatura	60	3	12	60	3	12	60	3	12				180	
		Artes	30	1,5	6										30	
		Educação Física	30	1,5	6										30	
CIÊNCIAS DA NATUREZA MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS	Matemática	60	3	12	60	3	12	60	3	12				180		
	Física				60	3	12	60	3	12				120		
	Química				60	3	12				60	3	12	120		
	Biologia				60	3	12				60	3	12	120		
CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS	Geografia	60	3	12				60	3	12				120		
	História	60	3	12				60	3	12				120		
	Sociologia										30	1,5	6	30		
	Filosofia										30	1,5	6	30		
PARTE DIVERSIFICADA	Ling. Estrang. Inglês										60	3	12	60		
	Ling. Estrang. Espanhol										60	3	12	60		
TOTAL DA CARGA HORÁRIA POR MÓDULO			300	15	60	300	15	60	300	15	60	300	15	60	1200	
BASES LEGAIS			Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Nº 9394/96; Lei Nº 10.793, de 1º de dezembro de 2003;													

Fonte: Secretaria de Estado de Educação Gerência de Educação de Jovens e Adultos.

Como vimos, a Educação de Jovens e Adultos é muito bem estruturada e organizada, onde a mesma é dividida em segmentos, subdivida em módulos e seus módulos em 4 bimestres, que são as 4 notas ou N's, de modo que as aulas presenciais têm o mínimo de 15 horas semanais com o mínimo de 3 horas/aula de atividades que devem ser respeitadas pelas instituições de ensino. (Governo do Estado do Acre, 2008).

A seguir, será apresentada como é a relação dos alunos de EJA com o ensino de física nas escolas públicas e o posicionamento de alguns autores com relação a essa situação.

Primeiramente, sabemos que os alunos de EJA são diferentes dos alunos de nível médio em diversos aspectos e que neles “estão presentes as marcas da exclusão, do trabalho e da baixa autoestima” Santo e Sasaki (2015, p. 1), sendo necessária uma metodologia diferente para trabalhar o conteúdo de física, na qual se origine dos saberes destes alunos, agindo de forma significativa e útil para sua vivência e não fazendo como os currículos oficiais que reduzem os cálculos matemáticos e focam em conceitos, tentando amenizar os problemas e dificuldades existentes.

Segundo os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), (BRASIL, 2000, p.22):

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. (BRASIL, 2000, p.22).

Conforme Krummenauer et.al (2010), a convivência com estes alunos diariamente e em diversas turmas nos possibilita conhecê-los, compreendê-los e saber que infelizmente a maioria não pretende avançar nos estudos, utilizando o conhecimento adquirido em sala apenas para a sua vida, para o seu dia-a-dia, seja em casa ou no trabalho.

Ao saber de todas essas situações faz-se necessário pensar em como ensinar para estes alunos, que possuem tanto conhecimento social e pessoal, mas que não pretende continuar seus estudos e sim aprender para a sua vida diária. E é nesse ponto que segundo Afonso et al. (2009, p. 713):

O papel do educador/coordenador tem grande valor: a sua palavra e sua forma de interagir são capazes de acender (ou apagar) a chama do desejo do educando [...] Incentivar a aprendizagem não é só transmitir conhecimentos, ou assegurar o direito a aprender. O papel do professor é também o de incentivar a curiosidade e a criatividade dos educandos. (AFONSO et al. 2009, p. 713).

Ainda conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, 2000):

O aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento

histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (BRASIL, 2000, p.7).

Assim como para David Ausubel os conteúdos e materiais precisam ser significativos e partirem dos conhecimentos prévios dos alunos para que ocorra a aprendizagem, para os PCNEM:

é tratar, como conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata. Isso não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas sim dar significado ao aprendizado, desde seu início, garantindo um diálogo efetivo. (BRASIL, 2000, p.7).

A Atividade Experimental tratada por diversos autores e pesquisadores em seus trabalhos mostram cada vez mais a importância desta abordagem em sala, vinculada ao estudo teórico de determinado conhecimento. A atividade experimental para Bonadiman e Nonenmacher (2007):

Possibilita a vivência de uma Física **mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados**. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da Física, **despertando no aluno curiosidade e gosto por essa Ciência**. Nessas condições **o aluno se sente motivado para o estudo, qualificando significativamente seu aprendizado**. (BONADIMAN e NONENMACHER, 2007, p. 210, grifo nosso).

Ao refletir sobre todos esses pontos apresentados é então proposto o desenvolvimento de uma aula teórico-prática partindo dos conhecimentos prévios dos alunos para que ocorra uma aprendizagem significativa e útil para a sua vida, na qual utiliza de recursos atrativos, intrigantes, desafiador e de baixo custo como é o caso do experimento usando a plataforma Arduino no estudo do MHS.

2.2 – A Teoria Significativa de David Ausubel

A partir daqui será realizada a apresentação da biografia de David Paul Ausubel acompanhada da sua mundialmente conhecida, Teoria da Aprendizagem Significativa, relacionada ao ambiente escolar.

Ao longo dos anos houveram muitas mudanças na área da educação e principalmente nas teorias ligadas ao campo da psicologia, indo de behavioristas a cognitivistas, focadas no estudo do comportamento, mente e estruturas cognitivas respectivamente. (Santos & Ghelli, 2015).

Segundo Moreira e Masini (1982) um dos grandes colaboradores e representantes do cognitivismo, o qual tinha como intenção explicar de forma teórica os processos de aprendizagem, embasado no cognitivismo, porém reconhecendo o grau de importância afetiva, foi David Paul Ausubel:

Nasceu no Brooklyn, New York, em 25 de outubro de 1918, filho de uma família judia emigrante de Europa Central. Estudou medicina e psicologia nas Universidades da Pennsylvania e Middlesex. Foi cirurgião assistente e psiquiatra residente do Serviço Público de Saúde dos Estados Unidos e imediatamente depois da Segunda Guerra Mundial trabalhou na Alemanha para as Nações Unidas no tratamento médico de pessoas deslocadas. (VILLEGAS, 2008, p. 181, tradução nossa).

Pela Universidade de Columbia, Ausubel conseguiu seu PHD em psicologia do desenvolvimento, trabalhando em diversos artigos e conseguindo bolsas em sua área. No ano de 1973, ele descansou de seus trabalhos acadêmicos e se aposentou, porém teve sua dedicação voltada à sua prática psiquiátrica de forma integral. Já em 1994, decidiu aposentar-se dessa vez de sua carreira profissional, e aos 75 anos empenhou-se na construção e desenvolvimento da escrita, produzindo 4 livros e encerrando sua carreira e vida no dia 9 de julho de 2008 com a sua morte. (<http://www.davidausubel.org/>).

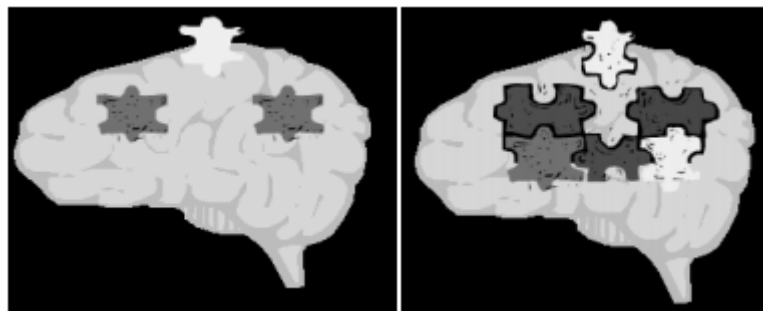
“O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo.” Ou seja, a aprendizagem significativa se dá, se a nova informação for ligada a aquilo que o aluno sabe (Ostermann & Cavalcanti, 2010, p. 22).

Para Ausubel, um dos pontos mais importantes de sua teoria e que possui muita influência na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios (Moreira M. A., Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos, 1985).

Os conhecimentos prévios são também chamados por Ausubel de subsunçores, e através deles são possíveis de realizar as assimilações de novas informações apresentadas, permitindo que o aluno possa aprender um novo conhecimento ancorado em algo já existente em sua estrutura cognitiva, tendo um real significado para este aluno, como é o caso deste trabalho, em que para ter uma aprendizagem significativa sobre o conteúdo de Movimento Harmônico Simples os alunos necessitam de alguns conhecimentos prévios como os conceitos de posição, deslocamento, velocidade, conhecimento de algumas unidades de medidas, dentre outros. Porém, se o novo conhecimento não for ligado aos conhecimentos prévios produzirá então o que Ausubel chama de Aprendizagem

mecânica, na qual é literal e não substantiva (PADILHA et.al ., 2013), em que ambas são apresentadas através de uma ilustração na Figura 2.

Figura 2 - Ilustração da aprendizagem mecânica e da aprendizagem significativa, respectivamente.



Fonte: (MONTEIRO, *et al.*, 2006, p. 2).

Ainda segundo Padilha et.al (2013), a aprendizagem mecânica “é a aprendizagem de novas informações isoladamente, sem interação com conceitos já aprendidos. Essa aprendizagem mecânica vislumbra o conhecimento como estático, fixo e imutável.” (PADILHA, et.al, 2013, p. 3). Um exemplo deste tipo de aprendizagem é o que infelizmente vivenciamos muitas das vezes no ensino médio, onde apenas decoramos fórmulas, calculamos e sabemos que serve para explicar um determinado fenômeno físico, mas sem compreender de fato o fenômeno, sem questionamentos, sem realmente aprender o conteúdo ou seja sem relacioná-lo com os conhecimentos existentes, não tendo assim um significado para o discente (HENRIQUE & BAIRRAL, 2019) (Moreira M. A., 2018).

Ao levarmos em consideração que um aluno não possui determinado conhecimento prévio para aprender um novo conteúdo proposto, novas medidas são adotadas e desenvolvidas por meios de materiais antecessores ao conteúdo a ser aprendido, sendo estes materiais gerais e claros, os quais Ausubel chama de organizadores prévios (Franz, 2019).

Para Tavares (2004), os organizadores prévios são:

Pontes cognitivas entre o que aprendente já sabe e o que pretende saber. É construído com um elevado grau de abstração e inclusividade, de modo a poder se apoiar nos pilares fundamentais da estrutura cognitiva do aprendente e, desse modo, facilitar a apreensão de conhecimentos mais específicos com os quais ele está se deparando. (Tavares, 2004, p. 57).

À medida que os organizadores prévios são absorvidos é que o aluno começa a adquirir os conhecimentos prévios necessários para aprender posteriormente determinado conteúdo, ou que o mesmo já o tenha, ou seja, enquanto ocorre a aprendizagem significativa, novos processos acontecem em virtude das relações e interações desenvolvidas. (Moreira & Masini, Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel , 1982).

Conforme Moreira e Mansini (1982), Ausubel nos propõem em sua teoria que para a facilitação de um conceito, devemos partir de aspectos gerais e inclusivos de um conteúdo e ir posteriormente para o específico, sendo chamado por ele de princípio da diferenciação progressiva, para isto tem como base as seguintes hipóteses:

a) é mais fácil para o ser humano captar aspetos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas; b) a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados. (Moreira & Masini, Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel , 1982, p. 21).

Ainda segundo Moreira e Mansini (1982), a diferenciação progressiva não pode ser esquecida ao planejar as aulas, pois tem fundamental importância no processo de aprendizagem, pois é por meio dela que é possível alcançarmos a reconciliação integrativa, processo este que ocorre durante a aprendizagem significativa, de forma simultânea.

Para Moreira, (2016):

à medida que novas informações são adquiridas, elementos já existentes na estrutura cognitiva podem ser percebidos como relacionados, podem ser reorganizados e adquirir novos significados. Este rearranjo de elementos existentes na estrutura cognitiva é conhecido como reconciliação integrativa [...] é, então, o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes (Moreira M. A., 2016, pp. 26-64).

O produto educacional deste trabalho traz como um exemplo de diferenciação progressiva em que não deve ser esquecida durante o planejamento das aulas, uma situação problema, de modo que, por meio desta é que partiremos do geral para o específico, onde a partir dessa visão geral é possível alcançar a reconciliação integrativa e proporcionar uma aprendizagem significativa para os alunos.

De acordo com a Teoria Significativa de David Ausubel para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que:

[...] o material deve ser **potencialmente significativo** e o aprendiz tem que manifestar uma **disposição para aprender**. A primeira dessas condições implica em que o material tenha **significado lógico** e que o aprendiz tenha disponíveis, em sua estrutura cognitiva, **subsúncos** específicos com os quais o material seja relacionável. (MOREIRA, 2016, p. 25, grifo do autor).

Segundo Moreira (2011), uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), é um conjunto de atividades organizadas que são atreladas a determinados conteúdos que tem por finalidade proporcionar uma aprendizagem significativa, em que deve ser formada por oito aspectos sequenciais bem como apresentado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1

PASSOS	ASPECTOS SEQUENCIAIS
1	Definição do tema ou tópico.
2	Propor ou criar situações para investigar os conhecimentos prévios.
3	Aplicação de situações-problemas introdutórios.
4	Apresentação do conhecimento de forma geral e inclusiva.
5	Retomada dos aspectos gerais propondo situações-problema com maior nível de complexidade e abstração.
6	Conclusão da unidade em um nível mais alto utilizando novas apresentações e situações problemas.
7	Avaliação somativa e formativa.
8	Avaliação da UEPS e discussões gerais sobre o tema abordado.

Fonte: Modificado de Hilger e Griebeler (2013, p.7-8).

No entanto, Monteiro, *et al.*, (2006), relata que o ponto mais importante para a ocorrência da aprendizagem significativa é o interesse do aluno em aprender, em fazer a ligação do novo conhecimento com o que ele já sabe e está presente em sua estrutura cognitiva, e que não importa o quão significativo seja o material produzido pelo professor, se o aluno não estiver disposto a aprender e estabelecer essas conexões, e se ele estiver se posicionando apenas em decorar, a aprendizagem não será significativa e portanto o aluno não aprenderá de fato tal informação.

É pensando e nos preocupando com estes dois detalhes importantes (interesse do aluno e material potencialmente significativo) para que ocorra a aprendizagem

significativa é que propomos uma aula teórico-prática através do uso de um experimento com a plataforma Arduino atrelada ao estudo do conteúdo de Movimento Harmônico Simples para uma turma de EJA do nível médio, por meio de artifícios que tenham por finalidade despertar o interesse dos alunos e construir esse elo entre os conhecimentos prévios e os novos saberes com materiais que sejam potencialmente significativos, assim como proposto por Ausubel.

2.3 – O Estudo do Movimento Oscilatório

Nesta seção serão apresentados e discutidos os conceitos teóricos do Movimento Harmônico Simples (MHS) utilizados como base para a compreensão, estudo e desenvolvimento do produto educacional desta dissertação.

Segundo os PCNs (2013), o ensino de física é dividido e organizado com base em conceitos centrais nos quais são delimitados pelos conteúdos de mecânica, termologia, óptica e eletromagnetismo. (PCN+, BRASIL, 2013, p.61). O estudo desenvolvido nesta dissertação se apropriará do conteúdo de Movimento Harmônico Simples (MHS).

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).

De forma interdisciplinar, podemos relacionar o estudo deste movimento com diversas áreas: com a matemática, que consegue utilizar a função senoidal, na qual é utilizada para descrever o sinal do corpo oscilatório, além de poder prever o comportamento desse corpo; a biologia, que estuda os animais podendo se deparar com

alguns que realizam esse tipo de movimento para sobreviver a instabilidades ambientais, além de outros utilizarem o movimento oscilatório para o comportamento reprodutivo, como o vagalume, a educação física dentre diversos esportes radicais temos o Bungee Jumping e o Canyon Swinging, os quais fazem uso na prática dos movimentos oscilatórios. (Castro, 2016).

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:

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

2.3.1 – O Movimento Harmônico Simples (MHS) e o sistema massa-mola

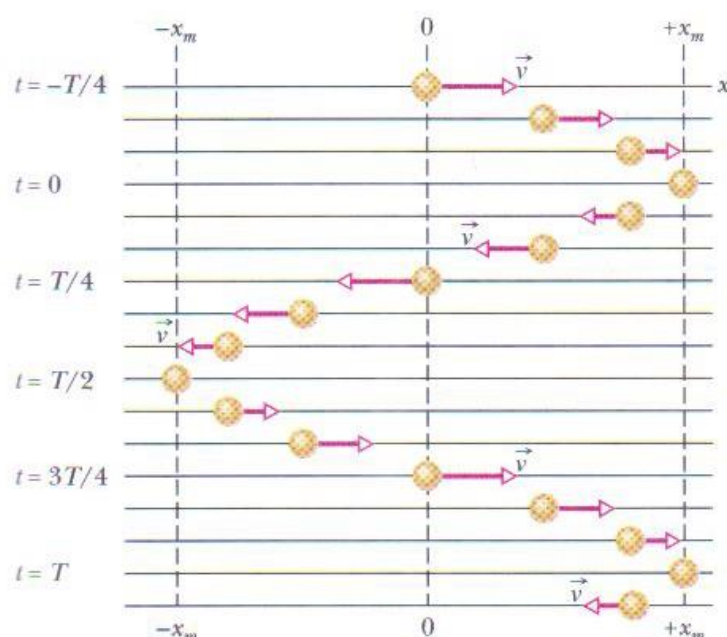
Segundo Santos (2017) e Filho (2005), o movimento harmônico simples também conhecido por MHS, foi inicialmente estudado no final do século XVI por Galileu Galilei, que ao observar as oscilações nos lustres da catedral de Pisa, ficou surpreso com os resultados de sua investigação chegando a concluir que o tempo gasto do pêndulo ao realizar uma oscilação completa parecia independe da amplitude, dando assim, o pontapé inicial para os posteriores estudos sobre o MHS.

Em 1657, quinze anos depois de sua morte, outro estudioso, Christian Huygens deu continuidade aos estudos iniciados por Galileu, chegando a trabalhar na publicação de um livro descrevendo sobre o relógio de pêndulo. (Filho, 2005).

Portanto, percebemos que o trabalho destes e de outros estudiosos e pesquisadores foi muito importante para o desenvolvimento e evolução da ciência, visto que graças aos estudos desenvolvidos por eles, hoje temos por exemplo desde a construção de relógios de pêndulo até estudos espaciais que possibilitaram, entre outras coisas, a criação de satélites artificiais e sondas espaciais, até mesmo na área da medicina com estudos voltados para os padrões de atividades elétricas cerebrais. (SOUZA, *et al.*, 2010) (encurtador.com.br/FRY36).

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

Figura 3 - 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 E. R., 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 4, acompanhada dos nomes de cada grandeza.

Figura 4 - Deslocamento no eixo x e suas grandezas.

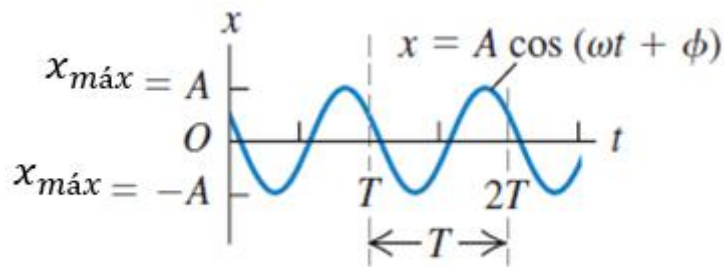
$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi) \quad (3)$$

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 argument of the cosine function, $\omega t + \phi$. 'Tempo' points to t . 'Frequência angular' points to ω . 'Constante de fase ou ângulo de fase' points to ϕ . The equation is followed by the number (3) in parentheses.

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

A equação apresentada acima na Figura 4, na qual descreve o deslocamento no eixo x do MHS é uma função com características de função co-seno e o seu gráfico pode ser mostrado na Figura 5, o qual possui um ângulo de fase de $\phi = \frac{\pi}{3}$.

Figura 5 - 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 5 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 $x_{máx}$ a $-x_{máx}$, 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 4, e com isto obtemos:

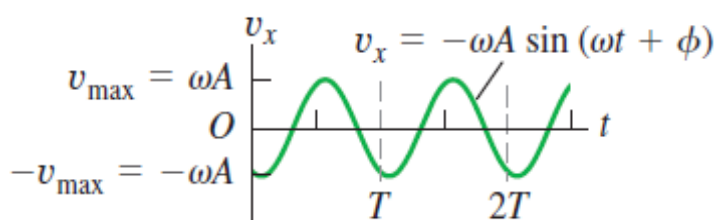
$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt}[x_m \cos(\omega t + \phi)]. \quad (4)$$

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 6, o qual está deslocado por $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico de deslocamento $x(t)$ da Figura 5.

Figura 6 - Gráfico da velocidade $v_{máx}(t)$ 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:

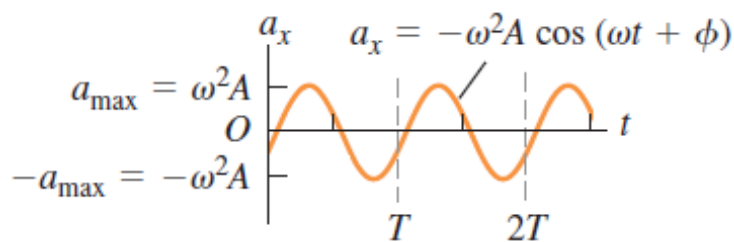
$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [-\omega x_m \text{sen}(\omega t + \phi)]. \quad (6)$$

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 7, o qual está deslocado $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico $v_x(t)$ e $\frac{1}{2}$ do gráfico $x(t)$.

Figura 7 - Gráfico da aceleração $a_{\text{máx}}(t)$ em função do tempo t .



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

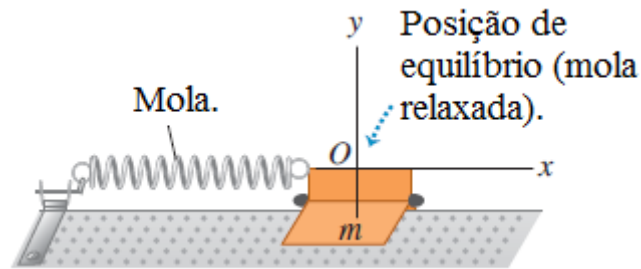
Ao relacionarmos a equação (3) e (7) podemos obter a seguinte equação:

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

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.”

Ao considerarmos uma massa m presa em uma das extremidades de uma mola, assim como o exemplo apresentado na Figura 8,

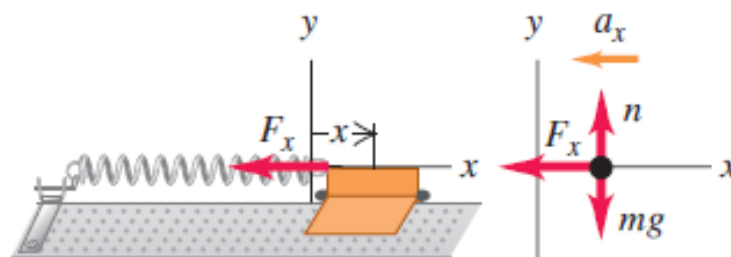
Figura 8 - Sistema massa-mola em equilíbrio.



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 437).

em que o sistema encontra-se em repouso, e portanto em equilíbrio, pois sobre ele não agem forças, vemos que, ao aplicarmos uma força para a direita ($x > 0$) na massa, ela transferirá esta mesma força para a mola, que exercerá uma força elástica em sentido contrário ao deslocamento x , ou seja, orientada para a posição de equilíbrio, de modo que ao soltarmos a massa, o sistema se moverá, tentando voltar para a sua posição de origem, bem como representado na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Sistema massa-mola: massa deslocada para a direita e força elástica orientada para a esquerda.



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 438).

A força que importa para este sistema como já analisado anteriormente é a força elástica, dada pela Lei de Hooke, em que,

$$F = -kx. \quad (9)$$

Onde:

F : força elástica [N]

k : constante elástica da mola [N/m]

x : deformação da mola [m]

na equação (9), F é o módulo da força exercida pela mola sobre a partícula de massa m do sistema.

Quando sobre esta partícula de massa m é exercida a força dada pela equação (9), então teremos que:

$$x = x(t). \quad (10)$$

Ou seja, o deslocamento dependerá do tempo t .

Como a partícula possui uma massa m , podemos então fazer uso da 2ª Lei de Newton, assim teremos:

$$F = m \cdot a. \quad (11)$$

E ao relacioná-la a equação (9), podemos obter:

$$m \cdot a = -k \cdot x. \quad (12)$$

Ou ainda, podemos reescrevê-la de outra maneira:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \cdot x. \quad (13)$$

Generalizando e dividindo por m os dois lados da equação, teremos:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} \cdot x. \quad (14)$$

Sabendo por definição que o quadrado da frequência angular é dado por:

$$\omega^2 = \frac{k}{m}. \quad (15)$$

Ou ainda, que:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad (16)$$

Além das equações (1) e (2) relacionadas as duas grandezas (frequência e período) podemos também ter a frequência angular, visto que o MHS é descrito por uma função co-seno, na qual por definição é:

$$\omega = 2\pi f. \quad (17)$$

Relacionando a equação (1) com a equação (17), podemos obter a seguinte expressão:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (18)$$

Fazendo a reorganização e vinculando com a equação (16), teremos o período do oscilador sendo:

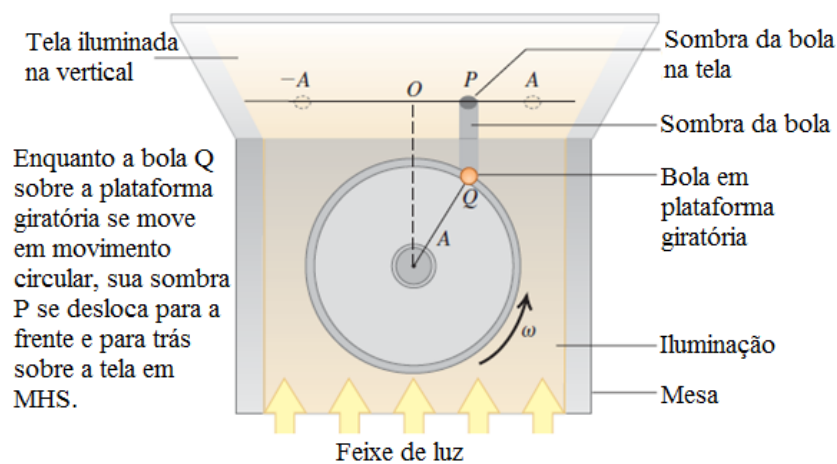
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (19)$$

Assim, podemos reescrever a equação (14) relacionando com a equação (15), obtendo a equação fundamental do MHS, dada por:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2x. \quad (20)$$

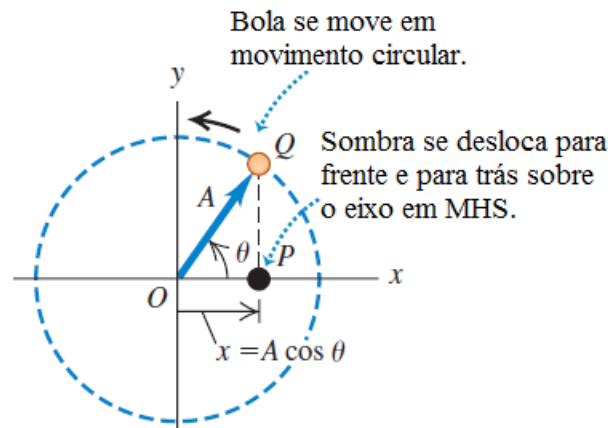
Para encontrarmos o deslocamento, a velocidade e a aceleração em função do tempo nos apropriaremos da relação de semelhança entre o MHS e o movimento circular uniforme (MCU), que para (Young & Freedman, 2008, p. 39), “o movimento harmônico simples é a projeção de um movimento circular uniforme sobre um diâmetro do círculo”, assim como representado nas Figura 10 e 11 a seguir.

Figura 10 - Instrumento desenvolvido para construir um círculo de referência.



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 440).

Figura 11 - Modelo de representação da Figura 9.



Fonte: Modificado de Young e Freedman (2008, p. 440).

Através das relações estabelecidas com o MCU, podemos obter o deslocamento x , como:

$$x = x_m \cos \theta. \quad (21)$$

Sabendo que θ é a fase do movimento e que o movimento descreve um movimento circular uniforme, podemos obter θ em função do tempo t , como:

$$\theta = \omega t + \phi. \quad (22)$$

Reorganizando e combinando as equações (21) e (22), teremos:

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi). \quad (23)$$

E para encontrarmos a velocidade basta apenas derivarmos a equação (23) que encontraremos a equação (5), já para a aceleração, faremos o mesmo procedimento, porém derivando a equação da velocidade e teremos como resultado a equação (7).

2.4 – A Plataforma Arduino

Com o passar dos anos o mundo em que vivemos passou e passa por diversas mudanças e transformações em muitas áreas, a tecnologia é uma dessas áreas que acompanha fortemente esse crescimento em vários setores, desde indústrias ao setor aeroespacial, englobando também os meios educacionais. (Porto, 2016) (MOREIRA, et.al, 2018).

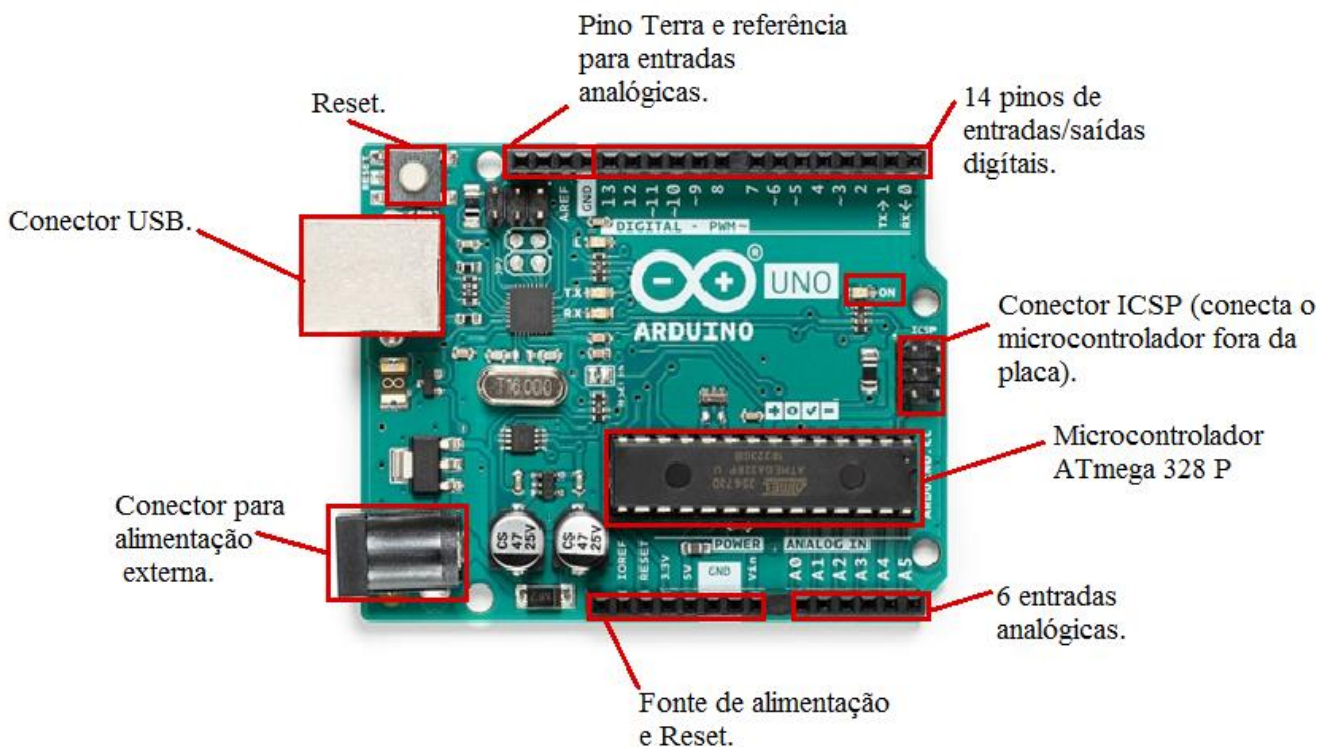
Conforme Kenski, (2007), a população, tenta acompanhar essa evolução utilizando diversos aparelhos como: smartphones, tablets, notebook e computadores de

boa qualidade, e é aqui que percebemos a grande influência das tecnologias, na qual está inserida na vida de milhares de pessoas, desde as crianças aos idosos.

No âmbito escolar, também houveram algumas mudanças, e com o avanço crescente das tecnologias foi surgindo a necessidade de novas formas e métodos de proporcionar um ensino de melhor qualidade com o objetivo de alcançar uma aprendizagem significativa para os alunos, os quais não se contentam mais com um aula tradicional e estão famintos pelo novo. (Martinazzo, Trentin, Ferrari, & Piaia, 2014) (MOREIRA, et.al, 2018).

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 12.

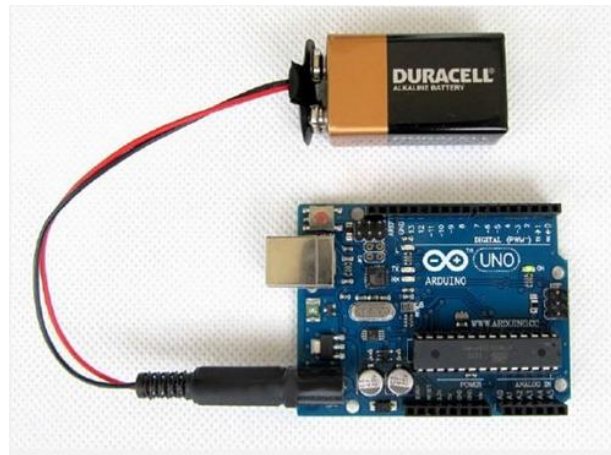
Figura 12 - Placa Arduino.



Fonte: modificado de www.arduino.cc

O microcontrolador Arduino pode utilizar como fonte de alimentação um cabo USB e/ou uma fonte externa, veja a seguir um exemplo na Figura 13.

Figura 13 - Placa Arduino conectada a bateria por meio de fonte externa.



Fonte: www.arduino.cc.

A fonte externa pode estar entre 6V e 20V, contudo o recomendado é que esteja entre 7V e 12V, pois se for menor que 7 pode ficar instável e mais que 12 pode superaquecer e danificar a placa.

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.

Segundo Alves, *et al.*, p.4 (2012) foi em 2005 na Italia que nasceu o projeto chamado Arduino o qual “constitui uma plataforma de hardware e de software com o objetivo de possibilitar que pessoas não especialistas em programação e/ou em eletrônica possam desenvolver aplicações de objetos e ambientes interativos.”

Para Souza, *et al.*, (2011):

O Arduino é uma plataforma de hardware *open source*¹, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores

¹ Na tradução literal significa código aberto, ou seja, tanto o hardware quanto o software podem ser usados, modificados e distribuídos gratuitamente, exceto a placa é que é paga.

de temperatura, luz, som etc., e como saída leds, motores, displays, auto-falantes etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas. (SOUZA, *et al.*, 2011, p.2).

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 embarcada² e robótica. (SOUZA, *et al.*, 2011, p.1).

Figura 14 - Microcontrolador Arduino.



Fonte: encurtador.com.br/celOP

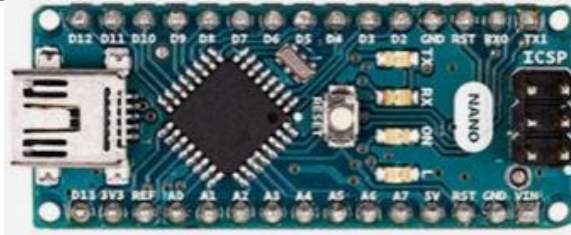
A placa micro controladora Arduino, no entanto, não é a mesma coisa que um microcontrolador, isso pode ser notado através da Figura 12 e 13 pois, o microcontrolador (Figura 14) é um dos dispositivos que contém na placa Arduino.

Atualmente, existem inúmeros modelos de placas Arduino, com diversos nomes e preços, incluindo kits mais sofisticados e modelos populares, assim como representado na Tabela 2 a seguir.

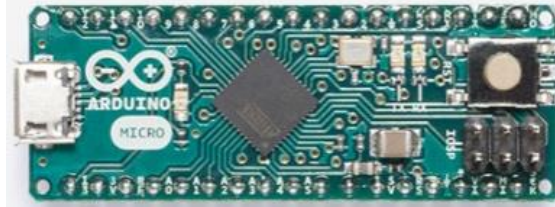
Tabela 2 - Modelos de Arduino.

MODELOS	NOMES
A photograph of an Arduino Uno Rev3 board. The board is green and features a USB Type-B port, a DC power jack, and a microcontroller chip. The text 'ARDUINO UNO' is printed on the board.	ARDUINO UNO REV3

² Tecnologia computacional com custo baixo reduzida em microcontrolador que atende a um fim específico.



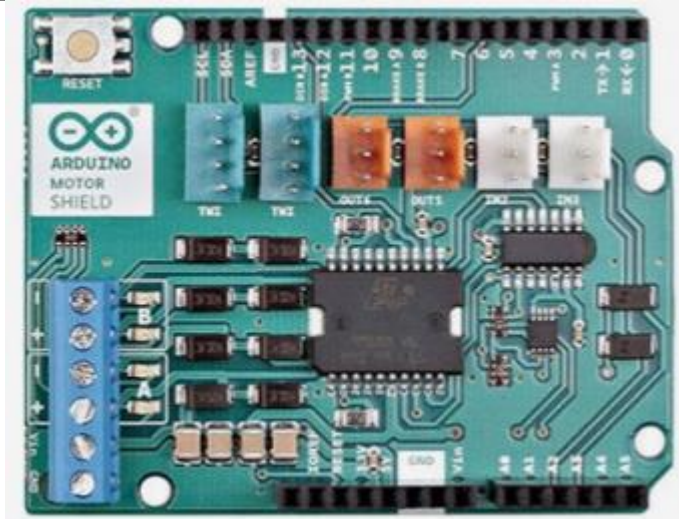
ARDUINO
NANO



ARDUINO
MICRO



ARDUINO
MEGA 2560
REV3



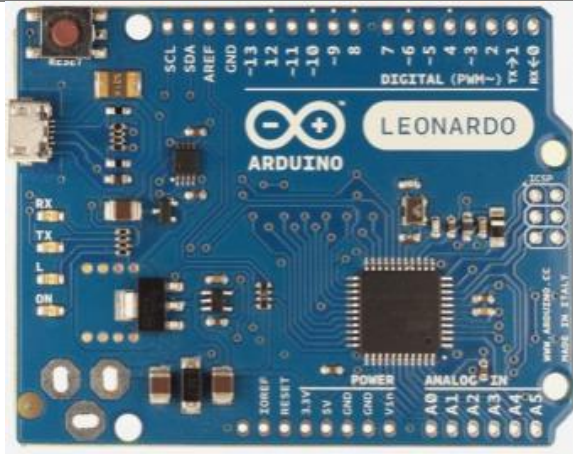
ARDUINO
MOTOR
SHIELD
REV3



ARDUINO
DUE



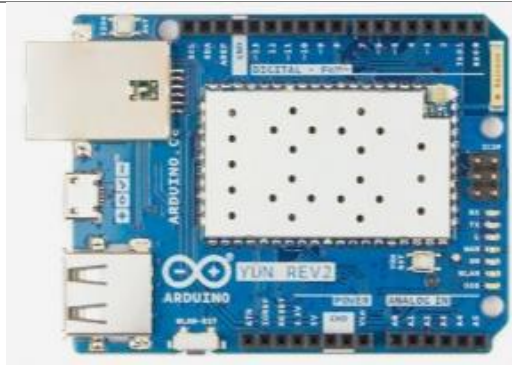
ARDUINO
ZERO



ARDUINO
LEONARDO
WITHOUT
HEADERS



ARDUINO
MKR WIFI
1010



ARDUINO YÚN VER 2

Fonte: Modificado de *Arduino products*, em www.arduino.cc

Segundo o site oficial do Arduino, disponível em “www.arduino.cc”, os distribuidores autorizados no Brasil são: Multilogica Com. Mat. Eletricos e Servicos Ltda, Oderco Distribudora e RoboCore Tecnologia LTDA, toda via estes são alguns dos muitos distribuidores autorizados existentes em uma lista, organizada em ordem alfabética por região e atualizada pela última vez em 19 de julho de 2019.

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 características³:

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

Segundo Alves, *et al.*, (2012), em uma aula voltada para a robótica educacional (RE), os alunos desenvolvem diversas habilidades, de modo que ao final conseguem entender as teorias através das práticas desenvolvidas, sendo esta uma atividade que proporciona

³ 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>.

o desafio e o lúdico em meio ao esforço do aluno ao obter resultados de determinados problemas.

Ainda segundo Alves, *et al.*, (2012):

É possível utilizar a Robótica Educacional em sala de aula sem o uso da programação ou computador, somente fazendo o uso de artefatos físicos (como hardwares, elétrico-eletrônicos ou aparatos mecânicos), porém os experimentos construídos ficam com um escopo limitado sem a presença de uma lógica dinâmica (software). Desta forma, compreende-se que a utilização da programação, a qual permite criar sistemas inteligentes capazes de reagir a um estímulo, além de expandir os limites de atuação potencializa o seu uso em Robótica Educacional. Isto é possível através do projeto Arduino. (Alves, *et al.*, 2012, p.4).

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).

Além dos muitos benefícios e aplicações já apresentados, o Arduino pode também coletar e analisar dados meteorológicos, estudar as trocas radiativas de energia, as oscilações amortecidas, a carga e descarga em capacitores, a lei de resfriamento de Newton, indo desde obras interativas até robôs, ou seja, pode englobar diversos conteúdos de física como: eletrodinâmica, termologia, termodinâmica, mecânica, ondulatória e física moderna, tendo também a possibilidade de realizar outras ações como: enviar um balão de alta altitude ao limite da atmosfera para tirar fotos e gravar vídeos, construir sinalizador de código morse S.O.S, desenvolver semáforo interativo, dentre muitos outros projetos. (TORRES, *et al.*, 2015), (SOUZA, *et al.*, 2011), (CAVALCANTE, *et al.*, 2011), (MARTINAZZO, *et al.*, 2014) e (Roberts, 2011).

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 plataforma⁴ 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 15 a seguir.

Figura 15 - Sensor ultrassônico HC – SR04.



Fonte: Própria.

⁴ Opinião de Maganha, Gabriel, fevereiro de 2017, disponível no canal do Youtube em GV Ensino em <https://bitly.com/8O684>.

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 R. V., 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.

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 o gráfico da posição da massa versus tempo.

3- METODOLOGIA

Será apresentada a partir daqui a metodologia utilizada no decorrer das aulas, as quais ocorreram de forma totalmente presencial, contando com diversos recursos e métodos avaliativos como: questionário inicial, apresentação do conteúdo por meio do projetor multimídia da escola, lista de atividades contextualizadas, revisão por meio de vídeo, atividades de fixação e revisão, atividade experimental e questionário final.

Todas essas ações tiveram como objetivo unir e evoluir as habilidades tecnológicas dos alunos com o ensino do movimento harmônico simples juntamente com o experimento Arduino, por meio de um material potencialmente significativo, desenvolvendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa propostos por David Ausubel e utilizadas nesta dissertação, proporcionando portanto uma aprendizagem significativa.

Apesar de ter pouco tempo de experiência em sala (4 anos), pois me formei recentemente, é possível notar o grau de dificuldade dos alunos de visualizar e compreender os fenômenos físicos, necessitando de uma atividade lúdica, de maneira que desperte tanto o interesse como também ajude na interpretação e associação de conceitos e ideias dos conteúdos estudados em sala. Além disso, os professores em sua maioria contam com uma carga horária muito grande e muitos conteúdos para trabalhar, tornando inviável a construção e elaboração de projetos com seus alunos.

O trabalho de pesquisa aqui apresentado, foi realizado na Escola Roberto Sanches Mubárac na rede pública de ensino localizada na zona urbana da cidade de Rio Branco capital do estado do Acre, no bairro 06 de agosto. Foi planejada a aplicação do trabalho no segundo semestre do ano letivo de 2021, no turno da noite, com a turma do ensino médio do módulo III da EJA, no entanto, não foi possível devido a pandemia, sendo replanejada a aplicação para o primeiro semestre de 2022.

3.1 Descrição Das Atividades Desenvolvidas

Foram realizadas quatro aulas, nos dias 26 de abril de 2022, 10 de maio de 2022, 17 de maio de 2022 e 19 de maio de 2022, ambas com duração de duas horas cada, vale ressaltar que a data da primeira aula e da segunda ficaram distantes devido a diversas situações como: falta de comunicação entre coordenação e professores (pois na segunda aula planejada tivemos uma palestra sobre leitura a qual foi avisada em cima da hora), pouca participação dos alunos, em algumas aulas indo apenas um, sendo está aula

replanejada para um outro dia, surgimento de novos alunos no meio do período letivo, etc. Além disso, o tempo de duas horas de aula se deve ao fato de que a escola está localizada em um bairro periférico, onde a maioria dos alunos moram muito longe, em outros bairros, que possuem caminhos perigosos com pontes inacabadas como mostra a Figura 16, tendo também um horário de toque de recolher, tornando perigoso voltar para casa muito tarde.

Figura 16 - Caminho que alguns dos alunos precisam percorrer para chegar até a escola às 19 horas.



Fonte: própria.

A seguir podemos ver a Tabela 3 para compreender melhor as datas em que as aulas ocorreram.

Tabela 3 - Datas das aulas.

Aulas	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4
Datas	26 de abril de 2022 (quinta-feira).	10 de maio de 2022 (terça-feira).	17 de maio de 2022 (terça-feira).	19 de maio de 2022 (quinta-feira).

Fonte: própria.

Foi desenvolvida uma sequência didática, a qual estará disponível no produto educacional, para ser aplicada nas quatro aulas, utilizando como base a Tabela 1 localizada no capítulo 2 seção 2.2, proposta por Moreira (2011), usando as Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), ou seja, um conjunto de atividades organizadas que são atreladas a determinados conteúdos tendo como objetivo proporcionar uma aprendizagem significativa, a qual é formada por oito aspectos sequenciais bem como apresentado na Tabela 4 abaixo. Na primeira aula foram realizados e aplicados os passos de 1 à 4, já para a segunda aula o passo 5, na terceira o passo 6 e na última aula os passos 7 e 8.

Tabela 4 - Os oito aspectos sequenciais.

PASSOS	ASPECTOS SEQUENCIAIS	ASPECTOS USADOS
1	Definição do tema ou tópico.	Estudo de um movimento especial.
2	Propor ou criar situações para investigar os conhecimentos prévios.	Aplicação de questionário de opinião.
3	Aplicação de situações-problemas introdutórios.	Apresentação de situação problema contextualizada (balanço).
4	Apresentação do conhecimento de forma geral e inclusiva.	Aula expositiva e dialogada por meio do projetor multimídia usando slide.
5	Retomada dos aspectos gerais propondo situações-problema com maior nível de complexidade e abstração.	Revisão por meio de vídeo seguida de atividade de revisão.
6	Conclusão da unidade em um nível mais alto utilizando novas apresentações e situações problemas.	Aplicação de lista de atividades sobre o MHS e apresentação do slide parte 2 com atividade experimental.
7	Avaliação somativa e formativa.	Desenvolvidas no decorrer das aulas através de observações e interações, bem como das atividades realizadas.

8	Avaliação da UEPS e discussões gerais sobre o tema abordado.	Questionário final sobre a aula (feedback dos alunos).
----------	--	--

Fonte: própria.

Aula 1: Conhecendo o Movimento Harmônico Simples.

Data: 26/04/2022 (terça-feira);

Objetivos:

- 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;

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Recursos:

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

Duração: 2 horas.

Desenvolvimento:

Inicialmente foi feita a acolhida com a turma como de costume, em seguida, a professora e mestrandas disse para a turma que também era aluna, no entanto, do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Acre (UFAC), e explicou que a aula seria voltada para seu trabalho de dissertação. Além disso, esclareceu também que o conteúdo que iriam estudar seria novo, pois não estava no plano de curso deles, mas que seria muito enriquecedor e acrescentaria muitos conhecimentos a cada um, comentou a respeito da importância daquele trabalho e o quanto estava feliz e ansiosa por aquele dia ter chegado.

Após a acolhida e toda a explicação sobre o projeto e sua relevância, ocorreu a entrega do questionário de opinião (que foi muito útil para investigar os conhecimentos prévios) o qual foi lido em alta voz para a turma, que neste dia era formada por 4 alunos, sendo 3 mulheres e 1 homem, os quais estão respondendo ao questionário como apresentado na Figura 17 a seguir.

Figura 17 - Alunos respondendo ao questionário de opinião.



Fonte: própria.

Passados aproximadamente 1 hora após o acolhimento e aplicação do questionário inicial, iniciou-se a apresentação do conteúdo por meio do projetor multimídia, sendo aplicada uma situação-problema contextualizada (criança brincando no balanço, disponível no apêndice B), bem como orientado por Moreira (2011) no terceiro passo da Tabela 4. Esta ação, desenvolvida de forma introdutória, já nos primeiros slides, ocorreu como mais uma forma de verificar os subsunçores dos alunos, com suas participações de forma oral, com cada um dando sua opinião sobre o problema, de modo que a partir dela o docente pode verificar agora de maneira mais específica, o conhecimento prévio do aluno, ou seja, se o aluno já possuía em si uma “noção”, sobre o assunto que seria ministrado em aula para poder aprender de forma significativa, que faça sentido para o discente o conteúdo a ser estudado, não necessitando mais de decorar ou memorizar conceitos e abandonando de vez a aula mecânica.

A apresentação do conteúdo por meio dos slides se deu de forma geral e inclusiva, a qual foi desenvolvida inicialmente com base na diferenciação progressiva, ou seja, partindo do geral e inclusivo, para que desta forma o conteúdo pudesse ser mais facilmente aprendido pelos alunos, pois é como o cérebro funciona melhor, como já apresentado por Moreira e Masini (1982).

Além disso, foi também utilizado outro ponto importante abordado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a reconciliação integrativa, que foi percebida em alguns momentos das aulas, onde os alunos conseguiram se ver em conflito com as

experiências iniciais e as compreendidas em aula, reformulando assim novas ideias e conceitos em seu ser.

Avaliação:

Foi desenvolvida ao longo da aula por meio da análise das respostas escritas e orais dos alunos, identificando suas dificuldades e facilidades no conteúdo estudado, ou seja, realizada de modo formativo.

Aula 2: Revisão da aula 1 e reforço dos conceitos e teorias.

Data: 10/05/2022 (terça-feira);

Objetivos:

- Lembrar 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;

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Recursos:

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

Duração: 2 horas.

Desenvolvimento:

Como a segunda aula ocorreu muitos dias após a primeira devido a diversos problemas, foi planejada uma aula mais voltada para revisão e reforço dos conceitos e teorias, já que devido a pandemia os alunos perderam o hábito dos estudos e da leitura, o que agravou no processo da aprendizagem.

Para a revisão foram retomados os aspectos gerais propondo situações-problema com maior nível de complexidade e abstração, conforme o passo 5 da Tabela 4, apresentando 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 foi aplicada uma lista de atividades para fixação e revisão, após a realização das atividades foi feita a correção da mesma com a participação dos alunos.

Por fim, desenrolou-se a apresentação dos últimos slides da aula 1, (que não foi possível finalizar na mesma aula) por meio do projetor multimídia.

Avaliação:

Foi desenvolvida ao longo da aula por meio da análise das respostas orais e escritas dos alunos, através das dúvidas e das atividades de revisão, sendo formativa, além de ser também somativa por meio da aplicação de atividades ao decorrer das aulas, obedecendo ao sétimo passo da Tabela 4 dos aspectos sequenciais de Moreira (2011).

Aula 3: Introdução a atividade experimental.

Data: 17/05/2022 (terça-feira);

Objetivos:

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

Conteúdos: Movimento Harmônico Simples.

Recursos:

- 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;

Duração: 2 horas.

Desenvolvimento:

Foi desenvolvida uma revisão de forma oral com a participação dos alunos sobre a aula anterior, posteriormente deu-se continuação na aula 2 com a apresentação dos slides finais.

Após a finalização dos slides da aula 1, aplicados na aula dois devido o pouco tempo, ocorreu a entrega de uma lista de atividades contextualizadas com base no conteúdo das aulas 1 e 2, em seguida desenvolveu-se a correção destas atividades pela professora de forma individual com cada aluno, tirando suas dúvidas.

Por fim, os alunos receberam o roteiro experimental, realizaram a leitura silenciosa do material por alguns minutos e começaram a conhecer os materiais que seriam utilizados no experimento e como seria realizado.

Avaliação:

Realizada de modo formativo, no decorrer da aula, por meio da participação dos alunos, através das suas respostas orais e escritas (atividades desenvolvidas em sala).

3.2 Descrição da Atividade Experimental

A última aula, realizada no dia 19/05/2022 na quinta-feira, foi utilizada para a atividade experimental sobre o conteúdo do MHS, a qual tinha como objetivos: realizar o experimento com o microcontrolador Arduíno, calcular o valor do período através dos materiais utilizados no experimento, calcular o valor teórico para o período, identificar que o valor experimental e teórico para o período são próximos e desenvolver um trabalho de qualidade em grupo.

A seguir será apresentada uma lista contendo os materiais utilizados na atividade experimental e os passos para construção do experimento.

Materiais utilizados

01 Placa Arduino Uno R3

01 Cabo USB 2.0 de 30cm

01 Protoboard 400 Pontos

01 Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04

01 Arruela e suporte de metal

01 Mola

10 Jumper Macho-Macho variados

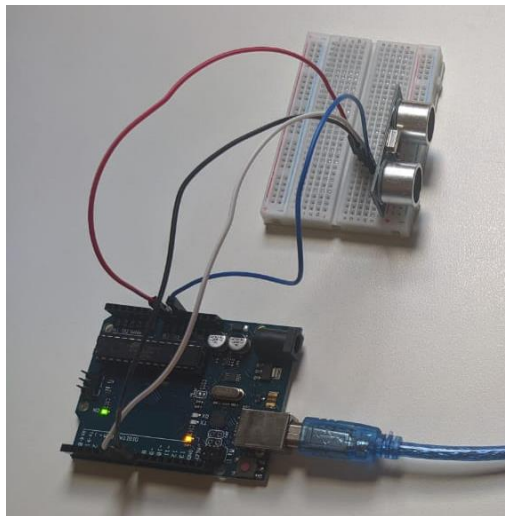
Montagem do Experimento

O arranjo experimental desenvolvido para esta experiência do MHS utilizará os materiais listados acima, além do software Arduino a ser baixado e do Excel para construção de gráficos.

Inicialmente é necessário baixar o software do Arduino atualizado e de acordo com a versão do seu computador pelo site “<https://www.arduino.cc/en/software>” e instalar, feito isto é só entrar no programa dando dois cliques no ícone do mesmo com o botão direito do mouse.

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). Em seguida, conecte ambas as extremidades do cabo jumper vermelho ao GND. Usando o cabo jumper na cor branca, conecte uma extremidade no pino digital 7 da placa e a outra no pino trig. Posteriormente, use o cabo jumper na cor preta e faça a conexão no pino digital 8 da placa e a outra extremidade no pino echo, desta forma você terá algo parecido com a Figura 18 abaixo.

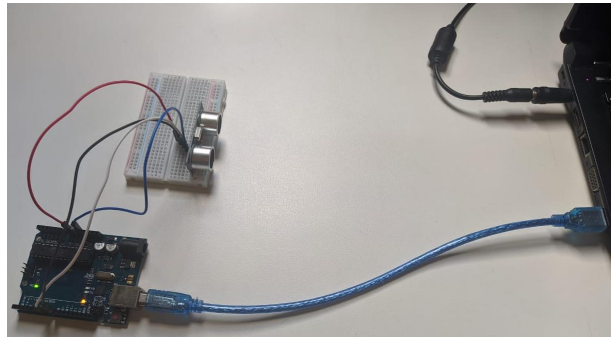
Figura 18 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa.



Fonte: Própria.

Por fim, instale o software baixado e realize a conexão do computador com a placa Arduino por meio de um cabo USB, como na Figura 19 a seguir.



Figura 19 – Conexão entre os fios jumpers, o sensor, a placa e o computador.



Fonte: Própria.

Para checar se está tudo correto, basta apenas clicar no ícone de verificar (visto na Tabela 5). Após verificado e tudo certo, clique no ícone de carregar (observe na Tabela 5) para realizar o upload do código para o Arduino.

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.

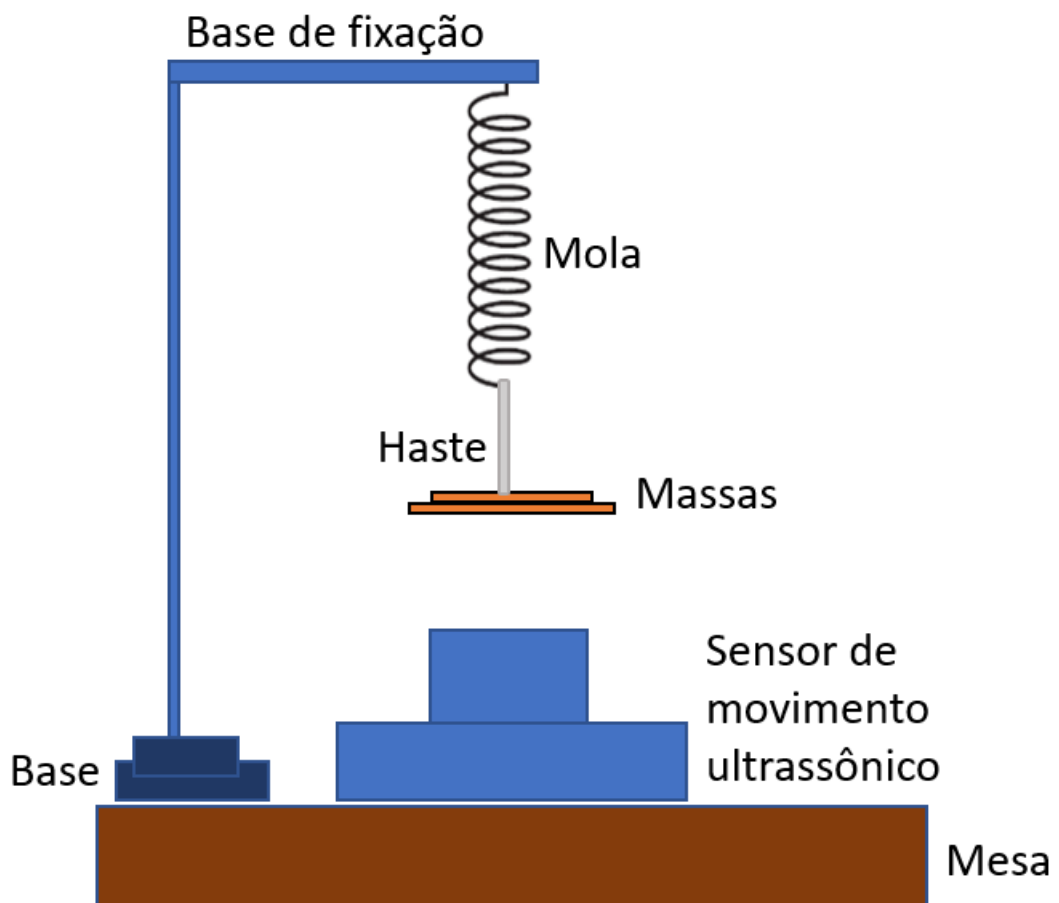
Feito todos os passos acima é hora de digitar os códigos para o desenvolvimento da experiência. Após todos os procedimentos de instalação e programação serem realizados, é iniciada a parte mais “física”, com o manuseio dos materiais para de fato começar a experiência.

O aparato experimental é mostrado na Figura 20. 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 20 - Representação do experimento montado.



Fonte: Própria.

Aplicação de questionário final

Após todos os procedimentos apresentados nas quatro aulas serem desenvolvidos, foi aplicado o questionário final, que está disponível no apêndice E, realizando assim o

último passo proposto por Moreira para alcançar uma aprendizagem significativa, a fim de obter informações sobre a satisfação dos alunos e os seus conhecimentos adquiridos ao longo das duas aulas.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados e as discussões obtidas durante as 4 aulas na escola, no período da noite, entre 19 horas e às 21 horas, por meio das diversas atividades desenvolvidas (questionário de opinião, atividades contextualizadas, atividades de revisão e questionário avaliativo pós teste) e por meio das observações durante a atividade experimental.

Para aplicar as aulas na escola, inicialmente foi planejado e pensado em utilizar 2 aulas de 3 horas cada, de modo que seriam finalizadas em uma semana, visto que a mestranda é a professora de matemática e de física, então iria precisar de um dia da aula da disciplina de matemática para a primeira aula e outro da própria aula de física, sendo as aulas nas terças e quintas-feiras.

Um ponto muito importante a ser considerado é com relação ao baixíssimo número de alunos participantes, pois os discentes estavam acostumados com o ensino remoto (durante o período mais crítico da pandemia), de modo que poderiam estar trabalhando ou fazendo qualquer outra atividade no horário da aula, já que a mesma era online, esse e outros fatores (distância, medo de assaltos, não ter quem cuidasse das crianças) eram os argumentos dados pelos alunos que não frequentavam as aulas presenciais.

Na primeira aula, a qual foi aplicada foi no dia 26 de abril de 2022 às 19 horas, a professora conversou com a turma e explicou como ocorreria aquela aula e qual seria o seu objetivo, ao saberem que não fazia parte do plano de curso o conteúdo que seria estudado os alunos logo questionaram se valeria ponto e quanto, mostrando um pouco de resistência.

Os alunos utilizaram um tempo acima do previsto para a realização da leitura e resposta do questionário inicial o que a princípio pode ser visto como falta de leitura, fato este agravado devido a pandemia.

Ao apresentar a problematização do balanço (disponível no apêndice B), 3 dos alunos responderam oralmente que o movimento era circular uniforme e apenas 1 respondeu ser harmônico simples, comentando inicialmente que iria “chutar” que era está a resposta certa.

Ao longo da aula a professora e mestranda pode observar através das dúvidas e perguntas, muitas dificuldades e o “estrago” que a pandemia provocou na educação, pois não demonstravam conhecer e nem recordar os conteúdos básicos que já haviam estudado

anteriormente, como por exemplo as unidades de medidas, os conceitos de seno e cosseno de um ângulo, e até mesmo o que era um triângulo, visto que no slide 9 a aluna questionou dizendo que a figura não era um triângulo, pois a professora dela havia dito que um triângulo era de tal maneira (foi até o quadro para desenhar). Neste momento a professora teve que explicar o que era um triângulo e quais eram suas características, fugindo um pouco do tema principal da aula, além disso não conheciam também as letras gregas utilizadas, porém isso é compreensível, visto que não é algo comum a eles. Outra dificuldade era com as divisões, pois não sabiam muito bem dividir, sendo observado por meio dos exemplos em que a professora pedia a participação dos mesmo e ninguém sabia como realizar.

Devido a todas as dificuldades encontradas nesta primeira aula o tempo foi curto para poder aplicar a aula completa planejada para aquele dia, sem contar que como a escola é localizada em um bairro de risco e a maioria dos alunos chegam até a escola andando e de bicicleta, as aulas são encerradas 1 hora antes, sendo assim as 21 horas e não às 22 horas, de modo que tivemos então apenas 2 horas de aula, o que foi também um dos pontos que contribuiu para a não conclusão da primeira aula planejada, sendo necessário mais outra aula para encerrar e dar continuidade ao trabalho.

A segunda aula estava programada para ser realizada no dia 28 de abril de 2022, porém não foi possível devido a uma palestra ocorrida às 18 horas no auditório da Secretaria de Educação Cultura e Esporte (SEE) sobre leitura, que todos os professores de Eja tiveram que participar, vale ressaltar que infelizmente o comunicado aos professores sobre a palestra foi anunciado um dia antes, o que fez com que de certa forma atrapalhasse o cronograma da aplicação do produto, precisando assim de um replanejamento.

Após o dia 28 de abril, a próxima aula seria no dia 03 de maio de 2022, a mestrande se preparou e levou o material que seria utilizado, mas infelizmente naquele dia foi só uma aluna para a aula, então optou-se para aplicar aquela aula em outra data que tivessem a participação de mais alunos, sendo então desenvolvida a aula de matemática daquele dia.

No dia 05 de maio de 2022 que seria de fato a aula de física, foi novamente organizada a aplicação da segunda aula, no entanto apareceram alunos novos e esta situação não havia sido prevista, visto que as aulas já haviam começado a um mês atrás e que geralmente não é permitido a matrícula de alunos depois de tanto tempo assim, contudo foi desenvolvida nesta data a aula de física sobre o conteúdo do próprio plano de

curso dos alunos, sendo replanejada novamente a segunda aula pensando nos novos alunos que poderiam vir.

Finalmente, a segunda aula foi desenvolvida no dia 10 de maio de 2022, inicialmente a professora fez a acolhida com a turma, explicando alguns detalhes ocorridos na primeira aula da aplicação do produto (o porquê dele estar sendo realizado, a sua importância, uma breve revisão, etc). Foi então entregue o questionário inicial para o novo aluno, enquanto isso a professora realizou a chamada e foi organizando o data show para a apresentação do vídeo “MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES - DICA ENEM - Prof. Thales” disponível na plataforma do youtube no link <https://www.youtube.com/watch?v=aijTirvB0yQ&t=306s>, o qual foi usado para revisão de conteúdo como visto na Figura 21 e Figura 22.

Figura 21 - Apresentação do vídeo como revisão aos alunos.



Fonte: própria.

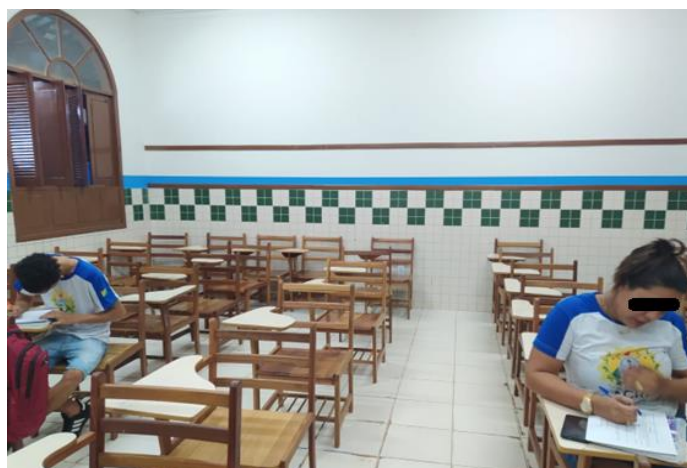
Figura 22 - Selfie tirada da professora com os alunos assistindo ao vídeo.



Fonte: própria.

Depois de terem assistido ao vídeo, foi desenvolvida uma atividade de fixação e revisão sobre o que havia sido estudado com base também no vídeo que trazia a explicação do conteúdo da aula, como mostrado na Figura 23 a seguir.

Figura 23 - Alunos respondendo a atividade de fixação e revisão.



Fonte: própria.

Ao realizarem a revisão, os alunos demonstraram muitas dificuldades, argumentando que o conteúdo era difícil, que não conseguiam lembrar tão bem devido terem contraído o covid-19, que estavam com muito calor (infelizmente a escola se encontrava sem ar-condicionado nas salas a aproximadamente 1 mês e também não possuía ventiladores), sendo assim a revisão foi desenvolvida com a participação da

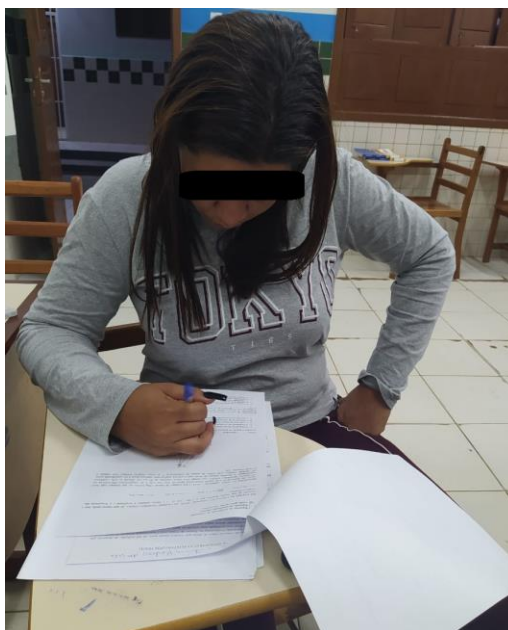
docente, estimulando os alunos e orientando-os a interpretar as perguntas, a analisarem os exemplos da aula, sendo até revisto alguns trechos do vídeo.

Após a conclusão da atividade foi feita a correção da mesma de forma compartilhada com a turma, cada um explicando o que havia respondido e porquê. Por fim foi dada continuação na apresentação dos slides que seriam da aula 1, até a sua conclusão, sendo assim finalizada a aula.

Para o desenvolvimento da terceira aula, que seria no dia 12 de maio, infelizmente não apareceu nenhum aluno, não havendo então aula neste dia. Novamente a aula foi planejada e organizada para a próxima data, que seria dia 17 de maio de 2022, composta por atividades contextualizadas, correção das mesmas, apresentação dos slides finais (planejados inicialmente para a aula 2) e a introdução da atividade experimental, onde os alunos realizaram a leitura do roteiro experimental e foram conhecendo os materiais que seriam utilizados, chegando ao momento de montagem do experimento, mas que infelizmente foi interrompida a sua conclusão, devido o tempo daquela aula ter chegado ao fim.

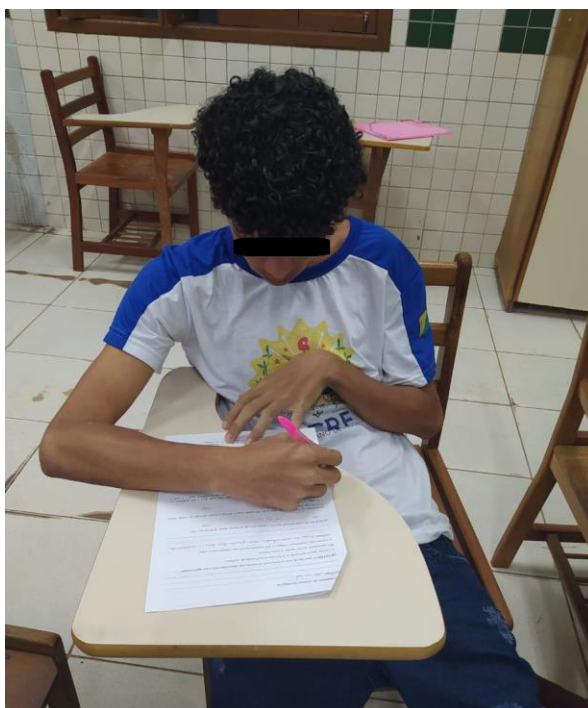
Os alunos realizaram as atividades contextualizadas como visto nas Figura 24 e Figura 25, porém com a orientação e mediação da docente, pois os alunos apresentavam muitas dificuldades na leitura e na interpretação das questões, bem como da parte matemática, não sabendo “montar os cálculos”, a tabuada e as divisões, sem contar o não conhecimento e esquecimento das unidades de medidas.

Figura 24 - Aluna respondendo as atividades contextualizadas.



Fonte: própria.

Figura 25 - Aluno finalizando a lista de atividades contextualizadas.



Fonte: própria.

A conclusão da aplicação do produto ocorreu no dia 19 de maio de 2022 (quinta-feira), sendo desenvolvida por meio da construção e realização do experimento, que pode ser observada por meio da Figura 26 e Figura 27, realização das atividades do roteiro de forma oral e compartilhada (que inclui a correção dos cálculos como apresentado na Figura 28) e finalizando com o questionário pós teste.

Figura 26 - Alunos conhecendo os materiais do experimento.



Fonte: própria.

Figura 27 - Alunos realizando a montagem do experimento.



Fonte: própria.

Figura 28 - Professora fazendo a correção dos cálculos dos alunos.



Fonte: própria.

4.1 Análises das Atividades e dos Questionários

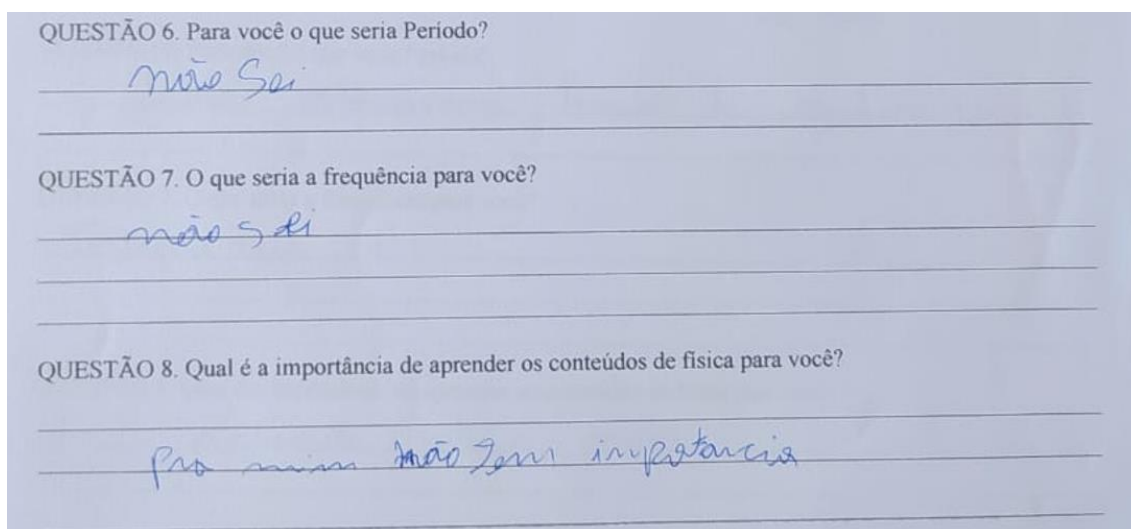
Nesta sessão faremos a análise dos resultados obtidos por meio das atividades e dos questionários opinião e final apresentados aos alunos durante as quatro aulas com duração de 2 horas cada. Vale ressaltar que não tivemos a participação dos mesmos alunos

em todas as aulas, que é um ponto negativo para a conclusão dos resultados gerais sobre a aprendizagem dos alunos. Porém, dois destes discentes estiveram presentes do início ao fim, assim chamamo-los para facilitar de aluno 1 e aluno 2, sendo estes os dados analisados para verificar se houve aprendizagem significativa sobre o conteúdo de movimento harmônico simples.

Ao analisarmos o questionário de opinião percebemos que 100% dos alunos nunca tiveram contato com atividades experimentais, não sabiam o que era um microcontrolador Arduino e não conheciam o movimento harmônico simples.

O aluno 1 demonstrou não saber o que era período e frequência, além de não achar importante os conteúdos de física, sendo representadas as suas respostas para as questões 6 a 8 do questionário de opinião na Figura 29.

Figura 29 - Respostas do aluno 1 sobre o questionário de opinião.



QUESTÃO 6. Para você o que seria Período?
não Sei

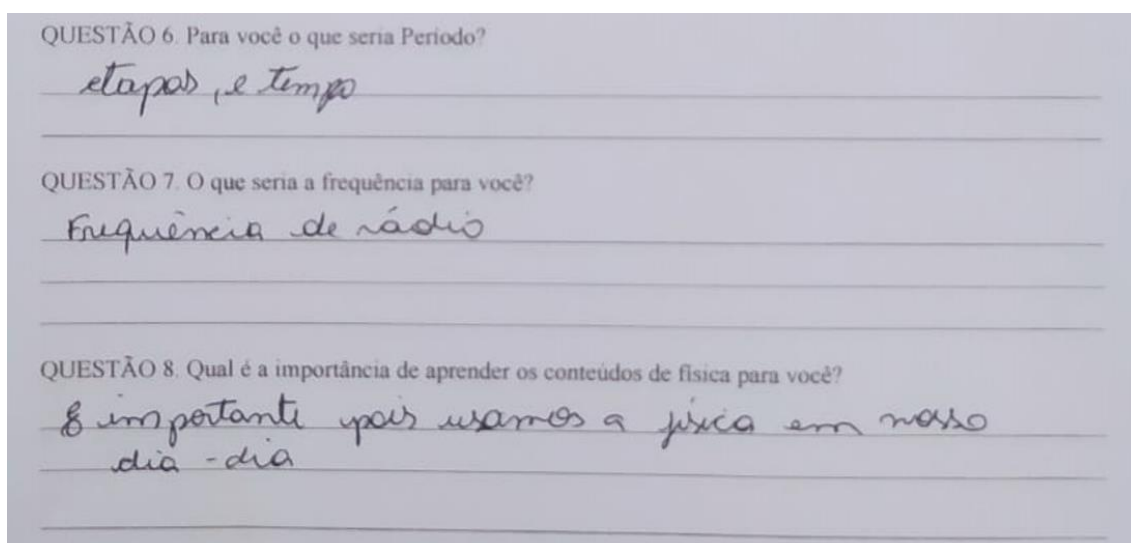
QUESTÃO 7. O que seria a frequência para você?
não sei

QUESTÃO 8. Qual é a importância de aprender os conteúdos de física para você?
Pra mim não tem importancia

Fonte: própria.

No entanto o aluno 2 já demonstrou respostas totalmente diferentes das mesmas perguntas respondidas pelo aluno 1, dando a entender que já possuía algum conhecimento prévio sobre o assunto a ser estudado, além de conseguir perceber que estudar física é importante para a vida cotidiana, como pode ser observado na Figura 30.

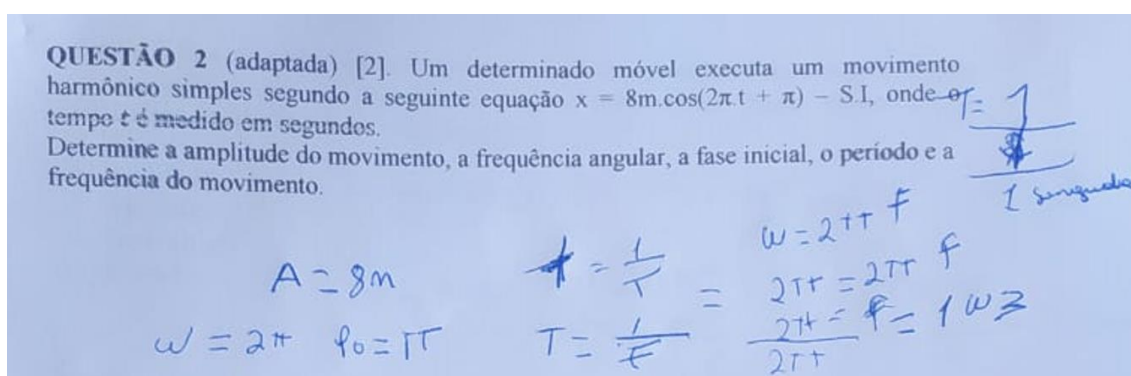
Figura 30 - Respostas do aluno 2 sobre o questionário de opinião.



Fonte: própria.

Ao analisarmos as respostas das atividades contextualizadas, pudemos perceber que os alunos conseguiram compreender bem o conceito do movimento harmônico simples, pois todos responderam a primeira questão corretamente, foi possível observar também que demonstraram não conhecer ou lembrar das unidades de medidas, não possuíam conhecimentos básicos da matemática, pois não conseguiam nem mesmo “montar o cálculo” para responder as questões, além disso tinham dificuldades de interpretação, não entendendo o enunciado e nem o que se pedia para encontrar na atividade, conforme apresentado na Figura 31.

Figura 31 - Resposta do aluno 1.



Fonte: própria.

Os alunos possuíam muita dificuldade durante as aulas de duas horas, porém com a mediação da mestrandia demonstraram ter aprendido e dominado o conhecimento de forma razoável, visto que as atividades foram respondidas corretamente.

A seguir temos a Figura 32 e a Figura 33, que apresentam as opiniões dos alunos sobre o questionário pós teste, os quais pudemos perceber que 100% dos alunos, gostaram de ter aprendido e estudado o conteúdo do MHS utilizando um experimento, gostariam de ter mais aulas com experimento Arduino, acharam que o uso do experimento complementou e reforçou o estudo teórico, que a aula teórico-prática contribuiu para o conhecimento e para a vida como cidadão e que conseguiriam visualizar melhor situações do cotidiano que envolvem o MHS.

Figura 32 - Respostas do aluno 1 para o questionário final.

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 Arduino?
 SIM *certa* 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 Arduino e para que serve?
 SIM NÃO

Fonte: própria.

Figura 33 - Respostas do aluno 2 para o questionário final.

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 Arduino?
() 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 Arduino e para que serve?
() SIM () NÃO

Fonte: própria.

Outra análise desenvolvida foi com relação a maior dificuldade encontrada, onde o aluno 1 respondeu na questão 8 que sua maior dificuldade era em compreender o que era um Arduino e para que servia, já o aluno 2 respondeu que era compreender o conteúdo.

Na questão 9 ambos os alunos responderam que o tipo de aula de física mais importante para o aprendizado era a experimental, pois era mais fácil de entender. Nas questões 10 e 11 ambos responderam que não iriam realizar o Enem (questão 10), mas que sabiam que as aulas iriam facilitar na realização do exame (questão 11).

Analisando e observando as questões 13 a 18 que são voltadas para o conteúdo, pudemos ver respostas diferentes de cada aluno, vale ressaltar que para a realização deste questionário a docente deixou que respondessem sozinhos, apenas realizou a leitura das questões, fazendo uma interpretação.

O aluno 2 que desde o começo já apresentou conhecimentos prévios sobre o conteúdo e um maior interesse na aula foi quem conseguiu responder corretamente um maior número de questões, já o aluno 1 tinha muitas dificuldades na aprendizagem, vale ressaltar que era já de idade mais avançada e que havia contraído o covid-19, sendo estes um dos possíveis fatores de não obter um resultado tão bom quanto o aluno 2.

4.2 Análise dos dados experimentais

A seguir serão apresentados as análises e resultados obtidos por meio da atividade experimental, a qual foi desenvolvida no dia 19 de maio de 2022 na última das quatro aulas, utilizando o microcontrolador Arduino e os demais materiais.

A experiência em si teve como objetivo descobrir o valor teórico e experimental do período e compara-los para verificar a porcentagem de erro. Alguns dos dados já eram conhecidos, como por exemplo, o valor das massas, da aceleração de queda livre, da posição do sensor para a mola; já outros foram obtidos no decorrer da atividade por meio de cálculos como a constante elástica, o período teórico e o valor do erro obtido.

Na Tabela 6 a seguir podemos observar os dados iniciais já conhecidos,

Tabela 6 - Dados iniciais.

Massas	Gravidade	Posição do sensor para a mola
0,0371 Kg	9,8 m/s ²	0,17m

Fonte: própria.

Por meio dos dados iniciais, foram realizados cálculos matemáticos para obter a constante elástica, utilizando a lei de Hooke, em que:

$$F = -k \cdot x \quad (24)$$

Sabendo que,

$$F = m \cdot g \quad (25)$$

Então,

$$m \cdot g = -k \cdot x \quad (26)$$

Logo,

$$k = \frac{m \cdot g}{x} \quad (27)$$

Substituindo os dados teremos que,

$$k = \frac{0,0371 \cdot 9,8}{0,17} \quad (28)$$

Portanto,

$$k = 2,138 \quad (29)$$

Após termos conhecido o valor da constante elástica jogamos os dados na equação do período e encontramos o seu valor teórico,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (30)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,0371}{2,138}} \quad (31)$$

Portanto,

$$T = 0,827s. \quad (32)$$

Para encontrarmos o valor do período experimental bastou realizarmos a experiência, colocando a mola para oscilar e permitindo que o sensor captasse as posições em função dos tempos como apresentado na Figura 34, por um intervalo aproximado de 25 segundos, obtendo assim valores para a posição (medido em centímetro) e para o tempo (medido em segundos), conforme apresentado na figura a seguir.

Figura 34 - Trecho dos valores obtidos para as posições em função dos tempos.

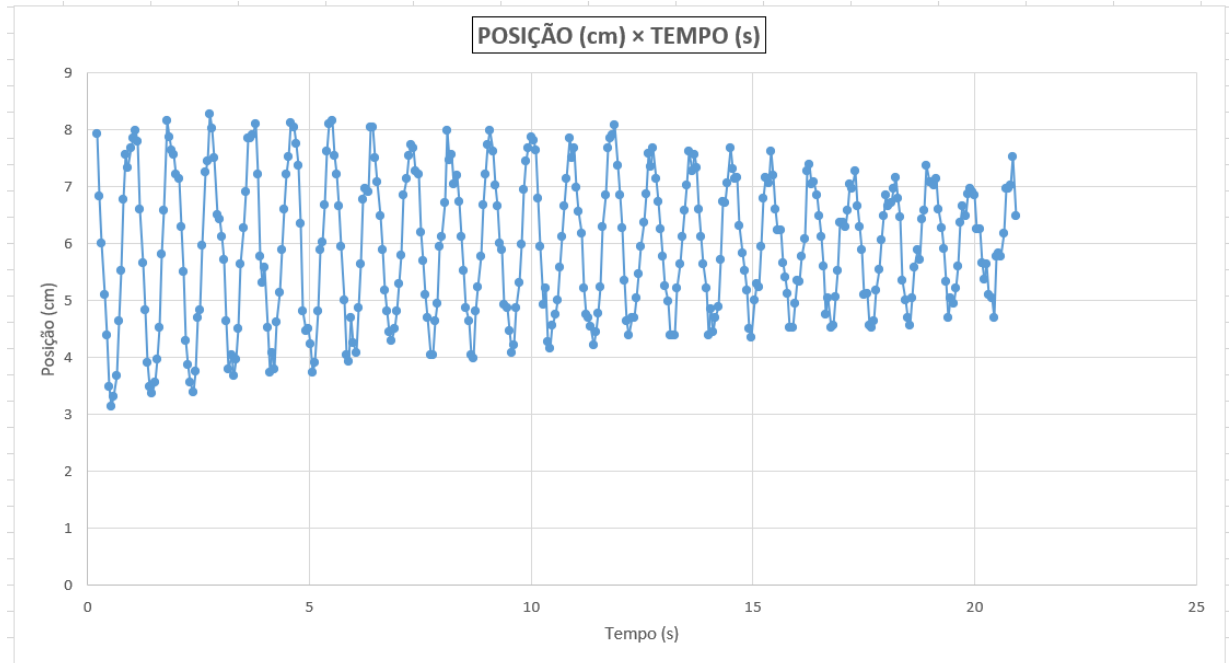
Tempo (s)	Posição (cm)
0,219	7,928082
0,272	6,832191
0,326	6,010274
0,38	5,10274
0,435	4,400685
0,488	3,493151
0,542	3,150685
0,595	3,321918
0,65	3,681507
0,704	4,640411
0,757	5,530822
0,812	6,780822
0,866	7,568493
0,92	7,328767
0,974	7,688356
1,028	7,859589
1,082	7,979452
1,136	7,791096
1,19	6,609589
1,245	5,667808
1,299	4,828767
1,352	3,904109
1,406	3,493151
1,461	3,373288

Fonte: própria.

As posições em função dos tempos foram registradas e armazenadas em um bloco de notas, que posteriormente foi utilizado para construção do gráfico no programa Excel

(que pode ser observado na Figura 35) o qual apresentava as posições em centímetros versus os intervalos de tempo em segundos obtido por meio do Excel.

Figura 35 - Gráfico das posições (cm) X tempo (s).



Fonte: própria.

Partindo dos dados apresentados no gráfico foram escolhidos dois pontos do gráfico para verificar a diferença e encontrar o valor do período experimental, obtendo o valor para o período teórico de 919ms em ambos.

Para finalizar a atividade foram então realizados cálculos para encontrar a erro percentual da experiência, da seguinte maneira:

$$E = \left| \frac{T_T - T_E}{T_T} \right| \times 100 \quad (33)$$

Onde, T_T é o período teórico, T_E é o período experimental e fazendo a substituição dos valores teremos:

$$E = \left| \frac{0,828 - 919 \cdot 10^{-3}}{0,828} \right| \times 100. \quad (34)$$

Portanto,

$$E \cong 11\%. \quad (35)$$

Logo, podemos concluir que o erro percentual na experiência foi baixo e que os valores para o período teórico e experimental são próximos.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido teve como principal objetivo, analisar se há um ganho na aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de Movimento Harmônico Simples, por meio da realização de uma aula teórico-prática, utilizando como experimento o microcontrolador Arduino, com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel trabalhada na metodologia, para uma turma de Eja do módulo III.

As dificuldades encontradas ao longo do caminho foram muitas, alunos vindos de um período de aulas a distância, ocorridas por causa da pandemia, o que provocou uma defasagem na aprendizagem, falta de interesse pelos estudos, baixo número de discentes na turma, falta de comunicação da coordenação para passar avisos, perigos e riscos de vida para chegar e sair da escola, pouco tempo de aula, problemas com interpretação de enunciado de questões, ausência de conhecimentos básicos em física e em cálculos simples como as quatro operações, dentre outros.

Vale ressaltar que os alunos são em sua maioria pessoas que trabalham o dia todo, sendo assim à noite já estão cansados, e necessitam que a aula seja mais atrativa e relacionada ao seu cotidiano, afim de despertar o interesse e gerar aprendizagem significativa. Pensando nisso, é que foi utilizada a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual tem como um dos pontos mais importantes de sua teoria, os conhecimentos prévios dos alunos, que para o trabalho foi algo muito relevante, pois estes discentes trazem consigo grandes conhecimentos prévios, apesar de suas muitas dificuldades.

Ao usarmos uma situação problema na primeira aula relacionando ao cotidiano dos alunos, pudemos nos aprofundarmos nos seus conhecimentos prévios, além de partir de um contexto geral e inclusivo para algo mais específico, o que nos levou para a reconciliação integrativa, onde o aluno se viu em conflito entre aquilo que já conhecia e o novo conhecimento abordado, fazendo com que reorganizasse em sua estrutura cognitiva as informações e adquirissem um novo significado.

Outro ponto muito importante foi o uso de materiais de baixo custo, que facilitou na aquisição e elaboração do experimento, fazendo com que mais docentes possam desenvolver este trabalho, o qual pode também ser adaptado com base nos objetivos de cada aula. Além disso, pudemos ver claramente, que o uso de experimentos em sala tornam as aulas de física mais prazerosa e desafiadora, fazendo com que o aluno se interesse mais pelo conteúdo e compreenda melhor.

Ao analisarmos todo o contexto do trabalho desenvolvido, com o conteúdo estudado, os materiais utilizados, a metodologia aplicada, a situação de aprendizagem que os alunos se encontravam, as muitas dificuldades, os conhecimentos prévios expostos, as atividades contextualizadas e os questionários desenvolvidos, podemos concluir que houve um indício de ganho na aprendizagem do conteúdo de movimento harmônico simples, pois por mais difícil que tenha sido tanto para os alunos que nunca tinham ouvido falar em mhs e Arduino e para a professora apresentar algo novo, os resultados ao final do trabalho se apresentaram positivos e satisfatórios.

Os poucos alunos que participaram se mostraram interessados, curiosos com o experimento e demonstraram por meio dos questionários que gostaram de ter aprendido o conteúdo de MHS com o uso do Arduino, sentiram ser mais fácil de aprender a teoria com a aula prática, gostariam sim de ter novas aulas com o Arduino e compreenderam melhor situações do cotidiano que envolvem este conteúdo, além disso apresentaram resultados satisfatórios nas atividades contextualizadas.

Referências Bibliográficas

- Afonso, Miranda, M. L., Silva, M. V., & Abade, F. L. (outubro-dezembro de 2009). O PROCESSO GRUPAL E A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS. *Psicologia em Estudo*, 707-715.
- Almeida, F. C. (2017). *O TEATRO CIENTIFICO COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA A APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE OSCILAÇÕES E ONDAS*. Juiz De Fora .
- Alves, R. M., Silva, A. L., Pinto, M. d., Sampaio, F. F., & Elia, M. d. (2012). Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem. *Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE*.
- Alves, V. C., & Stachak, M. (2005). A IMPORTÂNCIA DE AULAS EXPERIMENTAIS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA: ELETRICIDADE. *XVI simpósio nacional de ensino de física*.
- Bonadiman, H., & Nonenmacher, S. E. (agosto de 2007). O GOSTAR E O APRENDER NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA. *Caderno Brasileiro do Ensino Física*, 24.
- BRASIL. (2000). Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.
- BRASIL. (2018). *PCN+: Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares*. Brasília.
- 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.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. (2015). Brasília.
- Carvalho, R. V. (2017). *O EMPREGO DE UM SENSOR ULTRASSÔNICO PARA MEDIDAS POSIÇÃO VERSUS TEMPO DE UM SISTEMA MASSA-MOLA. BARRA DO GARÇAS*.
- Carvalho, T. C. (2020). *UTILIZANDO O ARDUINO NO ENSINO MÉDIO PARA CALCULAR O VALOR DA ACELERAÇÃO DE QUEDA LIVRE*. Rio Branco.
- 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.
- Deus, W. C. (2019). *PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A INTRODUÇÃO AO ENSINO DE OSCILAÇÕES UTILIZANDO A PLACA ARDUINO COMO FERRAMENTA*. ALFENAS.

- Farias, A. J. (dezembro de 1992). A CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE FÍSICA. *Cad. Cat. Ens. Fís*, 9, 245-251.
- Filho, A. A. (2005). *O período do pêndulo: Porque Galileu estava ao mesmo tempo*. Belo Horizonte .
- Franz, G. B. (2019). *O ensino de óptica geométrica apoiado por mobile games* . Brasília.
- Fuentes, V. M., & Jesús, A. B. (2014). *Introducción a la plataforma Arduino y al Sensor ultrasónico HC-SR04*. Madri.
- Governo do Estado do Acre. (2008). *A Política e a Organização da Educação de Jovens e Adultos no Acre* . Rio Branco.
- Halliday, D., & Resnick, R. (2009). *Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica* (Vol. II). Rio de Janeiro: LTC.
- HENRIQUE, M. P., & BAIARRAL, M. A. (2019). Retas que se cortam e dedos que se movem com dispositivos de geometria dinâmica. *Educ. Matem. Pesq.*, pp. 197-216.
- Hilger, T. R., & Griebeler, A. (2013). UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18, 199-213.
- Kenski, V. M. (2007). *Educação e tecnologias: .* Campinas: Papirus.
- Krummenauer, W. L., Costa, S. S., & Silveira, F. L. (2010). UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO DE FÍSICA CONTEXTUALIZADA PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS. *Revista Ensaio*, 12.
- Lopes, I. G. (2016). *História da Educação no Brasil: desafios e perspectivas* . Curitiba: Atena.
- Martinazzo, C. A., Trentin, D. S., Ferrari, D., & Piaia, M. M. (Setembro de 2014). Arduino: uma tecnologia no ensino de física. *Erechim Perspectiva*, 38, 21-30.
- Mochizuk, L., & Amadio, A. C. (Janeiro - Junho de 2003). As funções do controle postural durante a postura ereta. *Rev. Fisioter. Univ*, 10.
- Monteiro, B. d., Cruz, H. P., Andrade, M., Gouveia, T., Tavares, R., & Anjos, L. F. (2006). *Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa*. João Pessoa.
- Moraes, J. U., & Junior, R. S. (2014). EXPERIMENTOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA COM FOCO NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 61-67.
- Moreira, M. A. (1979). A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*, 9.

- MOREIRA, M. A. (1979). A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*, 9.
- Moreira, M. A. (1985). *Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos*. São Paulo: Moraes.
- Moreira, M. A. (2011). UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1, 43-63.
- Moreira, M. A. (2016). Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A teoria da aprendizagem significativa . (2ª).
- Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de física. *Estudos avançados*, 73-80.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. (1982). *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel* . São Paulo : Moraes .
- Nery, L. P. (2014). *EXPLORANDO A TRIGONOMETRIA DO MODELO HARMÔNICO SIMPLES: uma aplicação ao estudo de sinais*. Belo Horizonte.
- Neves, J. H. (2015). *USO DE EXPERIMENTOS, CONFECIONADOS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS, NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA: LEI DE HOOKE*. Presidente Prudente.
- Oliveira, M. V. (2017). *OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM NO ESTUDO DAS OSCILAÇÕES HARMÔNICAS: CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO DE FÍSICA*. Catalão.
- Ostermann, F., & Cavalcanti, C. J. (2010). *Teorias da aprendizagem: texto introdutório*. Rio Grande do Sul.
- Padilha, R., Polachini, V., & Camargo, E. C. (2013). *A TEORIA DE DAVID AUSUBEL E O ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA POSSÍVEL EXPERIÊNCIA SIGNIFICATIVA*. Rio Grande do Sul.
- PIERRO, M. C., JOIA, O., & RIBEIRO, V. M. (novembro de 2011). VISÕES DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO BRASIL. *Cadernos Cedes*.
- Porto, T. M. (2016). *Estudo dos avanços da tecnologia da de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil* . Rio de Janeiro.
- Roberts, M. M. (2011). *Arduino Básico* (1ª ed.). (R. Prates, Ed., & R. Zanolli, Trad.) São Paulo: Novatec.
- Rosa, R. D. (2012). *O USO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONCEPÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DA RELAÇÃO NEWTONIANA ENTRE FORÇA E MOVIMENTO*. Porto Alegre.
- Santo, R. J., & Sasaki, D. G. (2015). *Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos*. Rio de Janeiro.

- Santos, A. O., & Ghelli, K. G. (setembro de 2015). Implicações das teorias Behavioristas e Cognitivistas na aprendizagem matemática nas séries iniciais do ensino fundamental. pp. 1-17.
- Santos, E. R. (2017). *Estudo do oscilador harmônico em sistemas acoplados*. Cruz das Almas.
- SENADO FEDERAL. (2019).
- Senado Federal. (2019). *LDB : Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: Senado Federal.
- Souza, A. R., Arévalo, D. F., Viveiros, E. R., & Abril, O. L. (2010). Uso de GeoGebra para analisar o movimento harmônico. *Scielo Books*.
- Souza, A. R., Paixão, A. C., Uzêda, D. D., Dias, M. A., Duarte, S., & Amorim, H. S. (2011). A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 3.
- Strelhow, T. B. (junho de 2010). BREVE HISTÓRIA SOBRE A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS NO BRASIL. *HISTEDBR On-line*, 49-59.
- Tavares, R. R. (junho de 2004). Aprendizagem siginificativa. *Conceitos*, 56-60.
- Torres, J. D., Monteiro, I. O., Santos, J. R., & Ortiz, M. S. (2015). Aquisição de dados meteorológicos através da plataforma Arduino: construção de baixo custo e análise de dados. *SCIENTIA PLENA*, 11.
- Villegas, A. (2008). El profesor David Ausubel murió el 9 de julio de 2008, a los 89 años de edad. *educación química*.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2008). *Física II: Termodinâmica e ondas* (12ª ed.). São Paulo: Addison Wesley.



**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, sequência didática, roteiro experimental, roteiro de atividades, apêndices A ao D e referências bibliográficas.

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 subssunçores. 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 2 horas/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:

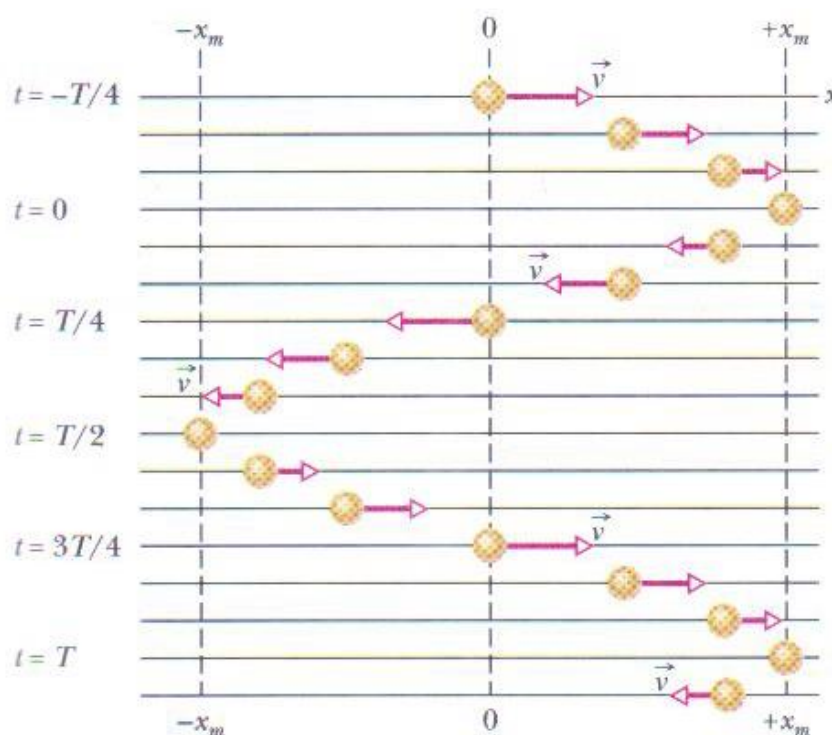
$$f = \frac{1}{T}. \quad (36)$$

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

$$T = \frac{1}{f}. \quad (37)$$

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

Figura 36 - 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 E. R., 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 37, acompanhada dos nomes de cada grandeza.

Figura 37 - deslocamento no eixo x e suas grandezas.

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi) \quad (38)$$

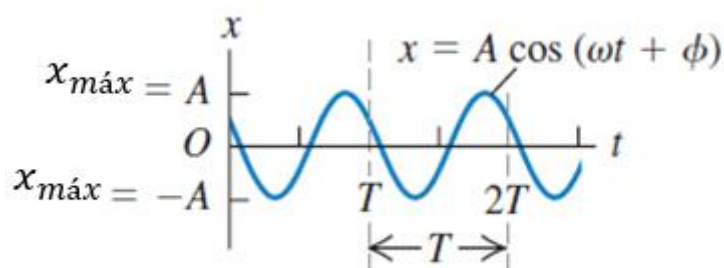
Diagrama de anotações para a equação (38):

- Deslocamento no instante t aponta para $x(t)$.
- Fase aponta para $\omega t + \phi$.
- Amplitude aponta para x_m .
- Frequência angular aponta para ω .
- Tempo aponta para t .
- Constante de fase ou ângulo de fase aponta para 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 38, o qual possui um ângulo de fase de $\phi = \frac{\pi}{3}$.

Figura 38 - 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 37, e com isto obtemos:

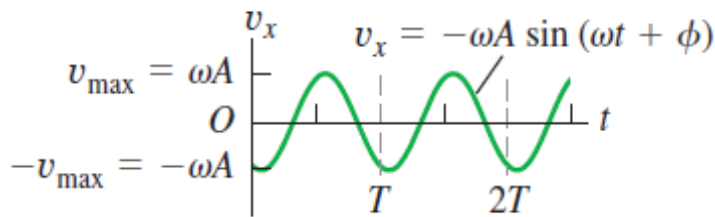
$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [x_m \cos(\omega t + \phi)]. \quad (39)$$

Ou ainda,

$$v(t) = -\omega x_m \sin(\omega t + \phi). \quad (40)$$

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 39, o qual está deslocado por $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico de deslocamento $x(t)$ da Figura 38.

Figura 39 - Gráfico da velocidade $v_{m\acute{a}x}(t)$ 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:

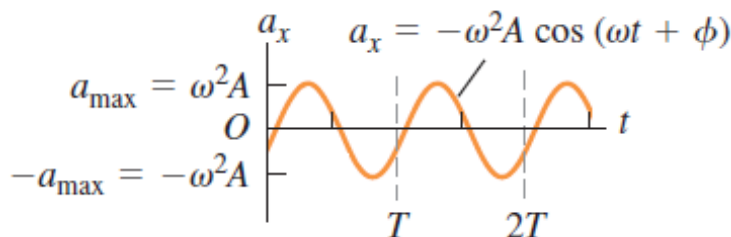
$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [-\omega x_m \sin(\omega t + \phi)]. \quad (41)$$

Ou também,

$$a(t) = -\omega^2 x_m \cos(\omega t + \phi), \quad (42)$$

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 40, o qual está deslocado $\frac{1}{4}$ de ciclo do gráfico $v_x(t)$ e $\frac{1}{2}$ do gráfico $x(t)$.

Figura 40 - Gráfico da aceleração $a_{m\acute{a}x}(t)$ 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:

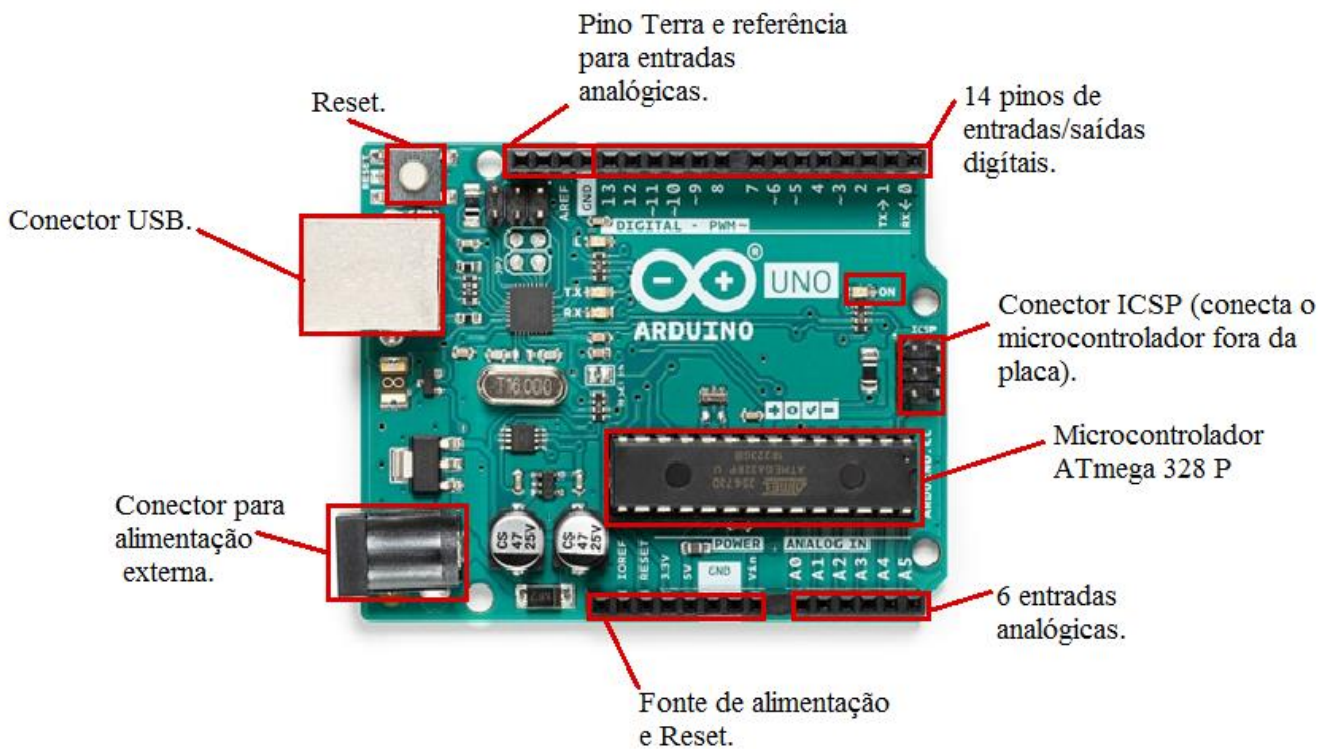
$$a(t) = -\omega^2 x(t). \quad (43)$$

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 41.

Figura 41 - 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 42 - 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 41 e Figura 42 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 características⁵:

- ATmega328P-PU: encapsulamento DIP 28 pinos;

⁵ 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>.

- 8 bits;
- Clock de até 20 MHz;
- 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 plataforma⁶ 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 43 a seguir.

Figura 43 - 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 R. V., 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.

⁶ 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 7 - 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 8 - 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:

- Lembrar 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 9 - 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 10 - 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:

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 44).

Figura 44 - Placa Arduino Uno R3.



Fonte: Própria.

- 01 Cabo USB 2.0 de 30cm (Figura 45).

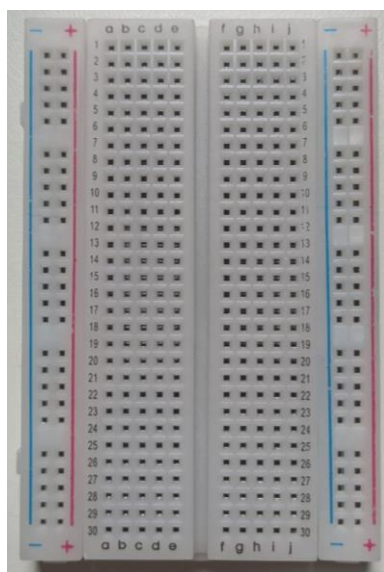
Figura 45 - Cabo USB 2.0 de 30cm.



Fonte: própria.

- 01 Protoboard 400 Pontos (Figura 46).

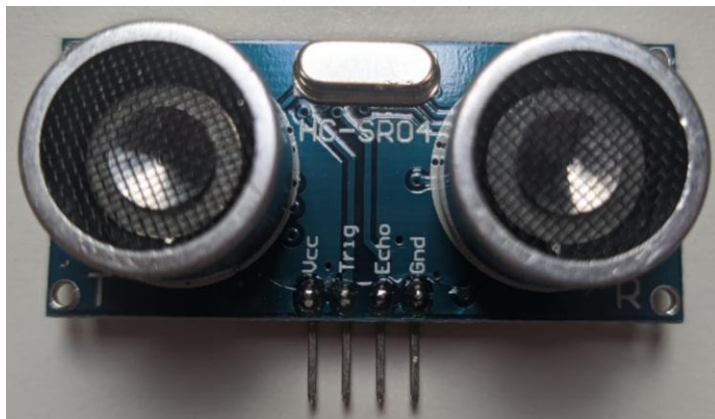
Figura 46 - Protoboard 400 Pontos.



Fonte: própria.

- 01 Módulo Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 (Figura 47).

Figura 47 - Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04.



Fonte: própria.

- 01 Arruela e suporte de metal (Figura 48).

Figura 48 - Arruelas e suporte de metal.



Fonte: própria.

- 01 Mola (Figura 49).

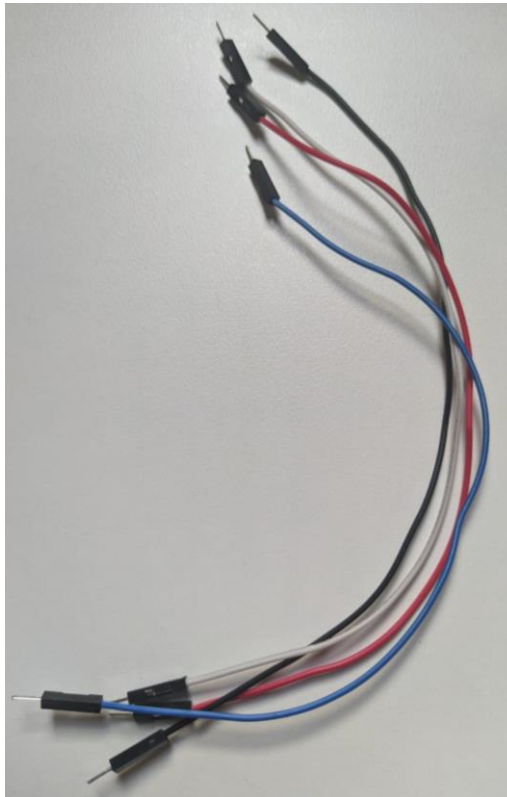
Figura 49 - Mola.



Fonte: própria.

- 10 Jumper Macho-Macho variados (Figura 50).

Figura 50 - 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).

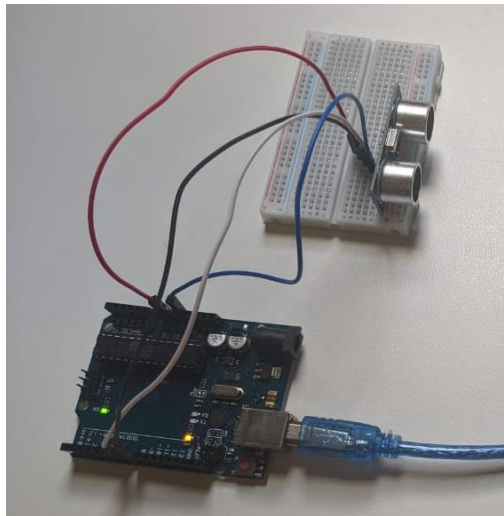
Passo 4: conecte ambas as extremidades do cabo jumper vermelho ao GND.

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 51, apresentada logo abaixo.

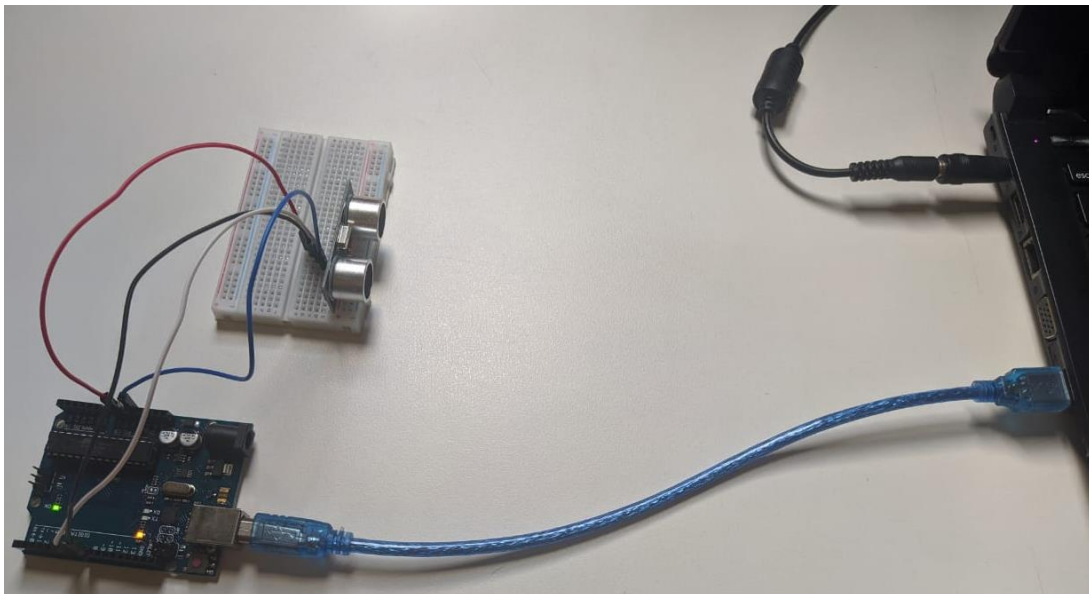
Figura 51 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa.



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 52).

Figura 52 - Conexão dos fios jumpers com o sensor e a placa ao 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.

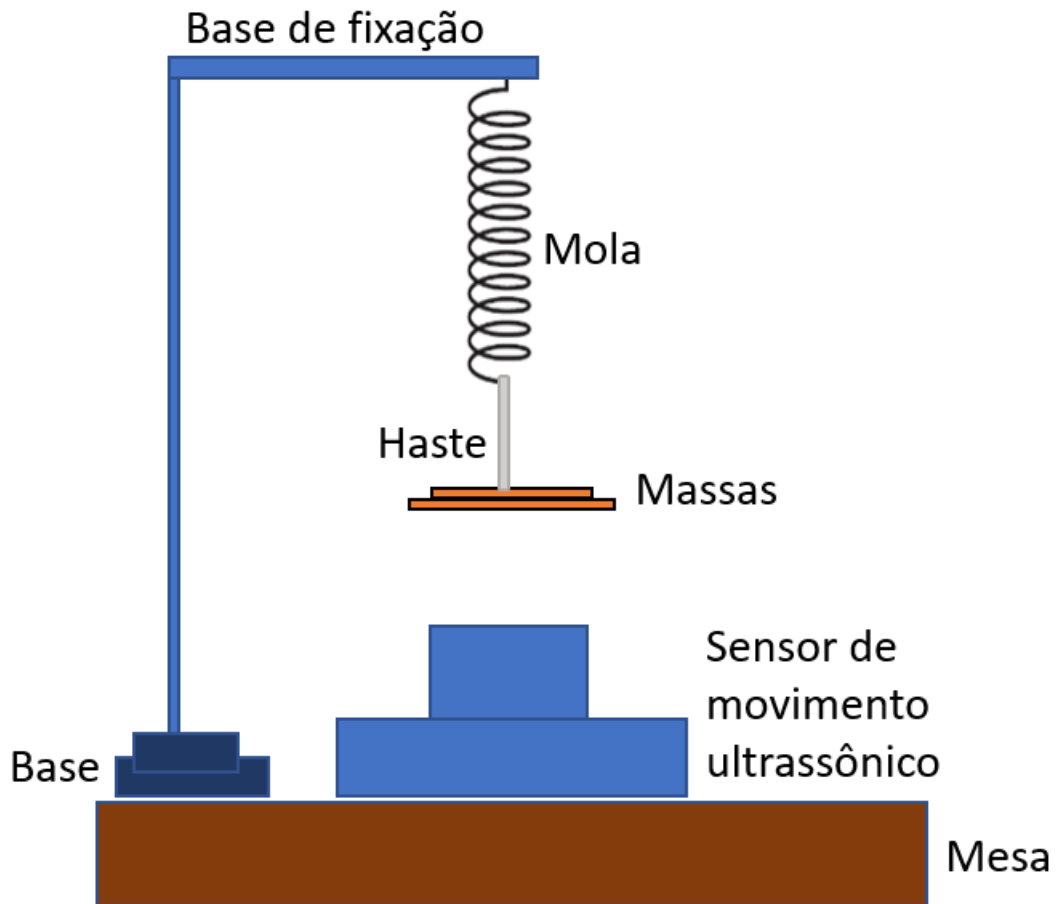
Fonte: própria.

Passo 10: digite o código que está disponível no apêndice E.

O aparato experimental é mostrado na Figura 53. 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 53 - 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 – Apresentação de slides da Aula 1

Slide 1.



Fonte: própria.

Slide 2.



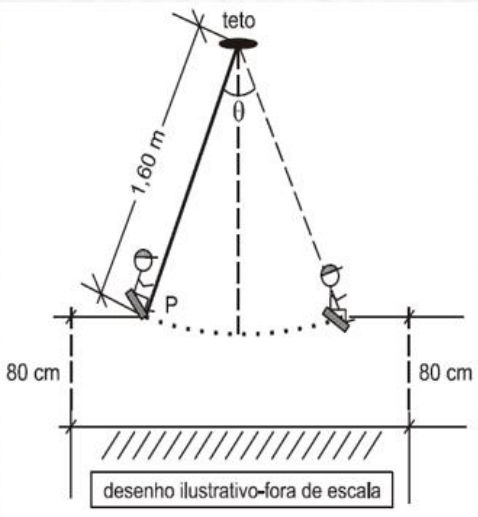
Fonte: própria.

Slide 3.

Situação Problema

Uma criança de massa 25kg brinca em um balanço cuja haste rígida não deformável e de massa desprezível, está presa ao teto, tem 1,60 m de comprimento. Ela executa um certo tipo de movimento atingindo uma altura máxima de 80 cm em relação ao solo, conforme representado no desenho abaixo, de forma que o sistema criança mais balanço passam a ter um centro de massa na extremidade P da haste. Pode-se afirmar que o movimento descrito é:

- a) Uniformemente Variado
- b) Retilíneo Uniformemente Variado
- c) Circular Uniforme
- d) Uniforme
- e) Harmônico simples



Fonte: própria.

Slide 4.

**O MOVIMENTO
HARMÔNICO
SIMPLES**



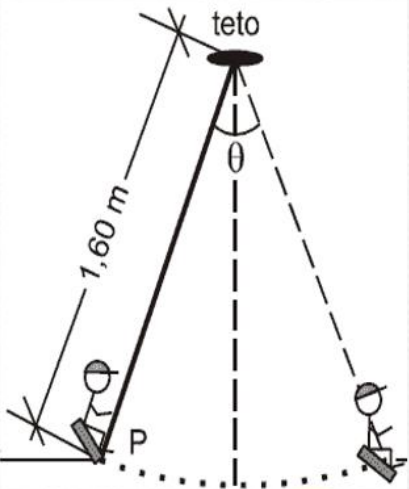
Fonte: própria.

Slide 5.

Características

Na vida cotidiana, os movimentos harmônicos são bastante frequentes. São exemplos disso os movimentos de uma mola, de um pêndulo (como o exemplo da S.P envolvendo o balanço) e de uma corda de violão.

Cada um desses movimentos oscilatórios realizam movimentos de vaivém em torno de uma posição de equilíbrio, e são caracterizados por um período e por uma frequência.



Fonte: própria.

Slide 6.

Propriedades


- Período (T): é o intervalo de tempo para que ocorra uma repetição (ida e volta). No SI é medido em segundos (s), matematicamente pode ser expresso como:
$$T = \frac{1}{f}$$
- Frequência (f): é a razão entre o número de repetições e o intervalo de tempo, sendo medida em Hertz (Hz), que por sua vez pode ser expressa como:
$$f = \frac{1}{T}$$
- Pulsação ou frequência angular (ω): sua unidade de medida é o radiano por segundos (rad/s) e é representada matematicamente como:
$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Fonte: própria.

Slide 7.

De onde vem o ângulo no MHS?

Todo movimento de vai e vem pode ser estudado como se fosse a sombra de um movimento circular uniforme, bem como representado a seguir.



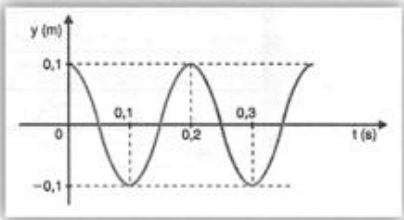
*** Compreendendo o movimento**

O estudo desse movimento costuma ser feito a partir do movimento circular e uniforme. Para isso consideremos uma partícula em movimento circular e uniforme numa circunferência. Fazemos a projeção do movimento circular sobre o eixo abaixo. Observamos que enquanto a partícula se desloca na circunferência a projeção desloca-se entre os extremos da oscilação. O movimento da projeção é um movimento harmônico simples.

Fonte: própria.

Slide 8.

Representando graficamente o movimento, teríamos uma função cossenóide variando com o tempo, podendo ser representada como:



É dita como harmônica, pois as funções seno e cosseno são periódicas, ou seja, que se repetem em intervalos regulares de tempo.

Fonte: própria.

Slide 9.

Funções Horárias do MHS

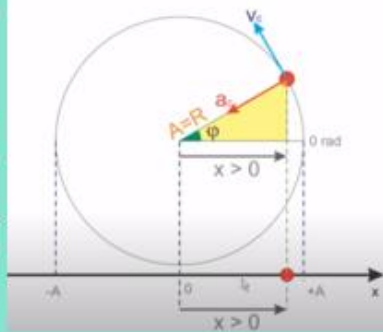
Existem três possibilidades, para a posição (x), a velocidade (v) e a aceleração (a), vejamos cada caso a seguir:

- Para a posição:

Analisaremos o triângulo amarelo e o ângulo phi (φ) e veremos que é possível utilizar o cosseno deste ângulo.

Lembrando que o cosseno de um número é igual ao cateto adjacente dividido pela hipotenusa, e analisando o ângulo φ , teremos: $\cos\varphi = \frac{x}{A}$ onde x é o cateto adjacente e A é a hipotenusa, veja:

$$\cos\theta = \frac{CA}{H} = \frac{x}{A} \rightarrow X = A \cdot \cos\varphi.$$



Fonte: própria.

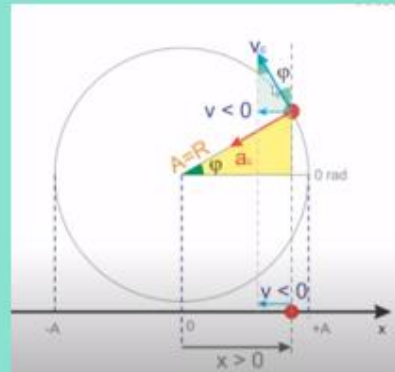
Slide 10.

- Para a velocidade:

Ainda em relação ao ângulo phi (φ), agora para a velocidade, veremos que é possível utilizar o seno deste ângulo.

Lembrando que o seno de um número é igual ao cateto oposto dividido pela hipotenusa, e analisando o ângulo φ , teremos: $\sin\varphi = \frac{-v}{V_c}$ onde $-v$ é o cateto oposto e V_c é a hipotenusa, veja:

$$\sin\theta = \frac{CO}{H} = \frac{-v}{V_c} \rightarrow v = -V_c \cdot \sin\varphi.$$



Fonte: própria.

Slide 11.

- Para a aceleração:

Analisaremos desta vez o triângulo laranja e o ângulo phi (φ) e veremos que é possível utilizar o cosseno deste ângulo. Lembrando que o cosseno de um número é igual ao cateto adjacente dividido pela hipotenusa, e analisando o ângulo φ , teremos: $\cos\varphi = \frac{-a}{a_c}$ onde $-a$ é o cateto adjacente e a_c é a hipotenusa, veja:

$$\cos\theta = \frac{CA}{H} = \frac{-a}{a_c} \rightarrow a = -a_c \cdot \cos\varphi.$$

Fonte: própria.

Slide 12.

Resumindo as fórmulas das funções do MHS

<p>Para a posição: $X = A \cdot \cos\varphi$.</p> <p>Para a velocidade $V = -V_c \cdot \sin\varphi$.</p> <p>Para a aceleração $a = -a_c \cdot \cos\varphi$.</p> <p>Sabendo que:</p> <p>$V_c = \omega R = \omega A$</p> <p>$a_c = \omega^2 \cdot R = \omega^2 \cdot A$</p> <p>$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$ ou $\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0$</p> <p>Agora fazendo uma substituição teremos ...</p>	<p>Para a posição: $X = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$.</p> <p>Para a velocidade $V = -\omega A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$.</p> <p>Para a aceleração $a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$.</p>
<p>Ademais:</p> <p>ω é a velocidade angular.</p> <p>φ_0 é a fase inicial.</p> <p>R é o raio.</p> <p>A é a amplitude.</p> <p>t é o tempo.</p> <p>a é a aceleração.</p>	

Fonte: própria.

Slide 13.

Pela 2ª Lei de Newton sabemos que:
 $F = m \cdot a$
 Reescrevendo de outra forma teremos que:
 $\frac{F}{m} = a$
 Ou seja,
 $a = \frac{F}{m}$
 Lembrando que:
 $a = -\omega^2 x$
 Faremos a substituição do valor do a na segunda lei, ficando com:
 $\frac{F}{m} = -\omega^2 x$
 Organizando os termos teremos:
 $F = -m\omega^2 x$
 Chamando $m\omega$ de k teremos uma nova equação, conhecida como a Lei de Hooke, veja:
 $F = -kx$

The diagrams show a mass-spring system on a horizontal surface. The equilibrium position is marked as 0, with -A to the left and A to the right. A red arrow points to the right, indicating the positive direction. The diagrams are labeled as follows:

- Top diagram: Mass at equilibrium (x = 0). Acceleration a = 0, Force F = 0.
- Second diagram: Mass at maximum displacement (x = A). Acceleration a_{min} = -ω² A, Force F_{el} = -K A.
- Third diagram: Mass at minimum displacement (x = -A). Acceleration a_{máx} = ω² A, Force F_{el} = K A.
- Bottom diagram: Mass at equilibrium (x = 0). Acceleration a = 0, Force F = 0.

Fonte: própria.

Slide 14.

Exemplo 1

Exemplo 1. Peneiras vibratórias são utilizadas na indústria de construção para classificação e separação de agregados em diferentes tamanhos. O equipamento é constituído de um motor que faz vibrar uma peneira retangular, disposta no plano horizontal, para separação dos grãos. Em uma certa indústria de mineração, ajusta-se a posição da peneira de modo que ela execute um movimento harmônico simples (MHS) de função horária $x = 8 \cos(8\pi t)$, onde x é a posição medida em centímetros e t o tempo em segundos.

O número de oscilações a cada segundo executado por esta peneira é de:

a) 2 b) 4 c) 8 d) 16 e) 32

The photograph shows a large, green industrial vibrating screen machine, commonly used in mining and construction for material separation. It has a rectangular frame and a central motor unit.

Fonte: própria.

Slide 15.

SOLUÇÃO

O que se deseja encontrar? O número de oscilações a cada segundo executado, ou seja, a frequência.

Utilizando a função $x = 8 \cos(8\pi t)$ faremos a análise e coleta de alguns dados, vale lembrar que a função para a posição é representada por $X = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$, ou seja,

$$A = 8$$

$$\omega = 8\pi \text{ rad/s}$$

$$\varphi_0 = 0$$

Como queremos saber o valor da frequência e os dados disponíveis são estes acima, faremos:

$$\omega = 2\pi f$$

Pois sabemos o valor de ω que é 8π , bastando apenas substituir na equação acima, vejamos:

$$8\pi = 2\pi f$$

$$f = \frac{8\pi}{2\pi}$$

$$f = 4\text{Hz}$$

Fonte: própria.

Slide 16.

Comportamento de x , v e a no MHS

Quando analisamos uma mola se esticando (indo para a direita), como na imagem a seguir:



Podemos concluir que:

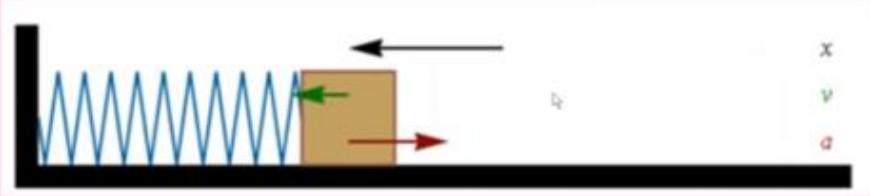
- A posição X , ou seja, o deslocamento da mola está indo para a direita (sentido);
- A velocidade está orientada para o mesmo sentido que o deslocamento da mola, já a aceleração está contrária;

Fonte: própria.

Slide 17.

Comportamento de x , v e a no MHS

Quando analisamos uma mola se comprimindo (indo para a esquerda), como na imagem a seguir:



Podemos concluir que:

- A posição X , ou seja, o deslocamento da mola está indo para a esquerda (sentido);
- A velocidade está orientada para o mesmo sentido que o deslocamento da mola, já a aceleração está contrária;

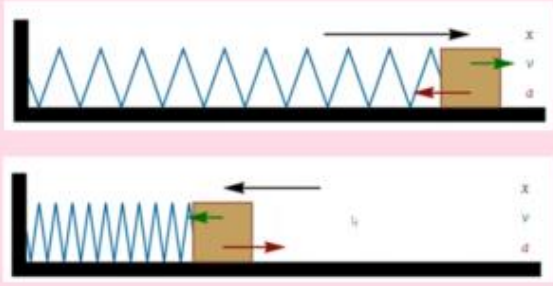
Fonte: própria.

Slide 18.

Comportamento de x , v e a no MHS

Além disso, podemos perceber que:

- Nos extremos a velocidade do objeto chega a zero ($v=0$) e depois muda de sentido;
- A Velocidade máxima é no meio do caminho;
- A aceleração é máxima nos extremos e no meio do caminho é zero.



Fonte: própria.

Slide 19.

Exemplo 2

Em um parque de diversões, existe uma atração na qual o participante tenta acertar bolas de borracha na boca da figura de um palhaço que, presa a uma mola ideal, oscila em movimento harmônico simples entre os pontos extremos A e E, passando por B, C e D, de modo que em C, ponto médio do segmento AE, a mola apresenta seu comprimento natural, sem deformação.



Uma pessoa, ao fazer suas tentativas, acertou a primeira bola quando a boca passou por uma posição em que o módulo de sua aceleração é máximo e acertou a segunda bola quando a boca passou por uma posição onde o módulo de sua velocidade é máximo. Dos pontos indicados na figura, essas duas bolas podem ter acertado a boca da figura do palhaço, respectivamente, nos pontos

- a) A e C. b) B e E. c) C e D. d) E e B. e) B e C.

Fonte: própria.

Slide 20.

SOLUÇÃO

Utilizando os dados apresentados, onde:

O brinquedo oscila em movimento harmônico simples;

C é o ponto médio, o meio do caminho;

A e E são os extremos;

A primeira bola acertou quando a boca passou por uma posição em que o módulo de sua aceleração é máximo. Onde seria? Nos extremos, ou seja, A e E.

A segunda bola acertou quando a boca passou por uma posição onde o módulo de sua velocidade é máximo. Onde seria? No meio do caminho, ou seja, no ponto C.

Onde essas duas bolas podem ter acertado a boca da figura do palhaço, respectivamente?

Ou seria A e C ou E e C, mas as alternativas nos levam para A e C, letra A.



Fonte: própria.

Slide 21.

O período

Relembrando lá da 2ª lei de Newton reorganizada onde tínhamos a expressão: $F = -m\omega^2 x$

E que $m\omega^2$ era dita como uma constante k , teríamos então: $F = -kx$

Ou seja, $k = m\omega^2$

Reorganizando teríamos: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Mas como $\omega = 2\pi f$, então teremos agora: $2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Passando 2π para o lado direito da igualdade teremos: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

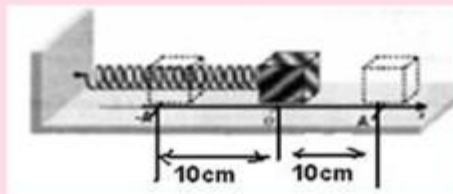
E sendo $T = \frac{1}{f}$, substituindo na expressão acima teremos então que o período é $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Fonte: própria.

Slide 22.

Exemplo 3

Um corpo de 250g de massa encontra-se em equilíbrio, preso a uma mola helicoidal de massa desprezível e constante elástica k igual a 100N/m, como mostra a figura abaixo.



O atrito entre as superfícies em contato é desprezível. Estica-se a mola, com o corpo até o ponto A, e abandona-se o conjunto nesse ponto, com velocidade zero. Em um intervalo de 1,0s, medido a partir desse instante, o corpo retornará ao ponto A:

- a) um vez b) duas vezes c) três vezes d) quatro vezes e) seis vezes

Fonte: própria.

Slide 23.

SOLUÇÃO

Podemos perceber que o que está sendo pedido na questão é o período, pois é dito que se deseja saber o número de vezes em 1,0 que o objeto vai e vem no ponto A. Para isto lembremos que:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

E então usaremos os dados da massa que é 250g ou 0,25kg e da constante elástica K que é igual a 100N/m e faremos a substituição na equação do período, ficando com:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,25}{100}}$$

$$T = 2\pi \cdot \frac{0,5}{10}$$

$$T = \frac{\pi}{10}$$

$$T \cong 0,31s$$

Agora basta, aplicar a equação $f = \frac{1}{T}$ e multiplica 0,3s por 3 que teremos aproximadamente 1,0 s. Ou seja, em 1s ele fará o ciclo de ida e volta 3 vezes.

Fonte: própria.

Slide 24.

Exemplo 4

Um móvel executa um movimento harmônico simples segundo a seguinte equação:

$$x = 4 \cdot \cos(\pi \cdot t + \pi) - 5,1$$

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

SOLUÇÃO:

Lembrando da função horária para a posição, $X = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$, teremos que:

A amplitude A é igual a 4m.

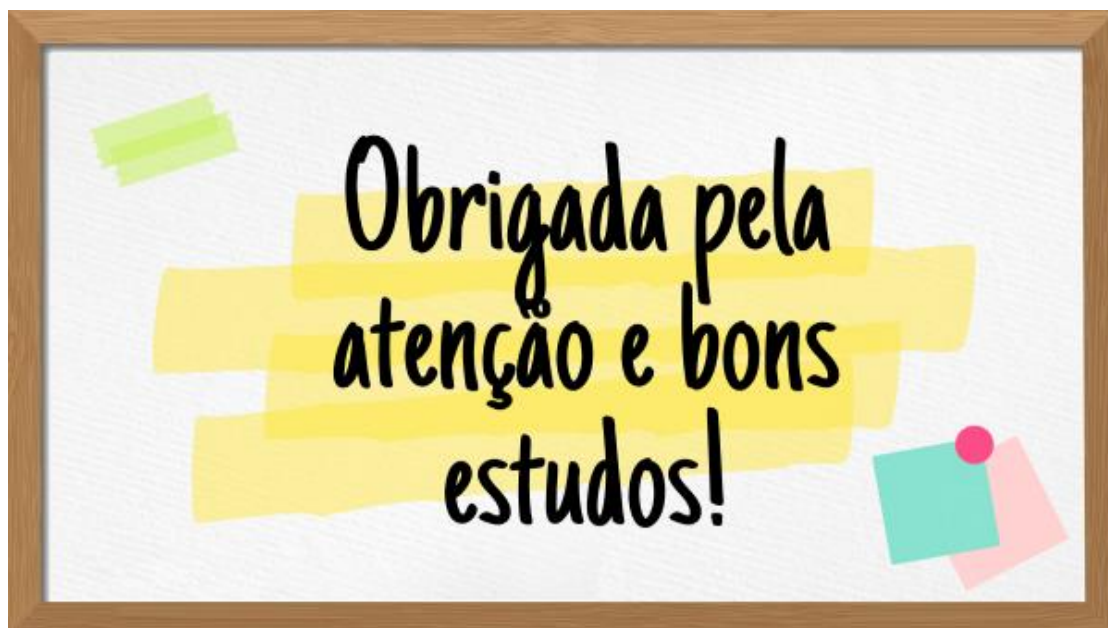
A pulsação ω é igual a π rad/s.

A fase inicial φ_0 é igual a π rad.

E para descobrirmos a frequência e o período é só utilizar o valor da pulsação e a seguinte expressão: $\omega = 2\pi f$, reorganizando ficaremos com $f = \frac{\pi}{2\pi} = \frac{1}{2}$ Hz. E como o período é o inverso da frequência, este terá o valor igual a 2s.

Fonte: própria.

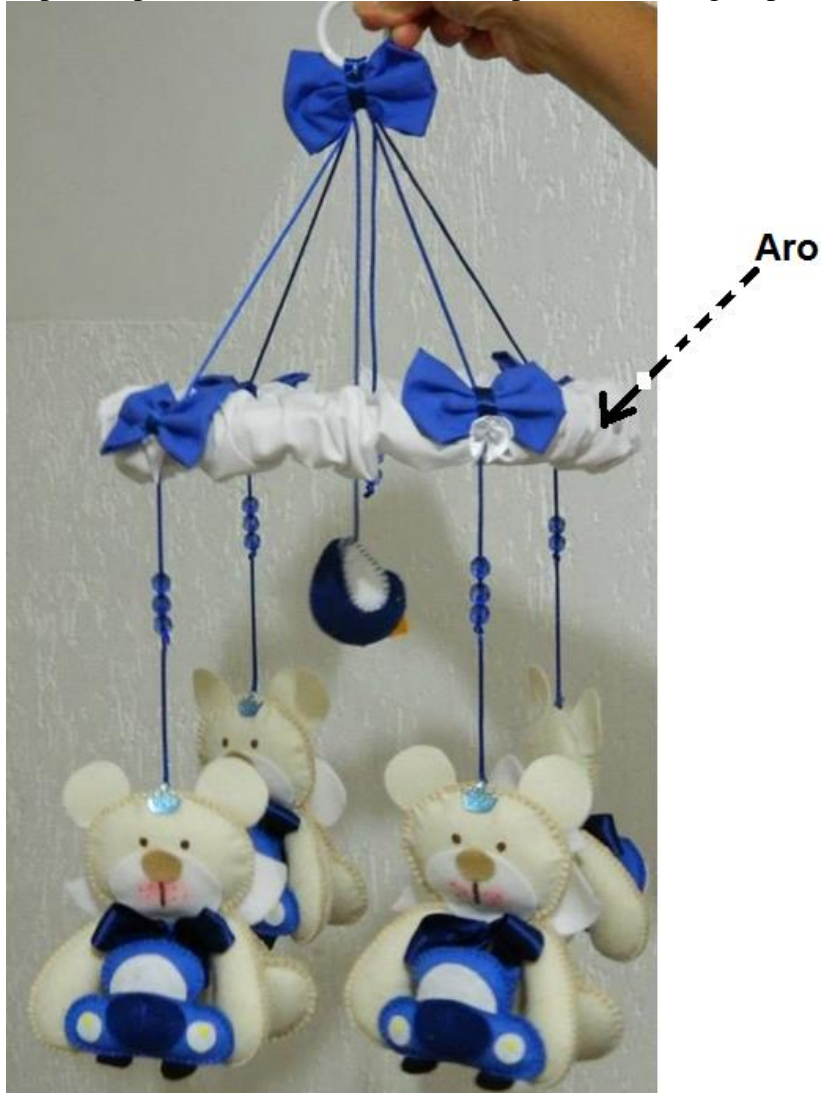
Slide 25.



Fonte: própria.

Apêndice C – Atividades Contextualizadas

QUESTÃO 1(adaptada). 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:



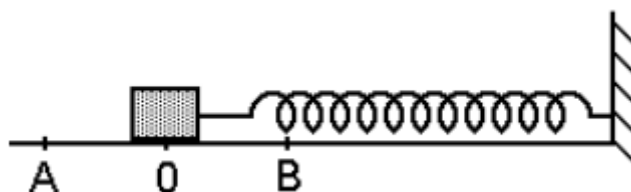
Enquanto os ursinhos giram, suas sombras descrevem um movimento:

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

QUESTÃO 2 (adaptada). 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. 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). 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). Das afirmativas a seguir:

- 7. 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. 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. 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 Pulsação	$() = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$
4 Força	$() = \frac{1}{T}$
5 Velocidade	$() = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
6 Frequência	$() = \frac{1}{f}$
7 Aceleração	$() = -kx$

Apêndice D – Apresentação de slides da Aula 2

Slide 1.



Fonte: própria.

Slide 2.



Fonte: própria.

Slide 3.

Resumindo as fórmulas das funções do MHS

Para a posição: $x = A \cdot \cos\varphi$.

Para a velocidade $V = -V_c \cdot \text{sen}\varphi$.

Para a aceleração $a = -a_c \cdot \cos\varphi$.

Sabendo que:

$V_c = \omega R = \omega A$

$a_c = \omega^2 \cdot R = \omega^2 \cdot A$

$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$ ou $\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0$

Agora fazendo uma substituição teremos ...

Para a posição: $x = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$.

Para a velocidade $V = -\omega A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$.

Para a aceleração $a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$.

Ademais:

- ω é a velocidade angular.
- φ_0 é a fase inicial.
- R é o raio.
- A é a amplitude.
- t é o tempo.
- a é a aceleração.

Fonte: própria.

Slide 4.

Pela 2ª Lei de Newton sabemos que:

$F = m \cdot a$

Reescrevendo de outra forma teremos que:

$$\frac{F}{m} = a$$

Ou seja,

$$a = \frac{F}{m}$$

Lembrando que:

$$a = -\omega^2 x$$

Faremos a substituição do valor do a na segunda lei, ficando com:

$$\frac{F}{m} = -\omega^2 x$$

Organizando os termos teremos:

$$F = -m\omega^2 x$$

Chamando $m\omega^2$ de k teremos uma nova equação, conhecida como a Lei de Hooke, veja:

$$F = -kx$$

	$x = 0$	$a = 0$ $F = 0$
	$x = A$	$a_{\min} = -\omega^2 A$ $F_{el} = -KA$
	$x = -A$	$a_{\max} = \omega^2 A$ $F_{el} = KA$
	$x = 0$	$a = 0$ $F = 0$

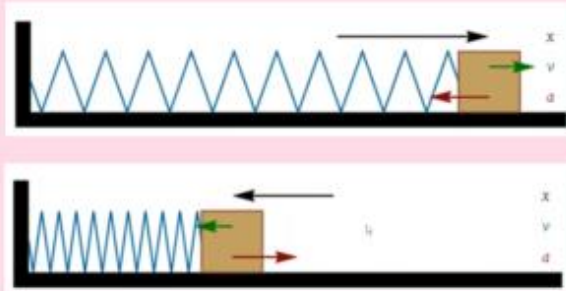
Fonte: própria.

Slide 5.

Comportamento de x , v e a no MHS

Além disso, podemos perceber que:

- Nos extremos a velocidade do objeto chega a zero ($V=0$) e depois muda de sentido;
- A Velocidade máxima é no meio do caminho;
- A aceleração é máxima nos extremos e no meio do caminho é zero.



Fonte: própria.

Slide 6.

O período

Relembrando lá da 2ª lei de Newton reorganizada onde tínhamos a expressão: $F = -m\omega^2x$

E que $m\omega^2$ era dita como uma constante k , teríamos então: $F = -kx$

Ou seja, $k = m\omega^2$

Reorganizando teríamos: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Mas como $\omega = 2\pi f$, então teremos agora: $2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Passando 2π para o lado direito da igualdade teremos: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

E sendo $T = \frac{1}{f}$, substituindo na expressão acima teremos então que o período é $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Fonte: própria.

Slide 7.

Encontrando o período

- Através da aula passada aprendemos que : $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
- Por meio de um experimento de baixo custo utilizando materiais simples, sendo o principal o Arduino, é possível chegar próximo do resultado teórico, para isso faremos um experimento.
- Após realizarmos o experimento basta apenas colher os dados e realizar os cálculos e veremos que o resultado experimental chega bem próximo do teórico.

Fonte: própria.

Slide 8.

Arduino?

- Você já ouviu falar no Arduino?
- Você saberia dizer o que é uma placa micro controladora Arduino?
- Sabe para que serve um Arduino?
- Onde é possível encontrar?
- É gratuito ou pago?

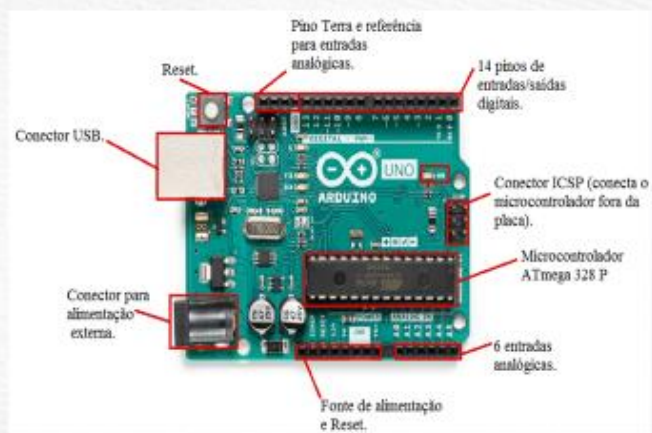


Fonte: própria.

Slide 9.

Conhecendo o Arduíno

O Arduino é uma plataforma de hardware de código aberto, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída leds, motores, displays, auto-falantes etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas. (SOUZA, et al., 2011, p.2). Tanto o hardware quanto o software podem ser usados, modificados e distribuídos gratuitamente, exceto a placa que é paga.



Fonte: própria.

Slide 10.

Utilidades de um Arduíno

- Usando esta placa micro controladora Arduino é possível realizar diversos tipos de interações com o ambiente, desde acender e apagar luzes a movimentação de máquinas como robôs, semáforo interativo e sinalizador de código Morse.
- Atualmente, existem inúmeros modelos de placas Arduino, com diversos nomes e preços, incluindo kits mais sofisticados e modelos populares.
- Vejamos alguns exemplos de projetos que utilizam o Arduino:

Tranca inteligente



Fechadura com biometria

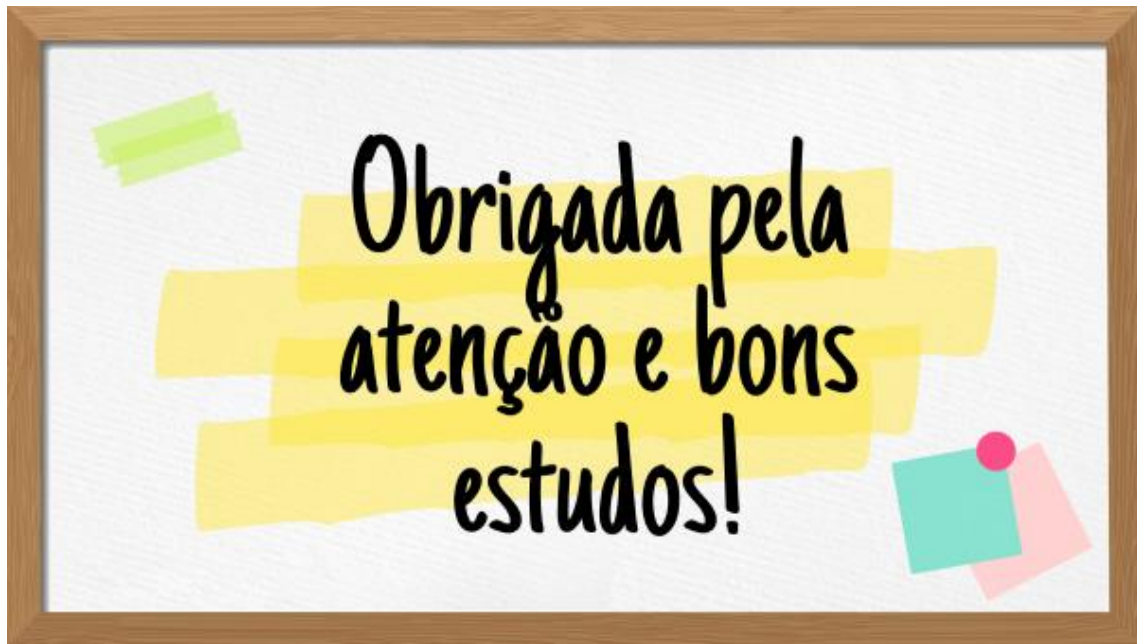


Carro robô automatizado



Fonte: própria.

Slide 10.



Fonte: própria.

Apêndice E – 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 F – 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. Peça 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. 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 Unitau – SP). 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 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:

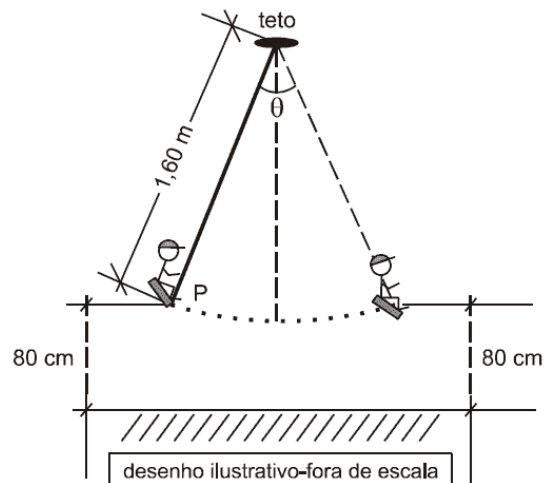
- () depende da massa do corpo em movimento.
- () depende da amplitude de oscilação.

- () depende da constante elástica.
 () muda após várias oscilações.

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

- A) $1/2\text{m}$ e 2Hz . B) 2m e $3,14\text{Hz}$. C) 2m e $1/2\text{Hz}$. D) $3,14\text{m}$ e 2Hz .

QUESTÃO 17. Aman (2015) Uma criança de massa 25kg brinca em um balanço cuja haste rígida não deformável e de massa desprezível, presa ao teto, tem $1,60\text{m}$ de comprimento. Ela executa um movimento harmônico simples que atinge uma altura máxima de 80cm 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 80cm
- a frequência de oscilação do movimento é $1,25\text{ Hz}$
- o intervalo de tempo para executar uma oscilação completa é de $0,8\pi\text{s}$.
- a frequência de oscilação depende da altura atingida pela criança.
- o período do movimento depende da massa da criança.

QUESTÃO 18. UNICENTRO (2013) Uma mola se encontra sobre um plano horizontal sem atrito. Um alongamento de 10cm é obtido com uma força de 10 N . Adicionamos uma massa de $0,25\text{ kg}$ 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 $1,0 \cdot 10^3\text{ N/m}$.
- O período será de 31s .
- A velocidade máxima será de $4,0\text{ m/s}$.
- A aceleração máxima será de $8,0\text{ m/s}^2$.
- A energia mecânica total do sistema será $20,0\text{ J}$.

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.