

	 Universidade Federal do Pará	
---	--	---

ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE

PEDRO MATEUS REIS DOS REIS

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

Orientador
Prof. Dr. Rubens Silva

BELÉM - PARÁ
Junho - 2020



**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

ATA DA 52ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA **"ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE"** PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15:00 HORAS DO DIA 26 DE JUNHO DE 2020, VIRTUALMENTE, NA SALA DE REUNIÃO DA REDE NACIONAL DE PESQUISA - RNP, CUJO O LINK DE ACESSO FOI DISPONIBILIZADO A TODOS. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **PEDRO MATEUS REIS DOS REIS**, MATRÍCULA Nº **201768870009**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. RUBENS SILVA (ORIENTADOR)**, **PROF. DR. KLAUS COZZOLINO (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. DANIEL GIRARDI (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

Pedro Mateus Reis Dos Reis

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rubens Silva
(Orientador - MNPEF - UFPA)

Prof. Dr. Klaus Cozzolino
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

Prof. Dr. Daniel Girardi
(Membro Externo - MNPEF - UFSC/BLUMENAU)

 MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 Universidade Federal do Pará	 SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
---	---	---

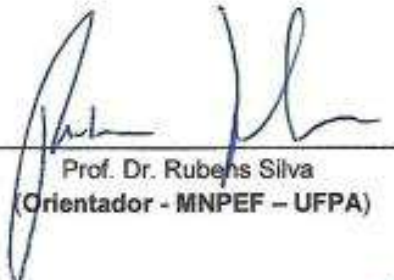
**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

**TEMA: “ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE.**

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Rubens Silva** (Orientador), **Dr. Klaus Cozzolino** (Membro Interno) e **Dr. Daniel Girardi** (Membro Externo), consideram o candidato **PEDRO MATEUS REIS DOS REIS**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da
Universidade Federal do Pará, em 26 de junho de 2020.


Prof. Dr. Rubens Silva
(Orientador - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. Klaus Cozzolino
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)


Prof. Dr. Daniel Girardi
(Membro Externo – MNPEF - UFSC/BLUMENAU)

**ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE.**

PEDRO MATEUS REIS DOS REIS

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física 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:

ORIENTADOR:



Prof. Dr. **RUBENS SILVA**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO INTERNO



Prof. Dr. **KLAUS COZZOLINO**
(MNPEF - UFPA)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. **DANIEL GIRARDI**
(MNPEF – UFSC/BLUMENAU)

Belém - PA

Junho - 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R375a Reis, Pedro Mateus Reis Dos

ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE / Pedro Mateus Reis dos Reis. — 2020. 141 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Ensino de Física. 2. Smartphone. 3. Aprendizagem. 4. movimento uniforme. 5. movimento de queda livre. I. Título.

CDD 530.07

Dedico esta dissertação a toda minha família

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por minha saúde e disposição.

Agradeço a minha família por sempre me apoiar, e me dar forças para não desistir.

Agradeço a minha namorada, companheira por esta ao meu lado em todos os momentos, sendo meu suporte e meu filhote que tudo hoje é por ele e para ele.

Agradeço ao Professor Dr. Rubens Silva, meu orientar, do mestrado, pela paciência e orientação, ao Professor Mestre Joao Paulo Rocha, que sempre esteve disposto a ajudar que se não fosse a sua ajuda não estaria onde estou hoje.

Agradeço a todos meus amigos que sempre deram forças para ir além.

Agradeço aos meus alunos pelo tempo concedido na aplicação do produto desta dissertação.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para que as propostas desta dissertação saíssem do papel.

Agradeço a SBF pela iniciativa de coordenar o mestrado profissional em ensino de Física. À UFPA por todo suporte necessário para a execução desse projeto. À CAPES pelo apoio prestado ao programa.

Muito obrigado a todos meus amigos da turma 2017 do MNPEF.

Lista de Figuras

Figura 1 - Trajetória, Espaço percorrido, Vetor Posição e Deslocamento.....	33
Figura 2 - Variação de posição 1.....	33
Figura 3 - Variação de posição 2.....	34
Figura 4 - Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.....	36
Figura 5 - Gráfico do Movimento Uniforme.....	37
Figura 6 - Interpretação geométrica da velocidade.....	38
Figura 7 - Interpretação da Derivada.....	38
Figura 8 - Sinal da Derivada.....	39
Figura 9 - Gráfico velocidade versus tempo.....	39
Figura 10 - Velocidade versus tempo para uma partícula movendo-se ao longo do eixo x.....	40
Figura 11 - Gráficos de MU (V_{xt} e S_{xt})	41
Figura 12 - Vagão em uma curva.....	42
Figura 13 - Decomposição da Aceleração Vetorial	43
Figura 14 - Diagrama do movimento com aceleração	44
Figura 15 - Definindo aceleração instantânea.....	45
Figura 16 - (a) Movimento com aceleração constante concomitante a um movimento com velocidade constante. (b) Gráfico de x em função de t para cada veículo.....	47
Figura 17 - Um lançador arremessa uma bola de beisebol para cima.	50
Figura 18 - Etapas do lançamento vertical	51
Figura 19 - Movimento de lançamento vertical	52
Figura 20 - Posição, velocidade e aceleração da bola de aço em queda livre.....	53
Figura 21 - Corpos abandonados em queda livre	54
Figura 22 - Construção da Cicloide.....	54
Figura 23 - Ponto P fixado a borda de um círculo que gira sem deslizar delineando uma cicloide.....	55
Figura 24 - Síntese da propagação do som	58
Figura 25 - Variação de Volume	60
Figura 26 - Phyphox	66
Figura 27 - Uso da ferramenta Cronômetro Acústico	67
Figura 28 - Informações da ferramenta.....	67
Figura 29 - Distância (d) entre os smartphones fixada em 5 metros.....	68
Figura 30 - Início do experimento e produção do som.....	69
Figura 31 - Final do movimento e produção do som.....	69
Figura 32 - Resultado do Tempo em cada smartphone após realização do experimento	70
Figura 33 – Imagem da tabela preenchida com os resultados obtido pelos alunos..	70
Figura 34 - Imagem da tabela preenchida com os resultados obtido pelos alunos...	71
Figura 35 - Altura do aro da cesta de basquete.....	73
Figura 36 - Fixação da esfera ao balão e do conjunto no aro de basquete	74
Figura 37 - dados obtidos pelos alunos.....	74
Figura 38 - Dados obtidos pelos alunos adotando	75
Figura 39 - Altura do relógio em relação ao chão.....	75
Figura 40 - Resultado da altura do relógio do colega de turma	76
Figura 41 - Modelo das Pistas	77
Figura 42 - Pistas para experimento (a) rampa ou plano inclinado e (b) cicloide invertida ou curva cicloide	77
Figura 43 - Ferramenta aceleração (sem g)	78

Figura 44 - Configuração para o experimento.....	78
Figura 45 - Realização e resultado gráfico do experimento	79
Figura 46 - Gráfico bilateral de Hipótese H_0 é aceita ou rejeitada	90
Figura 47 - Distribuição de t-Student e Valor Crítico.....	91

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Qual sua idade?	80
Gráfico 2 - Sou do sexo	80
Gráfico 3 - Sua residência possui acesso à internet ou você tem acesso a internet por meio de smartphone?	81
Gráfico 4 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Os conteúdos abordados proporcionaram acesso a conhecimentos atualizados e relevantes para a compreensão da Física”.	82
Gráfico 5 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “As atividades propostas contribuirão significativamente para superem dificuldades de aprendizagem dos conteúdos abordados”.	82
Gráfico 6 - Sentiu-se motivado com as atividades realizadas, vejo uma contribuição para meu aprendizado. Você concorda ou discorda da afirmação?	83
Gráfico 7 - O tempo disponibilizado para a realização das atividades propostas foi suficiente. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação?	83
Gráfico 8 - Os materiais de baixo custo são de fácil acesso?	84
Gráfico 9 - Você apoiou as aulas de física com uso de aplicativo?	84
Gráfico 10 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “O aplicativo phyphox é fácil de ser manuseado”.	85
Gráfico 11 - O aplicativo facilitou a compreensão dos conteúdos abordados. Você concorda ou discorda da afirmação?	85
Gráfico 12 - Recebi orientação adequada para o desenvolvimento das atividades propostas e o manuseio do aplicativo. Você concorda ou discorda da afirmação? ..	86
Gráfico 13 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Há um número expressivo de atividades a serem realizadas nas propostas com o uso do smartphone”.	86
Gráfico 14 – O que você achou dos experimentos?	87
Gráfico 15 - Dos três experimentos, de qual você gostou mais?	87
Gráfico 16 - Você gostaria que outras disciplinas utilizassem aplicativos para serem ensinadas?	88
Gráfico 17 – Quais disciplinas você gostaria que fossem ensinados com uso de aplicativos	88

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Regras para o sinal da velocidade	37
Tabela 2 - Acertos do Pré-Teste e Pós-Teste	89

RESUMO

ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE

Pedro Mateus Reis Dos Reis

Orientador:
Dr. Rubens Silva

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

Este estudo propõe como meta primordial a análise da aplicação de smartphone em atividades pedagógicas na esfera escolar como foco na matéria de física, nos conteúdos de movimento uniforme e movimento de queda livre. As possibilidades de uso didático do smartphone são tão ricas que é impossível não as usar. Pode ser utilizado para aprender, pesquisar informações, realizar experimentos científicos, tomar notas, comunicar, colaborar, etc. Milhares de aplicativos ou app podem ser baixados de forma barata ou gratuita. Várias dessas aplicações são produtos culturais especificamente para ensino e aprendizagem. Os aplicativos que não tenham sido fornecidos para o ensino também podem ser desviados para fazer uso educacional. Em todos os casos, os termos de uso do smartphone na sala de aula ou em conexão com a escola (faça a lição de casa) devem ser bem definidos pelo professor. Um "cenário educacional" pode especificar os objetivos e as modalidades relacionadas à atividade formativa. Portanto, tenta-se apresentar algumas possibilidades concretas de usos para esse dispositivo, que na pesquisa tiveram um 86% dos alunos concordaram que as atividades realizadas facilitaram a compreensão do conteúdo de física. Não se lida aqui com questões técnicas, de segurança ou de gerenciamento de classe. Esta é uma percepção geral de ensino e aprendizagem, para não conceder um manual de uso. É importante lembrar que, se estão desenvolvendo capacidades e habilidades, estará desenvolvendo um ensino centrado no processo e, com isso, aprimorar as ferramentas mentais para aprender. Em referência à arquitetura da aprendizagem, está o uso de técnicas que se apoiam na representação mental, imaginação, incentivando o uso de modelos ou mapas conceituais, facilitando assim o entendimento do que foi aprendido e a coleção na memória de longo prazo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Smartphone, Aprendizagem.

BELÉM - PARÁ
Junho - 2020

ABSTRACT

ACTIVITIES WITH SMARTPHONES FOR PHYSICS TEACHING: A PROPOSAL FOR THE TEACHING OF UNIFORM MOVEMENT AND FREE FALL

Pedro Mateus Reis Dos Reis

Supervisor(s):
Dr. Rubens Silva

Master's Dissertation submitted to the Graduate Program of the Federal University of Pará (UFPA) in the National Professional Master's Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the Master's Degree in Physics Teaching.

This study proposes as a primary goal the analysis of the smartphone application in pedagogical activities in the school sphere as a focus on the subject of physics, on the contents of uniform movement and free fall movement. The possibilities of didactic use of the smartphone are so rich that it is impossible not to use them. It can be used to learn, search for information, perform scientific experiments, take notes, communicate, collaborate, etc. Thousands of apps or apps can be downloaded cheaply or free of charge. Several of these applications are cultural products specifically for teaching and learning. Applications that have not been provided for teaching can also be diverted to make educational use. In all cases, the terms of use of the smartphone in the classroom or in connection with the school (do the homework) must be well defined by the teacher. An "educational scenario" can specify the objectives and modalities related to the training activity. Therefore, an attempt is made to present some concrete possibilities of uses for this device, which in the research had an 86% of students agreed that the activities carried out facilitated the understanding of the physics content. Technical, security or class management issues are not dealt with here. This is a general perception of teaching and learning, so as not to grant a user manual. It is important to remember that if you are developing skills and abilities, you will be developing process-centered teaching and, as a result, improving the mental tools for learning. In reference to the learning architecture, there is the use of techniques that are based on mental representation, imagination, encouraging the use of models or conceptual maps, thus facilitating the understanding of what has been learned and the collection in long-term memory.

Keywords: Physics Teaching, Smartphone, Learning.

BELÉM - PARÁ
Junho - 2020

Sumário

Introdução.....	15
Capítulo 1 - Fundamentação teórica.....	19
1.1. Dispositivos móveis na Educação.....	20
1.2. Experiências de Física.....	22
1.3. Teorias do pensamento construtivista.....	24
1.4. Vantagens da Aprendizagem Significativa.....	25
Capítulo 2 – Conteúdo de Física.....	30
2.1. Movimento Unidimensional.....	30
2.2. Posição e Deslocamento.....	32
2.3. Velocidade.....	34
2.4. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).....	36
2.4.1. Representação Gráfica do Movimento.....	37
2.4.2. Equação do Movimento.....	39
2.5. Aplicações.....	42
2.6. Aceleração.....	43
2.7. Movimento Uniformemente Retilíneo Variado (MRUV).....	47
2.7.1. Equações de MRUV.....	48
2.7.2. Lançamento Vertical.....	49
2.7.3. Queda Livre.....	51
2.8. Aceleração de um corpo em uma curva Cicloide.....	54
2.9. Ondas Sonoras.....	57
2.9.1. Ondas Sonoras – Relação Densidade e Pressão.....	58
2.9.2. Ondas Sonoras – Relação Deslocamento e Densidade.....	60
2.9.3. Ondas Sonoras – Relação Pressão e Deslocamento.....	61
2.9.4. Ondas Sonoras – Velocidade do som.....	62
2.9.4.1. Ondas Sonoras – Velocidade do som nos gases.....	62
Capítulo 3 – Metodologia.....	64
3.1. Ensino do Movimento Retilíneo Uniforme com uso do phyphox.....	65
3.1.1. Realização o Experimento.....	66
3.1.2. Problemas e Soluções Possíveis.....	71
3.2. Confirmando a Altura Através do Estudo do Movimento de Queda livre.....	71
3.2.1. Realizando o Experimento.....	72
3.3. Análise Gráfica com auxílio do phyphox.....	76
3.3.1. Realizando o Experimento.....	77
Capítulo 4 – Análises dos Resultados.....	80
4.1. Análise do Desempenho Pré-Teste e Pós-Teste.....	89
4.1.1. Teste t de Student para amostras emparelhadas.....	89
Considerações Finais.....	93
Referências Bibliográficas.....	95
Apêndice A – Produto Educacional.....	98
Apêndice B – Questionário.....	131
Apêndice C – Pré-Teste e Pós-Teste.....	134
Apêndice D – Tabela.....	140

Introdução

O estudo realizado neste trabalho foi desenvolver um conjunto de atividades experimentais baseada em sensores do smartphone (telefones inteligentes). O conhecimento abriu o caminho para alcançar todas as sociedades, gerando impactos e transformações, dependendo da velocidade com que o conhecimento chega e da capacidade dos membros da sociedade em absorvê-lo. Com o surgimento da globalização, passou-se a ter acesso a melhores condições econômicas e qualidade de vida. As mudanças tecnológicas causaram transformações comportamentais em todos os níveis, incluindo processos educacionais. Pois, conforme David Barton e Carmen Lee (2015, p. 53, apud LOPES e PIMENTA, 2017, p.54): “vemos a mudança tecnológica como parte central da globalização, mas é importante perceber que ela é um fator dentre um conjunto de fatores interligados que está transformando muitos aspectos da vida contemporânea”.

Nesta era em que o conhecimento chega e se transforma em velocidades incríveis, paradoxalmente as pessoas se distanciam fisicamente, mas a abordagem é fortalecida por meios móveis. O uso intensivo dos smartphones demarcou novos comportamentos e trouxe consigo benefícios e desvantagens incluindo o desenvolvimento de padrões de uso problemático. Para os mais de 50% estudantes que não usam smartphones é vantajoso usar recomendá-los a usar para aprimorar a comunicação e incentivar os feedbacks entre os alunos (BARBAS; BICA, 2013).

Nos últimos anos, o uso da tecnologia na educação evoluiu do aprendizado auxiliado por computadores de mesa à aprendizagem baseada em recursos disponíveis na web e, mais recentemente, à aprendizagem baseada em dispositivos móveis. Ensinando com base em dispositivos móveis, ou como é comumente conhecido, o aprendizado móvel é visto como uma ferramenta muito útil para o ensino personalizado, quase onipresente e permanente. O uso de dispositivos móveis, smartphones e tablets também oferece aos alunos a possibilidade de participar ativamente em seu aprendizado e no projeto de seu próprio ambiente virtual de aprendizagem, combinando diferentes recursos e também permitindo que trabalhem em ritmo, mais personalizado de um ponto de vista diferente, o interesse dos jovens pelas tecnologias móveis pode se tornar uma ferramenta poderosa para reforçar sua participação ativa nas aulas e aumentar seu interesse e comprometimento com sua própria aprendizagem (MORAN et al., 2006).

Para os estudantes de física, os dispositivos móveis também podem se tornar ferramentas úteis para um aprendizado experimental graças ao rico conjunto de sensores que eles incluem, bem como a eficácia de efetuar cálculo cada vez maiores. Esses sensores detêm a capacidade que permitir com que os alunos usem seus smartphones como dispositivos de medição em experimentos de laboratório ou até mesmo em atividades diárias em que os discentes possam fazer uma comparação dos valores já estabelecidos com seus próprios resultados experimentais.

Deve-se considerar também outro aspecto do ensino prático no laboratório de física, que afeta particularmente os centros de ensino com um número alto de alunos ou recursos financeiros limitados: em geral, o custo dos materiais necessários para estabelecer muitas práticas de laboratório é alto, e esse custo é multiplicado se você quiser ter vários exemplos de práticas diferentes, para que todos os alunos possam fazer um certo número de experimentos ou resolver possíveis deficiências do material experimental. Aqui, novamente, os dispositivos móveis podem reproduzir muitas atividades úteis, abordando trabalhos experimentais para estudantes que, em muitos casos, só podiam acessar versões mais ou menos reais de diferentes experimentos em laboratórios virtuais ou remotos (MORAN et al., 2006).

O uso dos smartphones como dispositivos experimentais em física exige que os professores sejam especialmente cuidadosos ao monitorar a precisão dos sensores nos telefones usados e sua adequação ao experimento pretendido. O mesmo cuidado deve ser tomado com aplicativos móveis (aplicativos) usados para acessar os dados medidos pelos sensores e sua adequação a um ambiente de ensino, como o uso correto de unidades físicas. Por fim, os professores devem projetar cuidadosamente possíveis experiências para que o aprendizado não seja prejudicado por dificuldades técnicas ou pela interpretação dos dados fornecidos pelo smartphone.

Os projetos pedagógicos devem ser rapidamente adaptados às novas tecnologias, enfatizando as vantagens do uso construtivo, oportuno e apropriado das tecnologias na comunidade educacional. O papel do professor como mediador da aprendizagem é encontrar um terreno comum para o desenvolvimento humano e o progresso tecnológico para melhorar a qualidade do ensino comunitário.

Esse ajuste deve ser acompanhado por uma mudança cultural nos processos educacionais para os novos papéis e responsabilidades de professores e do educando. Porque o uso de software, smartphones e tablets, nesse sentido, adaptado

a diferentes propósitos educacionais, torna as atividades de aprendizado diferentes, interativas e divertidas.

Assim, este desenvolvimento de produto está vinculado à melhoria dos processos de aprendizagem por meio da implementação de dispositivos móveis que enriquecem estratégias pedagógicas virtuais, em contraste com o problema dos padrões de uso de smartphones. Pois, conforme a UNESCO (2014, p.32), “as raras políticas que fazem referências a aparelhos móveis tendem a tratá-los tangencialmente ou proibir sua utilização nas escolas”, como também, salienta Araújo (2018, p.20) “o telefone celular é pouco utilizado na escola e na sala de aula como recurso didático, talvez por uma quase inexistência de políticas públicas que incentivem o seu uso”,

Do ponto de vista técnico, o futuro da aprendizagem é composto por quatro pilares definidores que articulam esforços tecnológicos e metodológicos, como mobilidade, interação, inteligência artificial e recursos baseados em tecnologia, como realidade aumentada e jogos aplicados à aprendizagem. No nível educacional, os dispositivos se tornam ferramentas interativas, mas existe o risco de distração e perda da atenção do aluno. (MORAN et al., 2006).

No ambiente educacional, há uma situação atípica de aumento da comunicação virtual e diminuição da comunicação face a face. É importante destacar os impactos que eles podem causar, a fim de minimizar os impactos negativos nos processos de aprendizagem e maximizar os benefícios do uso da tecnologia para levar a níveis mais altos de pesquisa e interação. O desafio que o professor enfrenta é provocar uma mudança no uso de dispositivos móveis para a aprendizagem, usando aplicativos estratégicos de aprendizagem pedagógica (COLL; MONEREO, 2010).

Acreditando que smartphones e tablets são dispositivos com enorme potencial pedagógico e essencialmente úteis para o ensino das ciências da natureza, por exemplo. Buscou-se uma alternativa para melhorar o ensino de física, tentando escapar da abstração e aproximar essa ciência da vida do aluno, ajudando também a reduzir o problema de falta de laboratório nas escolas, utilizando os aplicativos disponíveis para smartphones e tablets.

Esse recurso está ganhando importância na sala de aula devido à grande quantidade de conteúdo que pode ser usado em conexão com o ensino de física como uma ferramenta para vários propósitos. Os aplicativos de ensino ainda são pouco utilizados pelos professores em suas aulas, embora muitos alunos já usem aplicativos

para estudar em casa. Vários docentes não usam essas ferramentas na sala de aula, alguns devido a preocupações de não saber manusear os softwares, smartphones e/ou tablets, devido à falta de métodos didáticos de ensino ou ao confiar apenas em palestras ou em aulas expositivas no quadro.

Neste trabalho são apresentados experimentos que podem ser facilmente trabalhados de maneira “tradicional”, mas usando uma nova ferramenta. Embora várias aulas do modo como aprendemos, as chamadas tradicionais, sejam as mais utilizadas pelos docentes, é necessário apresentar o conteúdo com uma nova abordagem, acompanhar o avanço tecnológico e aproximar os alunos de nossas aulas.

Assim, este trabalho tem como objetivo utilizar um aplicativo gratuito, de código aberto e multiplataforma que um app que permita o uso de sensores de smartphones e tablets para coletar dados em tempo real através dos experimentos realizados, gerando valores e/ou gráficos, nos quais serão exportados e podem receber um tratamento matemático, a ser analisado pelo professor, para que possa ser explicado e interpretados pelos alunos. Em resumo, será deixado um produto educacional com experimentos conduzidos com todo o tratamento matemático e físico, além de instruções para o uso do aplicativo e proposta de utilização em sala de aula.

Para o melhor entendimento deste trabalho metodologicamente dividiu-se em capítulos com determinado foco de abrangência, conforme a seguir: no **capítulo 1** é estabelecido uma fundamentação teórica, com intuito de averiguar evidências que justificassem o uso de dispositivos móveis no processo de ensino e apoiassem o trabalho. No **capítulo 2** serão apresentados os conteúdos de física referente a área de abrangência dos experimentos a serem propostos. No **capítulo 3** são expostas as propostas experimentais, oriundos do produto educacional desenvolvido para pesquisa, fazendo uso dos softwares e smartphones no ensino de física dos movimentos, no que abrange o cálculo da velocidade do som, estudo dos movimentos de queda livre e análise gráfica. No **capítulo 4** estão as análises realizadas e as discussões dos questionários aplicados antes e depois das atividades realizadas com os alunos.

Finalmente, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, retomando os pontos essenciais que foram debatidos durante toda esta dissertação.

Capítulo 1 - Fundamentação teórica

A incidência do smartphone no design técnico-pedagógico como dispositivos de interação são elementos que fazem parte do processo de estudo em ambientes virtuais destinados ao aprendizado. Com isso, a geração de conhecimento depende de uma adequada gestão da informação, desta forma é necessário ter meios que permitam uma comunicação efetiva, eficiente e imediata, com o celular.

O motivo social da busca de informações consiste na necessidade imperativa dos sujeitos para diversos fins, mas especialmente em ambientes de aprendizagem, onde a entrada principal é a informação. Desta forma, os telefones celulares têm um grande potencial para melhorar a interação com a colaboração online, pois facilitam o alcance dos objetivos. A sociedade em mutação se tornou um mundo móvel com necessidades diferentes, onde as pessoas buscam o acesso ao conhecimento de qualquer lugar, a qualquer momento, sem vínculos físicos, pois o aumento do uso do celular é refletido em todos os aspectos da vida humana (BRAGA, 2017).

Os comportamentos devido à interação tecnológica mudaram, devido aos avanços na telefonia móvel. Esses dispositivos são utilizados como recursos em processos educacionais, pois, como afirma Lopes e Pimenta (2017)

[...] os celulares são verdadeiros computadores portáteis interligados na internet, com inúmeros recursos internos, capazes de filmar, tirar fotos, produzir montagens, gravar o áudio que o usuário desejar, além de oferecer uma grande variedade de áudio que o usuário desejar, além de oferecer uma grande variedade de acesso aos aplicativos, programas criados por pessoas jurídicas para atender necessidades de todo tipo, inclusive, educativas. (LOPES; PIMENTA, 2017).

São esses recursos dos smartphones que tem facilitado a inclusão social em comunidades acadêmicas, quebrando barreiras da educação especial, através de software, estratégias e processos de aprendizagem para inclusão utilizando os dispositivos móveis (BARBAS; BICA, 2013). Conclui-se que o smartphone facilita o acesso da sociedade moderna, há uma enorme quantidade de recursos educacionais e de aprendizagem.

Embora seja verdade que alguns autores como Andrade (2008) e Moran et al. (2006) advogam o uso do telefone no processo educacional, a presença de dispositivos portáteis na educação. Mesmo com defesas quanto ao uso didático dos

recursos tecnológicos, há docentes que são contrários a essas ideias, haja vista que veem os smartphones como um papel contraproducente ao comportamento dos jovens (LOPES; PIMENTA, 2017).

Muitos profissionais da educação básica consideram o smartphone na sala de aula como um distrator. Segundo Lopes e Pimenta (2017, p. 53) “muitos docentes não acreditam que o celular pode ajudá-los em sua prática pedagógica, pois, o veem como mera distração para os alunos”. Aqui mostra claramente a falta de integração desse dispositivo nas estratégias de ensino, estando na primeira fase da rejeição do uso do telefone celular na sala de aula, deixando de lado os importantes benefícios que a administração adequada desses dispositivos oferece na gestão do aprendizado.

As estratégias pedagógicas derivadas da tecnologia móvel, permite a possibilidade do estudante ser protagonista no resultado de sua aprendizagem. levando-se em conta uma atitude pedagógica e didática do uso do dispositivo (ANDRADE, 2008).

Dessa forma, a tecnologia educacional deve ser ativada para promover atitudes relacionadas ao compartilhamento e socialização de conhecimento dos diferentes participantes da educação. Participando ativamente do conteúdo, avaliação, transformação de estratégias e recursos de ensino (ROCHA, 2017).

1.1. Dispositivos móveis na Educação

Uma forma de aprendizado vem se instaurando, e ganhando mais espaço a cada dia na educação. O Aprendizado através de dispositivos móveis (tablets e celulares inteligente) também chamado de mobile learning (m-learning), no qual fornece novos modelos pedagógicos que só podem ser colocados em prática através do uso dessas tecnologias.

Além do mais, já faz algum tempo que o uso pesado de smartphones invade a educação, e os jovens possuem habilidades digitais básicas e podem aprender facilmente a interagir com esses avanços tecnológicos. Essa invasão dos dispositivos móveis, é reforçada por uma pesquisa realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC) que monitora o uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas públicas e particulares de Ensino Fundamental e Médio no Brasil em coletiva de imprensa da TIC EDUCAÇÃO 2019. A pesquisa, mostrou que 98% dos alunos das escolas urbanas

acessam a rede no telefone celular e 18% dos alunos das escolas urbanas e usuários de internet acessam exclusivamente a Internet via celular (CETIC.BR, 2019).

Segundo a UNESCO, estudantes e professores já usam tecnologias móveis em diferentes contextos para uma gama de propósitos de ensino e aprendizagem no campo da educação. Afirmação essa que na pesquisa da TIC EDUCAÇÃO 2019 a Cetic.br (2019), mostra que 69% dos alunos de escolas urbanas usam a Internet em atividades escolares para fazer lição e exercícios que o professor passa, 77% usam para realizar trabalhos em grupo, para os docentes 82% dos professores que trabalham em escolas urbanas declararam utilizar a Internet para desenvolver ou aprimorar conhecimentos sobre o uso de tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem, nos três meses anteriores à realização da pesquisa e 51% dos docentes realizaram cursos de educação a distância, nos três meses anteriores à realização da pesquisa.

No ensino tradicional, os alunos aprendem as mesmas matérias na mesma velocidade. Devido à constante disponibilidade de materiais na Internet, o aluno poderá aprender no contexto e horário que melhor se adequa às suas necessidades; o aprendizado não se limita mais a um local, e a uma infraestrutura. Pois, a TIC EDUCAÇÃO 2019, mostrou que 93% dos alunos de escolas urbanas pesquisaram coisas na Internet para fazer trabalhos escolares (CETIC.BR, 2019).

Um processo de aprendizagem através de aplicativos móveis não deve se concentrar tanto na adaptação do conteúdo para cenários móveis (limitado pelas características dos dispositivos), mas, acima de tudo, no redesenho metodológico, ou seja, na mudança na maneira de ensinar e aprender. Os principais interesses dos professores são orientados para novos projetos tecnológicos, pedagógicos e didáticos, além de ferramentas que possibilitem maior interação com o aluno, informação e transferência de conhecimento (BARBAS; BICA, 2013).

Outras situações de aprendizagem possíveis por meio de dispositivos móveis consistem em "miniaulas" ou pequenas partes do material didático sobre um capítulo específico, nas quais os alunos podem revisar conceitos, lembrar partes importantes do capítulo ou completar perguntas do questionário para aprofundar o aprendizado.

Atualmente, há uma explosão de dispositivos móveis de diferentes tipos e características (smartphones, tablets, etc.), abrindo um amplo campo na criação de novos aplicativos para esses dispositivos, a fim de que os alunos aprendam a qualquer momento e em qualquer lugar e investiguem sua eficácia educacional.

Dessa forma, para o ensino de Física, os smartphones são ferramentas fundamentais, haja vista que esse dispositivo composto por seus poderosos sensores que através dos aplicativos podem descrever grandezas físicas e as mensurar. Portanto, segundo Braga (2017), a utilização desse dispositivo móvel nas práticas das aulas de física, pode-se desprezar o uso de aparatos complexo na realização de atividades experimentais. Com isso, fornecendo ao aluno uma ferramenta preciosa para seu ensino aprendido e ao professor uma prática pedagógica diferente que no mínimo irá atrair a atenção do seu educando.

1.2. Experiências de Física

Um dos elementos fundamentais no ensino da física em todos os níveis de ensino é a realização de experiências, uma vez que são um elemento fundamental no processo de aprendizagem dos alunos. O laboratório é também um dos elementos distintivos da educação científica e tem grande importância no processo de formação porque pode atender integridade, conhecimentos, habilidades do aluno e mostrar familiaridade razoável com a prática experimental em todas as áreas. Por isso, tanto na educação secundária como na universitária, o ensino da física exige sempre que uma parte importante seja dedicada ao trabalho realizado no laboratório (ANDRADE, 2008).

As tecnologias de informação e comunicação oferecem novas possibilidades além do trabalho do aluno no laboratório. Como já foi dito, os computadores têm sido usados em sala de aula há mais de vinte anos, e o desenvolvimento de novos ambientes multimídia e, acima de tudo, o uso generalizado da Internet deram origem a um crescimento explosivo no desenvolvimento de computadores materiais de ensino, tanto como complemento das atividades tradicionais na sala de aula e no laboratório, como formando corpos de conteúdos independentes (PIVA JUNIOR, 2013).

Porém, os computadores começaram a ficar de difícil acesso, apresentando limitações, tais como mobilidade, peso, sensores para determinados tipos de experiências dificultando experimentos laboratoriais. Por outro lado, tecnologicamente eles foram diminuindo e seus sistemas de processamentos e capacidades de armazenamento de dados chegaram aos dispositivos móveis que são nada mais o que computadores portáteis que cabem no bolso, dispositivos que estão na posse de

grande parte dos alunos. Dessa forma, com a flexibilidade e poder desses aparelhos, facilita a aplicação das atividades experimentais, sendo possível inseri-lo como instrumentos de coleta de dados para os experimentos (BRAGA, 2017).

Os smartphones e tablets se tornaram laboratórios portáteis por ser detentores de vários sensores, tais como acelerômetros, magnetômetro, giroscópio, microfone, GPS, câmera, sensor de proximidade, pressão, temperatura, entre outros toda essa gama de ferramenta em um pequeno aparelho que pode ser deslocado facilmente. Isso, fornece inúmeras possibilidades de aplicação, experimentação e medição, ampliando o laboratório para os arredores externos de uma sala de aula, contribuindo para que as atividades se tornem mais ativas, participativas e lúdicas de forma que o educando mediado pelo professor realize seus experimentos e a construção do seu conhecimento.

As experiências de Física com o uso dos dispositivos móveis vem sendo trabalhando constantemente por muitos docentes, exemplo na dissertação de Vieira (2013) o autor utiliza smartphone e tablet em conjunto com aplicativos instalados que conseguem utilizar seus sensores e dessa como transformando o dispositivo em um instrumentos de detecção, coleta, armazenamento e apresentação de dados de diversos experimentos, passando por assuntos coma a Mecânica, Ondulatória, Óptica e o Eletromagnetismo explorando o máximo dos sensores deixando o ensino mais atraente. No trabalho de Braga (2017) o autor usa experimentos de assuntos de física que passa pela Mecânica, Campo Magnético e Luz, em que transforma o laboratório tradicional em um laboratório prático e ágil com ajuda do smartphone que com uso de aplicativos que conseguem acessar os sensores fazer a realização das medições, coleta de dados, frente a isso cria modelos para explicar seus resultados.

Outro autor que mostra a importância do uso do smartphone como dispositivo de medição e análise na disciplina de Física é Araújo (2018), no qual fixasse seu trabalho no ensino da Mecânica, usando aplicativos gratuitos ou de baixo valor, mostrou em sua pesquisa, utilizando essa proposta em que o aluno é ativo no seu processo de aprendizado que 92% dos discentes afirmaram estar satisfeito e motivados com as atividades desenvolvidas e unanimemente todos os estudantes envolvidos consentiram que os aplicativos poderiam ajudá-los a aprender Física.

Portanto, a experimentação no ensino de física é substancial para aprendizagem do educando, por isso precisa estar sempre conectada a ele, para que o aluno consiga desenvolver seu próprio conhecimento, sua forma de pensar, de agir

nas diversas situações e problemas impostos pela disciplina. Assim garantindo um ser questionador que não aceitará o que lhe é passado como verdade indiscutível. Com isso, garantindo seu processo de evolução mediante as competências necessárias para se aprender física (ARAÚJO, 2018).

1.3. Teorias do pensamento construtivista

Para Piaget, o conhecimento é um antes que acontece depois, desde que existam condições para construir o conhecimento que está sendo desenvolvido ou posterior às interações que a pessoa mantém com o objeto do conhecimento. Em suma, o mundo é o produto da interação humana com estímulos naturais e sociais, e os estímulos naturais e sociais podem lidar com operações psicológicas. Pelas razões acima, pode-se dizer que o construtivismo de Piaget é (GOUVEIA; FRAGA, 2017):

1. Centrada no aluno.
2. O aluno é a principal referência do trabalho pedagógico.

Utiliza-se pedagogia diferente, porque reconhece que cada educando tem características individuais e culturais e uma experiência de vida diferente que deve ser levada em consideração ao aprender e não da mesma maneira ou no mesmo ritmo.

O debate de ideias, a discussão como estratégia, o conhecimento e a importância do ambiente social, são os pilares fundamentais. A contribuição desse "pequeno professor", sugere que a aprendizagem ocorra em um contexto micro social e interativo, no qual o olhar do outro se torna criador, sem que a aquisição de conhecimento não pode ser entendida (GOUVEIA; FRAGA, 2017).

A interação social para esse teórico é de grande importância, pois reconhece que funções psicológicas superiores são desenvolvidas, numa primeira etapa, no curso da relação de uma criança com outra, com o mais competente ou com adultos (VYGOTSKY, 1989). Na próxima etapa, essas funções serão internalizadas, processo no qual uma operação externa é reconstruída internamente (LINS, 2018).

Interação social, internalização de comportamentos, mediação por meio de signos e evolução de processos, compõem a teoria, que é definida, o conceito de desenvolvimento em sujeitos, método Vygotskiano típico, que mostra que o aluno aprende mais efetivamente quando faz isso com os colegas, cooperativamente (SOUSA; LOPES; DO AMARAL, 2018).

Trazendo a noção de construtivismo de Vygotsky (1989), o professor pode apoiar as seguintes orientações ou estratégias que permitirão estrutura, o processo de Ensino e Aprendizagem:

1. Tornar conhecidos os objetivos do ensino em cada turma
2. Calcular o tamanho dos grupos para trabalhar
3. Designar alunos para grupos.
4. Planejar materiais para usar
5. Tornar conhecido o papel dos alunos para garantir a interdependência.
6. Tornar a tarefa clara
7. Realizar avaliação individual e coletiva
8. Monitorar o comportamento do aluno, acompanhar sempre
9. Intervir se necessário
10. Fornecer um encerramento para a turma, sempre concluir.
11. Avaliar a qualidade e quantidade de aprendizado

Será de extrema importância que, para a avaliação, não só as respostas corretas, mas também o motivo da resposta seja conhecido, a fim de levar em consideração os níveis taxonômicos cognitivos, bem como sua análise e compreensão. Pois, de acordo com a aprendizagem significativa, novas informações são essencialmente incorporadas à estrutura cognitiva do discente. Se alcançando no momento em que o educando relaciona novos conhecimentos aos conhecimentos adquiridos anteriormente; no entanto, também é indispensável que o aluno esteja interessado em aprender o que é mostrado (FERNANDES et al., 2018).

1.4. Vantagens da Aprendizagem Significativa

Facilita a aquisição de conhecimento relacionado significativo adquirido anteriormente, porque a clareza da estrutura cognitiva facilita a retenção de novos conteúdos. O conhecimento recém-adquirido relacionado ao que foi dito acima é armazenado na memória de longo prazo. É um processo ativo, pois depende da assimilação das atividades de aprendizagem pelos educandos. (GOUVEIA; FRAGA, 2017).

A importância da aprendizagem depende dos recursos cognitivos do aluno. Quando se trata de aprendizagem significativa, as características são (BECKER, 2017):

1. Apresentar as informações ao aluno como deve ser aprendido, antes do assunto e antes de qualquer aula.
2. As informações necessárias (assuntos, conteúdos) serão dadas ao aluno, estimulando o aluno a descobrir novos conhecimentos e investigar e provocar novas ideias no aluno.
3. O material pedagógico ou instrucional deve ser sequencial, congruente, organizado, para evitar a distração e manter a participação ativa.

Em suma, o aluno precisa: Receber - Assimilar - Descobrir - Criar – Organizar. É necessário resumir a aprendizagem construtivista no próprio termo; "categorização", que ocorreria simplificando a interação com a realidade e facilitando a ação. O que está relacionado à seleção de informações, tomada de decisão, construção e verificação de uma suposta hipótese (LINS, 2018).

O aluno irá interagir com a realidade organizando os insumos, de acordo com as próprias necessidades, criando novos conhecimentos ou modificando os pré-existentes. Atualmente os professores são; mediadores da aprendizagem, um mediador da cultura social e institucional e arquiteto do conhecimento, definições que englobam as teorias de Piaget, Vygotsky e Ausubel. Em relação ao professor como mediador da aprendizagem, ele enfatiza que isso é possível, apenas se for claro. Como o aluno aprende? Para isso, deve ser identificado com quais habilidades, os alunos aprendem.

Selecionar o conteúdo e a metodologia mais apropriada para desenvolver as habilidades não é uma tarefa fácil, mas o professor deve reconhecer as atividades necessárias para isso. A mediação entre os colegas e o trabalho colaborativo, permitindo que os alunos pensem em voz alta de maneira espontânea, facilitará a compreensão de como o aluno aprende e, ocasionalmente, dificulta esse aprendizado. Salienta que as competências básicas se desenvolvem lentamente (GOUVEIA; FRAGA, 2017).

O professor supõe um desafio profissional e uma importante reestruturação mental contínua. Um professor construtivista será então: aquele que desequilibra que aguça a curiosidade do estudante, incentiva a autonomia do aluno. Os materiais devem ser sempre físicos, interativos e manipuláveis, reconhece diferentes fases da

taxonomia: classificar, analisar, deduzir, elaborar reconhecer a compreensão de que os alunos alcançam (SOUSA; LOPES; DO AMARAL, 2018).

A mediação mantida pelo professor com o aluno deve enriquecer a relação entre os dois. Quando o conteúdo é entregue, ajudará a entender e agir no meio, para que isso seja eficaz intencionalidade, da parte de comunicar e ensinar claramente, o que quer transmitir. A reciprocidade, comunicação entre professor e aluno, facilita a aprendizagem.

Transcendência não é apenas uma situação do aqui e agora, mas deve antecipar situações, relacionar experiências, tomar decisões de acordo com experiências anteriores. A mediação tanto em sentimentos de competência quanto em realizações pessoais o estudante deve reconhecer que todo o processo servirá para alcançar o sucesso, garantindo uma disposição positiva para a aprendizagem, aumentando a autoestima e facilitando a cooperação com os pares (LINS, 2018).

Alcançar professores construtivistas como um profissional reflexivo que realiza uma mediação entre o conhecimento e a aprendizagem dos alunos, compartilhando experiências e conhecimentos em um processo de negociação, construção conjunta de conhecimento escolar promove aprendizagem significativa e fornece uma ajuda pedagógica ajustada à diversidade de necessidades, interesses e situações em que os alunos estão envolvidos. Será sem dúvida uma tarefa árdua e contínua.

O modelo construtivista centra-se na pessoa, nas experiências anteriores, dos que fazem novas construções mentais, considera que a construção é produzida, de acordo com os principais expoentes (SOUSA; LOPES; DO AMARAL, 2018):

1. Quando o sujeito interage com o objeto do conhecimento.
2. Quando isso é feito em interação com os outros.
3. Quando é significativo para o sujeito.

O conhecimento não é o resultado de uma cópia da realidade existente, mas um processo dinâmico que interage com as informações para obter uma interpretação ou reinterpretação mental. Talvez assim expliquem o significado que obtiveram de certas informações conhecidas e que, com base em seus próprios processos de análise e sua capacidade de alterar esquemas, os ajudam a adquirir novos conhecimentos e a se adaptar à realidade existente. (BECKER, 2017).

Inicialmente, a relação do educando com o ambiente e a própria construção, que é formada na interação entre eles; é o que mantém o construtivismo. De acordo com os esquemas de aprendizagem verificados, há dois aspectos na construção do

conhecimento: o primeiro se refere à apresentação inicial de novas informações, enquanto o segundo se refere à atividade externa ou interna que se desenvolve nesse sentido.

O processo mental que ocorre para adquirir um novo conhecimento, vem da aprendizagem construtiva, que envolve também a aplicação da nova informação adquirida. Quando falam de várias teorias e correntes de pensamento nas quais o construtivismo se baseia, terá que produzir um novo conhecimento (LINS, 2018).

O sujeito interage com o objeto de conhecimento (a teoria de Piaget) que o assunto executar interação com os outros (VYGOTSKY, 1989), esse novo conhecimento é significativo para o assunto (abordagem de Ausubel).

Também aponta para um trabalho mais representativo que lida diretamente com o "construtivismo na sala de aula". Obviamente, a abordagem construtivista era um meio termo entre o construtivismo cognitivista do trabalho piagetiano e o construtivismo social, usando Vygotsky (1989), como ponto de partida. Talvez seja a maneira mais interessante de aplicar a teoria do ensino, pois esse é o processo que pode ser considerado "paradigmático".

O educador deve se comprometer com o diálogo ativo e esclarecer perguntas sobre o conteúdo, para que possam ser aprendidas adequadamente. Assim, o aluno baseia-se no que aprendeu anteriormente. Os princípios expressos e que podem ser aplicados especificamente na sala de aula são (SOUSA; LOPES; DO AMARAL, 2018):

1. Ensinar abrange as experiências que fazem o aluno, com o desejo de aprender.
2. O ensino deve ser estruturado de tal forma que possa ser facilmente aprendido pelo aluno.

Outro aspecto da aquisição de aprendizado pelo aluno é a interação que o aluno manterá com o ambiente, onde, se enfatiza a motivação, o clima instrucional. O professor que será o mediador da aprendizagem deve estar ciente de que todos os alunos mantêm um desenvolvimento individual.

Uma vez que o estudante percebe que é o construtor de seu próprio conhecimento, surge uma aprendizagem significativa que constrói novos conhecimentos com base nas informações que adquiriu anteriormente. Para aprender de uma maneira realmente significativa, o aluno acumula conhecimento porque está interessado, porque há congruência e decide aprender. A aprendizagem significativa

que leva à aprendizagem, cria autonomia, promove a criatividade, a reflexão e a autonomia dos educandos (SOUSA; LOPES; DO AMARAL, 2018).

Para os professores, que têm a intenção de melhorar a formação dos alunos, é essencial treinar constantemente, mobilizando conhecimentos prévios. Educação e tecnologia ativa enriquecida e complementada pelo construtivismo. O ambiente ou clima instrucional, não constitui aprendizagem em si, mas os processos que ocorrem dentro da sala de aula, são notoriamente influenciados pelo que aconteceu no ambiente, portanto, se deve planejar, organizar o ambiente, facilitando a interação com o ambiente e o aluno; reconhecer os nomes, olhar para o rosto, após o cansaço, um ajuste fino, melhorar o processo de ensino e aprendizagem (BECKER, 2017).

Capítulo 2 – Conteúdo de Física

2.1. Movimento Unidimensional

O estudo do movimento é um problema fundamental em física, pois dependendo dos referenciais muitos objetos ao seu redor estão em movimento. Um objeto estacionário é identificado porque sua posição permanece constante (não muda) em relação a um referencial. Todavia, um corpo em movimento se refere a mudança de posição de um objeto num determinado tempo. Isso significa que o movimento requer uma mudança de posição. Quando você anda, corre ou pula, seu corpo também se move.

O movimento pode ser descrito por palavras, gráficos e equações matemáticas. A descrição através das equações matemáticas do movimento é chamada de cinemática. Nesta unidade, o foco deve estar no movimento linear, ou seja, o movimento do objeto em uma linha reta, em uma só dimensão. Alguns objetos apenas se movem em uma linha reta e outros mostram movimentos mais completos, como rotação e oscilação.

Os primeiros a tentar descrever o movimento foram os astrônomos e filósofos gregos. O filósofo, cientista e educador grego Aristóteles acreditava que quanto mais pesado um corpo, mais depressa ele cai, pois pensava que a matéria estava contida nos “Quatro Elementos”: Terra, Água, Ar e Fogo, dos quais cada um teria seu “lugar natural”, no qual uma vez que o objeto é colocado na posição correta, ele não se moverá mais, a menos que seja movido por uma força, com ressalva para o movimento dos corpos celestes, em que seu estado normal é o de repouso. Em resumo, para o filósofo os movimentos ocorrem devido a natureza do objeto movido ou devido a impulsão ou puxões mantidos. Pensamento esse que predominou durante cerca de 20 séculos!

Na mudança entre a mentalidade medieval europeia e a mentalidade moderna que claramente contemplam e obedecem à verdade da fé, à medida que a razão retorna à compreensão do mundo, nesse contexto, alguns estudiosos como Nicolau Copérnico e seu estudo do movimento da terra, Tycho Brahe com preciosas observações e anotações que ajudaram Johannes Kepler a propor suas três leis, expandindo os horizontes na descrição do movimento celestes durante o século XVI.

Mas foi Galileu Galilei, o mais importante cientista do século XVII, quem deu crédito a Copérnico sobre o movimento da terra, devido não ter crença nas ideias de Aristóteles a respeito do movimento, considerado o primeiro gênio da ciência moderna, valorizou a técnica, a experimentação e a descrição do que se passa no mundo. Em vez de procurar o porquê das coisas, interessou-se em saber como os fenômenos acontecem, descrevendo-os quantitativamente, procurando e descobrindo as relações entre eles.

Galileu simplesmente desbancou a hipótese de Aristóteles sobre a queda dos objetos, e estabeleceu a lei da queda dos corpos, afirmando que, quando um corpo está caindo sem resistência, sua aceleração é constante e é a mesma para todos os corpos, seja ele leve ou pesado, grandes ou pequenos. Conta a lenda que Galileu teria atraído uma multidão para testemunhar a queda simultaneamente de vários objetos com pesos diferentes do topo da torre inclinada de Pisa e verificando que chegavam juntos ao solo. Sabe-se que Galileu, ainda produziu experimentos utilizando planos inclinados, em que esferas de pesos e materiais distintos rolavam, adquirindo velocidades bem menores do que em uma queda vertical, tornando o movimento mais lento e facilitando sua análise.

Galileu ao discutir sobre movimento deduziu ser impossível decidir sobre quem está em movimento no caso de corpos isolados dos demais, com movimentos uniformes. O cientista, também estabeleceu o princípio de relatividade na qual as leis físicas são as mesmas em todos os sistemas de referência inerciais, de outras forma pode ser descrito como, as leis físicas são as mesmas para observadores em movimento uniforme relativo, quando o espaço e o tempo são considerados independentes entre si e absolutos. Após debater sobre o movimento uniforme, o cientista foi o primeiro a definir aceleração, pois Galileu passa a olhar o movimento uniformemente acelerado, como aquele que ocorrem incrementos iguais de velocidade em tempos iguais.

Em suma, em mais uma de suas muitas contribuições ao estudo do movimento, Galileu Galilei, estabeleceu como fato experimental que no lançamento vertical ou movimento de queda livre, desprezando a resistência do ar, é um movimento uniformemente acelerado, em que a aceleração é a mesma para todos os corpos, apesar de que essa aceleração sofra pequenas variações de ponto a ponto da terra (NUSSENZVEIG, 2002).

2.2. Posição e Deslocamento

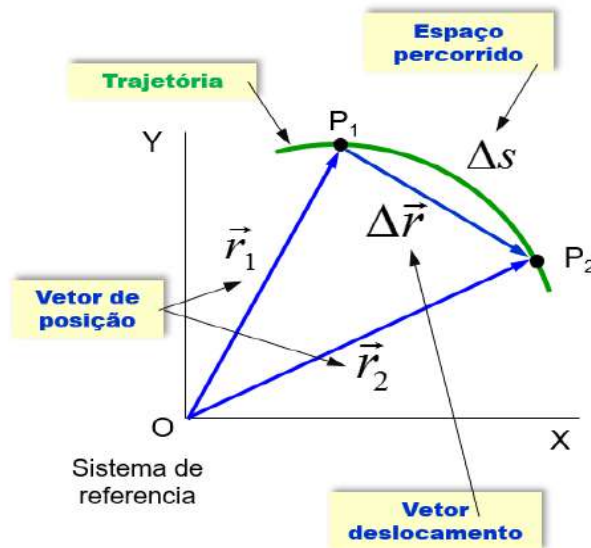
A cinemática examina os tipos de movimentos sem questionar as causas que os causam. Sabe-se que o movimento de um corpo representa uma mudança contínua na sua posição, na Física, pode-se classificá-los em três tipos: translacional, rotacional e vibracional., dessa forma este trabalho se concentrou apenas no movimento translacional.

Em geral, a noção de movimento e de repouso é relativo e deve sempre ser relativo a outro corpo. Por exemplo, um corpo pode estar em repouso em relação ao computador, no entanto, em relação ao sol certamente estará em movimento. Para estudar um movimento retilíneo uniforme, o sistema de referência poderá estar em repouso ou com velocidade constante, e usa-se um sistema de coordenadas cartesianas para quantificar o movimento do corpo. Os sistemas de referência utilizados diariamente atendem às seguintes características, são independentes do movimento do corpo, em outras palavras, o observador não altera o corpo em movimento (JUNIOR; DE MATTOS, 2011). O tempo é absoluto (é o mesmo para qualquer observador do fenômeno de acordo com as leis da mecânica clássica). As equações que regem os possíveis movimentos dos corpos devem ser escritas corretamente, qualquer que seja o sistema observado.

A trajetória é o percurso realizado por um corpo, ocupando sucessivas posições no decorrer do tempo em relação a um referencial. A Posição (x ou S) é o lugar onde o corpo se encontra. Para determinar a posição de uma partícula, devem-se conhecer as coordenadas desta partícula em relação ao referencial. A essa coordenada chamaremos de vetor posição que é o tamanho de um vetor medido em unidades de comprimento, que corresponde à posição geométrica do espaço ocupada pelo corpo a qualquer momento em relação ao observador (origem).

Sendo importante frisar a diferença entre o deslocamento e a distância percorrida, visto que, o deslocamento ($\Delta \vec{r}$) é o vetor deslocamento, em unidades de medida de comprimento, que é o deslocamento vetorial do corpo, indo em linha reta da posição de origem ($P1$) para posição final ($P2$), e a distância percorrida (Δs) é o espaço percorrido no caminho sobre a trajetória, como mostra a Figura 1.

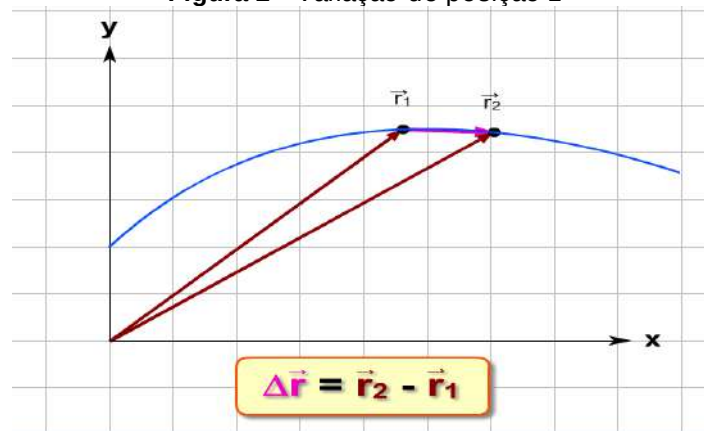
Figura 1 - Trajetória, Espaço percorrido, Vetor Posição e Deslocamento.



Fonte: Autor

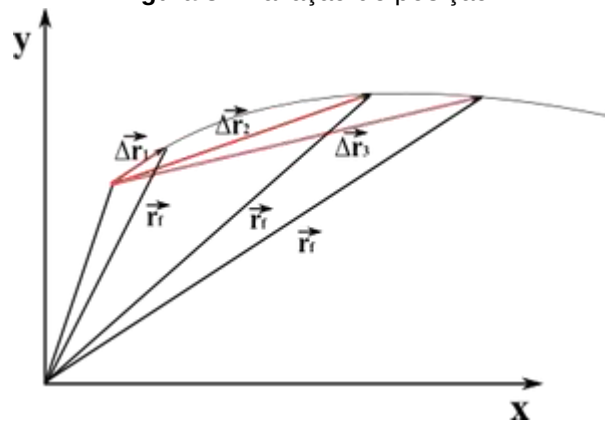
Sendo que para encontrar o vetor deslocamento como na Figura 2, faz-se um diferença vetorial entre o vetor final ($\vec{r}_2$) e o vetor inicial ($\vec{r}_1$).

Figura 2 - Variação de posição 1



Fonte: Autor

De modo que no geral distância percorrida não corresponde ao vetor deslocamento como pode é representado na Figura 1. Todavia, quando as posições de início e fim estão mais próximas da trajetória real do objeto, o vetor deslocamento será mais preciso a essa trajetória como mostra a Figura 3. Assim, quanto menor o tempo de variação da posição, menor é o vetor deslocamento $\Delta\vec{r}$, ajustando-se mais à trajetória seguida pelo corpo.

Figura 3 - Variação de posição 2

Fonte: Autor

. Portanto, no limite em que o deslocamento é infinitesimal, ele se ajusta perfeitamente à trajetória e a distância que é o comprimento da trajetória pode ser aproximada a soma dos vetores deslocamento $\Delta \vec{r}$.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i \quad \text{equação 1}$$

O deslocamento vetorial $\Delta \vec{r}$ é o resultado de uma subtração vetorial entre a posição final e a inicial, e não simplesmente uma subtração algébrica ou aritmética como mostra a equação 1. Portanto, as regras para subtrair vetores geometricamente e algebricamente devem ser consideradas adicionando ou subtraindo cada componente conforme apropriado. O módulo do vetor de deslocamento $|\Delta \vec{r}|$ pode ser expresso de acordo com a equação 2, caso os vetores componentes sejam ortogonais.

$$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(b_x - a_x)^2 + (b_y - a_y)^2} \quad \text{equação 2}$$

O módulo do vetor de deslocamento cujas componentes são ortogonais é calculado aplicando simplesmente Pitágoras. Quando se analisa o movimento em uma dimensão, geralmente tende-se a confundir deslocamento, com a trajetória e com a distância ou caminho percorrido.

2.3. Velocidade

A velocidade média de um objeto é definida como a distância percorrida por um objeto dividida pelo tempo decorrido. A velocidade é uma quantidade vetorial e a velocidade média pode ser definida como o deslocamento dividido pelo tempo. Para

o caso especial de movimento em linha reta na direção x, a velocidade média assume a forma conforme a equação 3

$$|\vec{v}_m| = |\vec{v}| = \frac{|\vec{x}_2| - |\vec{x}_1|}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{equação 3}$$

A própria definição implica que a unidade de velocidade deve ser metros/segundo ou, em geral, qualquer unidade de distância dividida por qualquer unidade de tempo (JUNIOR; DE MATTOS, 2011).

Uma expressão para a velocidade instantânea pode ser obtida em qualquer ponto da rota, sendo o limite assumido quando o intervalo de tempo (Δt) se torna cada vez menor, tendendo a zero. Esse processo de obtenção do limite é denominado derivativo e a velocidade atual ou instantânea pode ser definida como mostra a equação 4:

$$v_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right) = \frac{dx}{dt} \quad \text{equação 4}$$

A velocidade média é definida como o deslocamento (mudança de posição) dividido pelo intervalo de tempo. Essa grandeza é calculada pela diferença entre os vetores de posição e depois dividindo pelo intervalo de tempo.

A Rapidez média (R_m) relaciona a distância total percorrida (d_T) durante um intervalo de tempo decorrido. Não se deve esquecer que é medido em unidades de comprimento por unidade de tempo e que a rapidez média é uma quantidade escalar. Falar fisicamente sobre velocidade e rapidez não é o mesmo, e isso pode ser demonstrado com as seguintes relações matemáticas:

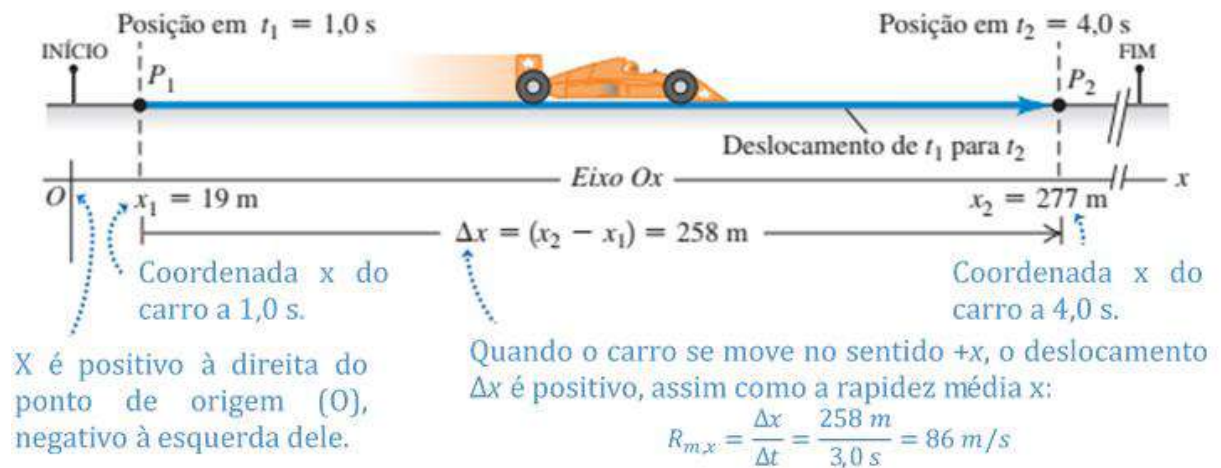
$$\begin{aligned} |\Delta \vec{r}| &\leq d_T \\ \text{Dividindo tudo por } \Delta t \text{ temos:} \\ \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right| &\leq \frac{d_T}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{v}_m| \leq R_m \end{aligned}$$

Simplificando, a velocidade média é a razão entre o deslocamento de um objeto e o intervalo de tempo (Δt) e é uma grandeza vetorial, enquanto a rapidez média é a razão entre a distância percorrida e o intervalo de tempo, sendo apenas uma grandeza escalar, sendo iguais somente em trajetórias retilíneas.

2.4. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Um movimento é retilíneo quando um objeto descreve um caminho reto em relação a um observador e é uniforme quando sua velocidade não muda, de modo que o móvel sofre iguais variações de espaço em iguais intervalos de tempo, uma vez que sua aceleração é zero, como é representado na Figura 4 em que em linha reta o veículo está com rapidez média de 86 m/s.

Figura 4 - Posição de um carro de corrida em dois instantes de sua trajetória.



Fonte: Adaptada de Young e Freedman, vol.1 (2015, p. 38)

Pode-se notar que o movimento retilíneo também pode não ser uniforme e, nesse caso, a relação entre posição e tempo é um pouco mais complexa. O movimento retilíneo uniforme é frequentemente designado pela sigla MRU, e é caracterizada por:

1. Movimento que é realizado em linha reta.
2. Velocidade não variável; com intensidade, sentido e direção constantes.
3. Aceleração nula.

Para este tipo de movimento, a distância percorrida é calculada pelo produto da magnitude da velocidade pelo tempo decorrido. Essa relação também é aplicável se a trajetória não for retilínea, desde que o módulo de velocidade seja constante.

Portanto, o movimento pode ser aceito de duas formas; uma velocidade negativa ou positiva, obedecendo as regras da Tabela 1.

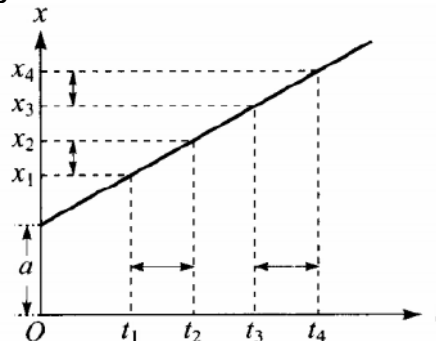
Tabela 1 - Regras para o sinal da velocidade

Se a coordenada x é:	...a velocidade x é:
Positiva e crescente (tornando-se mais positiva)	Positiva: a partícula se move no sentido do eixo $+Ox$
Positiva e decrescente (tornando-se menos positiva)	Negativa: a partícula se move no sentido do eixo $-Ox$
Negativa e crescente (tornando-se menos negativa)	Positiva: a partícula se move no sentido do eixo $+Ox$
Negativa e decrescente (tornando-se mais negativa)	Negativa: a partícula se move no sentido do eixo $-Ox$

Fonte: Young e Freedman, vol.1 (2015, p. 39).

2.4.1. Representação Gráfica do Movimento

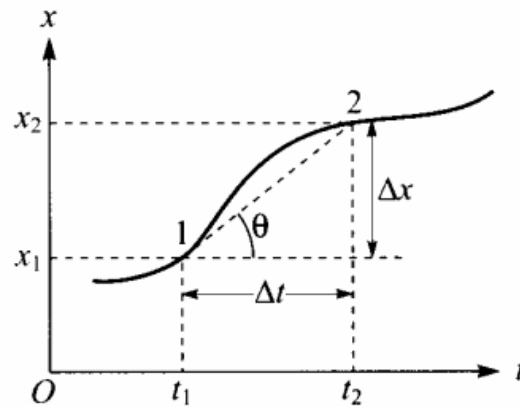
Umas das características do movimento uniforme é que o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais como a mostra o gráfico da Figura 5, o que define a equação 3 como a velocidade do móvel sendo a razão do deslocamento ao intervalo de tempo que ele leva para produzir.

Figura 5 - Gráfico do Movimento Uniforme

Fonte: H. Moysés Nussenzveig, vol. 1 (2002, p. 24)

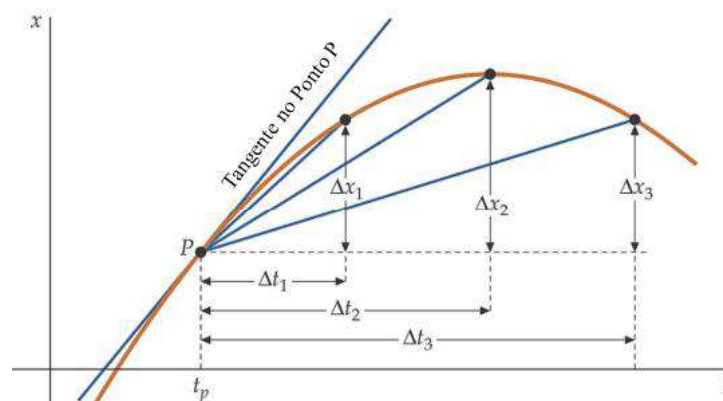
Assim, usando os conhecimentos matemáticos podemos representar geometricamente o coeficiente angular ($= tg\theta$) da linha que liga os extremos 1 e 2 do arco de curva correspondente do gráfico da Figura 6, assumindo, portanto, a equação 5, onde temos:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{coeficiente angular} = tg\theta \quad \text{equação 5}$$

Figura 6 - Interpretação geométrica da velocidade

Fonte: H. Moysés Nussenzveig, vol. 1 (2002, p. 25)

Analisando o gráfico da Figura 7, pegando os intervalos de tempo sucessivamente menores t_3 , t_2 e t_1 , observa-se que a velocidade média de cada intervalo se aproxima do coeficiente angular da reta tangente, a qual se define como a velocidade instantânea em t_p , que é o limite da razão entre $\Delta x / \Delta t$, quando Δt tende a zero como mostra a equação 4.

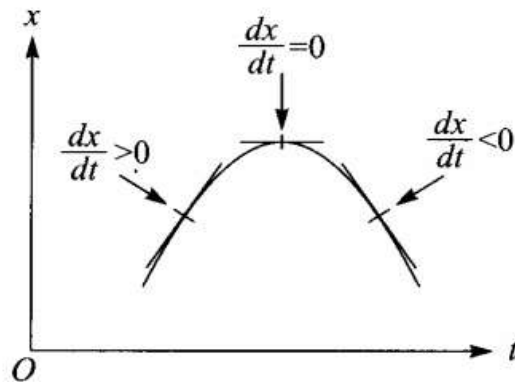
Figura 7 - Interpretação da Derivada

Fonte: Autor

Sendo que para o cálculo, este limite é chamado de derivada de x em relação a t , podendo ser escrita de tal forma que a velocidade instantânea $v(t)$ num instante t qualquer, num movimento descrito por $x = x(t)$ é dado pela equação 6:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \quad \text{equação 6}$$

Como mostrou a Figura 7 a interpretação da derivada dx/dt em que ela mede a taxa de variação de x em relação a t . Temos a Figura 8 que ilustra o sinal que essa taxa pode assumir.

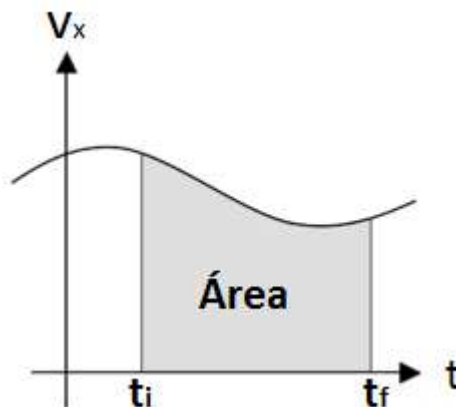
Figura 8 - Sinal da Derivada

Fonte: H. Moysés Nussenzveig, vol. 1 (2002, p. 28)

De tal forma que quando x está crescendo com t , como se um móvel estiver se dirigindo no mesmo sentido de x , temos que $dx/dt > 0$, no ponto em que x decresce com t , como se por exemplo um móvel estivesse indo contrário ao sentido de x (dando marcha-à-ré), temos que $dx/dt < 0$ e no ponto em que $dx/dt = 0$ temos uma parada momentânea do móvel a curva tem tangente horizontal (pode ser um máximo ou um mínimo ou um ponto de inflexão).

2.4.2. Equação do Movimento

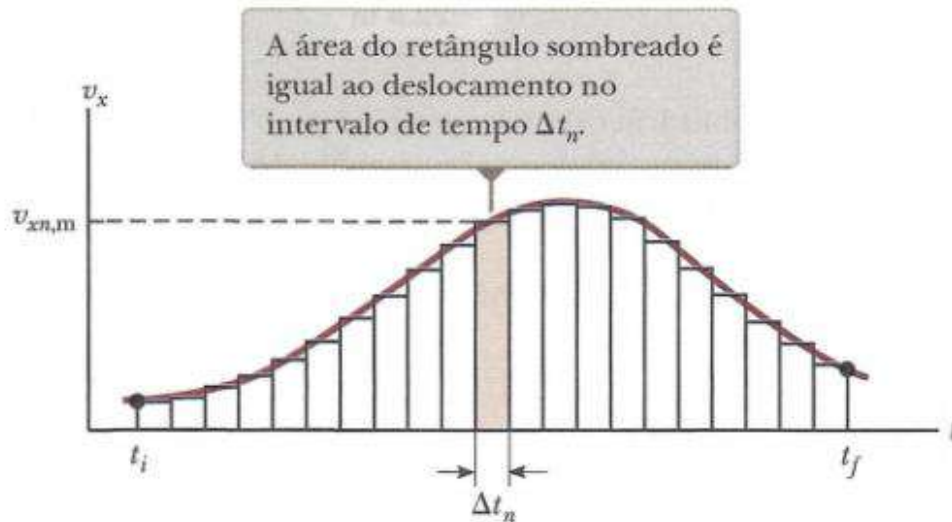
A velocidade de uma partícula movendo-se em linha reta pode ser obtida se sua posição como função do tempo for conhecida. Matematicamente, a velocidade é igual à derivação da posição com relação ao tempo como mostra a equação 6. Também é possível encontrar a posição de uma partícula se sua velocidade como função do tempo é conhecida. Através do uso da *integração*, ou também chamada de *antiderivada*. Graficamente, é equivalente a achar a área sob uma curva da Figura 9.

Figura 9 - Gráfico velocidade versus tempo

Fonte: Autor

Assim, suponha que o gráfico de uma partícula ao longo do eixo X da velocidade em função do tempo seja representado pela Figura 10. Vamos dividir o intervalo de tempo (Δt) que é $t_f - t_i$ em vários intervalos menores (infinitesimais), cada um de duração Δt_n .

Figura 10 - Velocidade versus tempo para uma partícula movendo-se ao longo do eixo x



Fonte: Jewett Jr. e Serway, vol.1 (2011, p. 40)

A partir da definição de velocidade média, vemos que o deslocamento da partícula durante qualquer intervalo infinitesimal, como o marcado na Figura 10 é dado pela equação 7:

$$\Delta x_n = v_{xn,m} \cdot \Delta t_n \quad \text{equação 7}$$

em que $v_{xn,m}$ é a velocidade média naquele intervalo. Assim, o deslocamento durante este intervalo infinitesimal é simplesmente a área do retângulo sombreado na Figura 10. A equação 8, mostra o deslocamento total para o intervalo $t_f - t_i$ que é a soma representado pela letra grega sigma (Σ) que significa a soma de todos os termos, ou seja, de todas as áreas dos retângulos Δt_n .

$$\Delta x_n = \sum_n v_{xn,m} \cdot \Delta t_n \quad \text{equação 8}$$

Como os intervalos ficam cada vez menores, o número de termos na soma aumenta e a soma se aproxima de um valor igual à área sob a curva no gráfico de velocidade-tempo. Assim, no limite $n \rightarrow \infty$, ou $\Delta t_n \rightarrow 0$, o deslocamento é dado de acordo com a equação 9:

$$\Delta x_n = \lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \cdot \Delta t_n \quad \text{equação 9}$$

Observe que foi substituído a velocidade média ($v_{xn,m}$) pela velocidade instantânea (v_{xn}) na soma por que a velocidade escalonada $v_{xn,m}$ se aproxima do valor instantâneo v_{xn} conforme os intervalos de tempo diminuem até zero. Como pode ser observado na Figura 10, esta aproximação é válida no limite de intervalos muito pequenos. Então, se conhecermos o gráfico $v_x - t$ para movimento ao longo de uma linha reta, podemos obter o deslocamento durante qualquer intervalo de tempo medindo a área sob a curva que corresponde àquele intervalo de tempo.

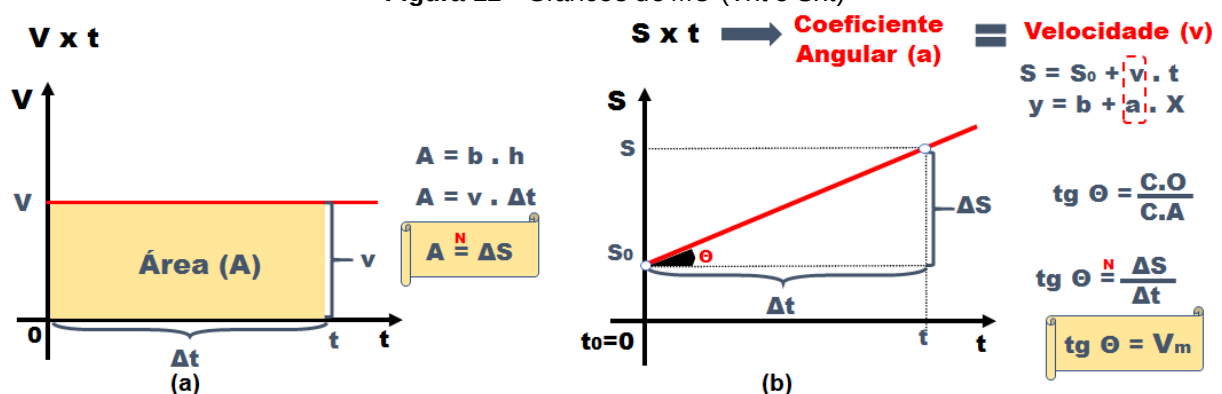
O limite da soma mostrado na equação 10 é chamado de integral definida, e é representado por:

$$\lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \cdot \Delta t_n = \int_{t_i}^{t_f} v_x(t) dt \quad \text{equação 10}$$

onde $v_x(t)$ representa a velocidade em qualquer momento de t . Se a forma funcional explícita de $v_x(t)$ é conhecida e os limites são dados, a integral pode ser avaliada e calculada. Às vezes, o gráfico velocidade versus tempo para uma partícula tem forma mais simples que a mostrada para o ensino médio de acordo com a Figura 11. Por exemplo, suponha que uma partícula se mova a uma velocidade constante v . Neste caso, o gráfico $V \times t$ é uma linha horizontal como a Figura 11(a), e o deslocamento (Δs) da partícula durante o intervalo de tempo Δt é apenas a área do retângulo sobreado como mostra a equação 11.

$$\Delta s = v \cdot \Delta t \quad \text{equação 11}$$

Figura 11 - Gráficos de MU ($V \times t$ e $S \times t$)



Fonte: Autor

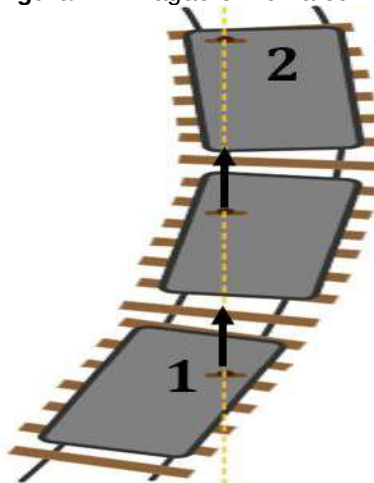
2.5. Aplicações

A concepção de movimento é muito antiga. O Universo, e tudo que nele existe, está sempre em movimento em relação a um determinado referencial.

O movimento é uma característica do Universo, que pode ser observada nas mais variadas situações, desde fatos do cotidiano, como os graciosos passos de um casal de bailarinos até a agitação dos átomos e moléculas no microcosmos e a movimentação de estrelas e galáxias no macrocosmo (RAMALHO JÚNIOR; FERRARO; SOARES, 2007, p. 13). Dessa forma, são muitas as aplicações de movimento no nosso dia a dia, mesmo restringindo para o mais simples deles o movimento retilíneo uniforme (MRU), em que pode ser encontrado por exemplo na como a propagação Retilínea da luz em meios homogêneos em que essa onda viaja com uma velocidade constante de aproximadamente de $3 \cdot 10^8$ m/s, ou em um deslocamento de uma nave espacial no espaço que executa movimento com velocidade constante após ter sido impulsionada.

Outro exemplo, que pode ser considerado é em movimentos em que se despreze o atrito, como por exemplo dentro do vagão de trem que está extremamente liso, sem atrito. Coloca-se uma pessoa nesse vagão encostada na parede traseira no vagão posição 1 da Figura 12, que está se movendo em linha reta. Em determinado momento como na Figura 12, o vagão do trem faz uma curva.

Figura 12 - Vagão em uma curva



Fonte: <<https://blog.professorferretto.com.br/wp-content/uploads/2020/02/pessoa-desliza-e-faz-um-MRU-na-curva-1.jpg.webp>> Acesso em: 05 ago. 2020

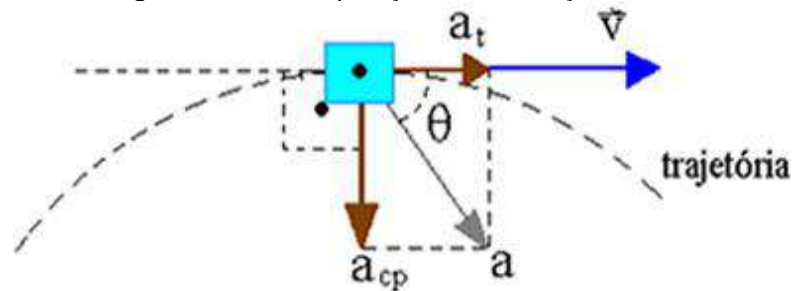
A pessoa vai sentir como se fosse atirada para fora da curva e vai bater na parede do vagão posição 2 da Figura 12. Mas, olhe criteriosamente o desenho. Enquanto que o vagão faz a curva, o indivíduo continua em linha reta, deslizando

livremente sobre o piso. Ao completar a curva, o vagão sofreu uma mudança na direção de seu movimento. A pessoa, por outro lado, não mudou a velocidade, visto que, não tem atrito entre ela e o chão do vagão, assim ela consegue deslizar livremente e segue o seu movimento inercial, seguindo em linha reta com velocidade constante, realizando assim um Movimento Retilíneo Uniforme.

2.6. Aceleração

Na física, a grandeza com magnitude vetorial (ou seja, com direção e sentido), que indica a mudança de velocidade devido à passagem do tempo sobre um objeto em movimento, é chamada de aceleração vetorial. Podendo variar em módulo e em direção, normalmente é representado pela letra (a) e sua unidade de medida no Sistema Internacional é m/s^2 (metros por segundo ao quadrado). Sendo assim, para facilitar, a aceleração vetorial em um determinado ponto de uma trajetória é decomposta em duas acelerações, componentes como mostra a Figura 13 uma denominada aceleração tangencial, relacionada à variação do módulo do vetor velocidade; e outra, normal à trajetória, chamada de aceleração centrípeta, que está relacionada à variação da direção do vetor velocidade.

Figura 13 - Decomposição da Aceleração Vetorial



Fonte: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/caracteristicas-aceleracao-vetorial.htm>> Acesso em: 16 out. 2019

O conceito de aceleração se originou da pesquisa de Isaac Newton sobre mecânica. Neste estudo, a menos que uma força seja aplicada a um objeto, é garantido que o objeto mantenha seu movimento retilíneo e uniforme (MRU). A aceleração total deve ser composta pelas componentes Tangencial e Centrípeta.

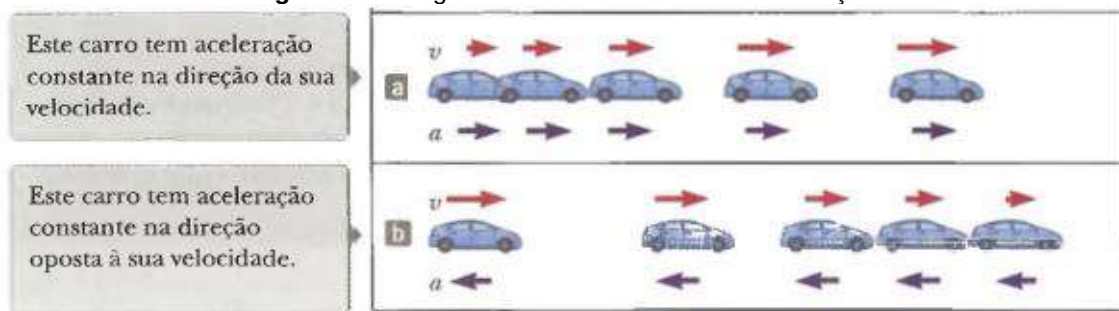
A Aceleração Tangencial mede a rapidez com que o módulo do vetor velocidade varia, possui módulo igual ao módulo de aceleração escalar e sua direção é sempre tangente à sua trajetória. Se o movimento for acelerado, a direção será a mesma que a direção usada pelo vetor de velocidade; se o movimento for retardado,

então a direção é oposta ao vetor velocidade, e o módulo do vetor de aceleração tangencial é zero em movimento uniforme.

A Aceleração Centrípeta ou radial é a componente vetorial exposta em trajetórias curvilíneas, mede a rapidez com que a direção do vetor velocidade muda, possui direção radial e aponta sempre para o centro da trajetória, possui módulo dado pela razão do quadrado da velocidade pelo raio da trajetória, nos movimentos retilíneos, a direção do vetor velocidade não varia, portanto, a aceleração centrípeta é nula.

Um pouco mais de aceleração pode ser exposto na Figura 14(a): na medida que o tempo progride a velocidade aumenta, aumentando as distâncias entre as posições do veículo, caracterizando uma velocidade positiva e aceleração positiva, em que estas duas grandezas vetoriais estão na mesma direção e sentido. Todavia, na Figura 14(b) o veículo vai ficando mais lento, pois seu deslocamento entre as imagens vai ficando menor com o tempo. O que sugere que o móvel está se movendo com uma aceleração negativa, ou seja, que as grandezas velocidade e aceleração estão na mesma direção, porém em sentidos opostos. O que acarretará numa diminuição da velocidade com o tempo até esta chegar a zero.

Figura 14 - Diagrama do movimento com aceleração



Fonte: Jewett Jr. e Serway, vol.1 (2011, p. 32)

A Aceleração média em um movimento qualquer é a razão entre a variação da velocidade e o tempo desta variação, conforme equação 12.

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{equação 12}$$

onde a partícula tem velocidade v_1 no instante t_1 e velocidade v_2 no instante t_2 .

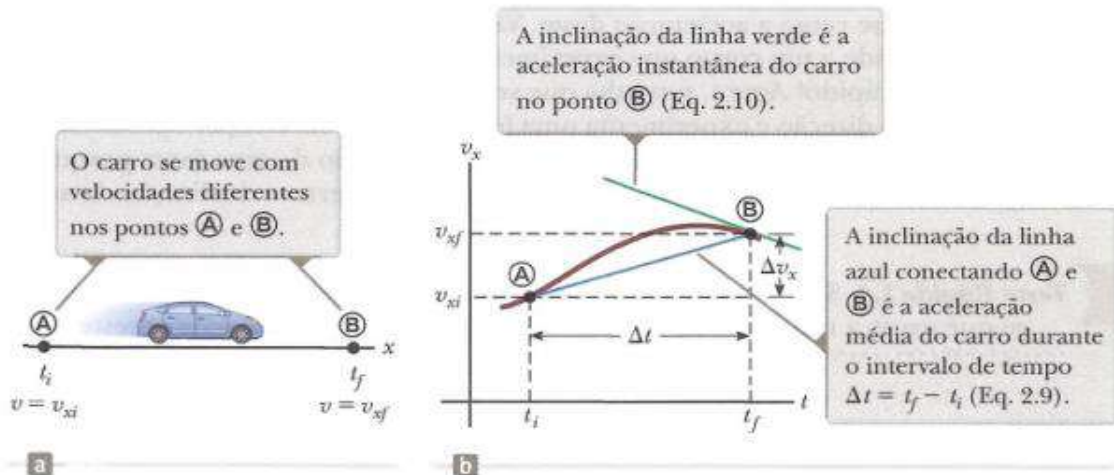
Em algumas situações, o valor da aceleração média pode ser diferente em intervalos de tempos diferentes. Sendo útil definir a aceleração instantânea como

limite da aceleração média conforme Δt se aproxima de zero. Conceito análogo à definição de velocidade instantânea discutida na secção 2.3. Velocidade

Em suma, imaginando que um veículo no ponto A é trazido cada vez mais próximo do ponto B, de acordo com a Figura 15(a) e considerando o limite de $\Delta \vec{v}/\Delta t$ conforme $\Delta t \rightarrow 0$, obtemos a aceleração instantânea em B conforme a equação 13.

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{equação 13}$$

Figura 15 - Definindo aceleração instantânea



Fonte: Jewett Jr. e Serway, vol.1 (2011, p. 29)

Dessa forma, aceleração instantânea é igual à derivada da velocidade com relação ao tempo, que é por definição a inclinação do gráfico de velocidade versus tempo. Inclinação está representada pela linha verde da Figura 15(b) que por sua vez é igual a velocidade instantânea como mostra a equação 13.

A partir de agora, será usado o termo aceleração ($\vec{a}$) significando aceleração instantânea ($\vec{a}_{inst}$). Quando for anunciado aceleração média, sempre virá com o adjetivo média. Assim, a aceleração de uma partícula em qualquer instante, é, portanto, a taxa com a qual a velocidade está variando nesse instante, assim podendo combinar a equação 6 com a equação 13, obtendo-se a equação 14.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad \text{equação 14}$$

Em outras palavras, a aceleração de uma partícula a qualquer momento é a segunda derivada da posição $x(t)$ em relação ao tempo.

Por outro lado, de acordo com as investigações de Newton, para um corpo com massa constante (m), há uma relação de proporcionalidade com a força exercida sobre o objeto (F) e a aceleração (a) obtida a partir dele, e isso é dado a seguir.

Sabendo que o momento linear de uma partícula ($\vec{p}$) é definido pela equação 15, onde m é a massa e $\vec{v}$ a velocidade da partícula.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad \text{equação 15}$$

Assim Newton expressou sua segunda lei de em termos do momento linear, e que diz: a força resultante em uma partícula é igual a taxa de variação do momento linear da partícula ao longo do tempo. Expressa em leis matemáticas, fica conforme a equação 16.

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \text{equação 16}$$

Em outras palavras, a equação 16 mostra que a força resultante aplicada às partículas altera o momento linear da mesma. De fato, o momento linear só pode alterar quando uma partícula é submetida a uma força. Sem força, você não pode mudá-la. Assim, ao substituir o valor do momento da equação 15, na equação 16, iremos obter o resultado a equação 17

$$\begin{aligned} \vec{F}_{res} &= \frac{d\vec{p}}{dt} \\ \vec{F}_{res} &= \frac{d}{dt} (m \cdot \vec{v}) \\ \vec{F}_{res} &= m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \\ \vec{F}_{res} &= m \cdot \vec{a} \end{aligned} \quad \text{equação 17}$$

Assim, as relações $\vec{F}_{res} = d\vec{p}/dt$ e $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ são expressões equivalentes e resumem a segunda lei de Newton para uma partícula.

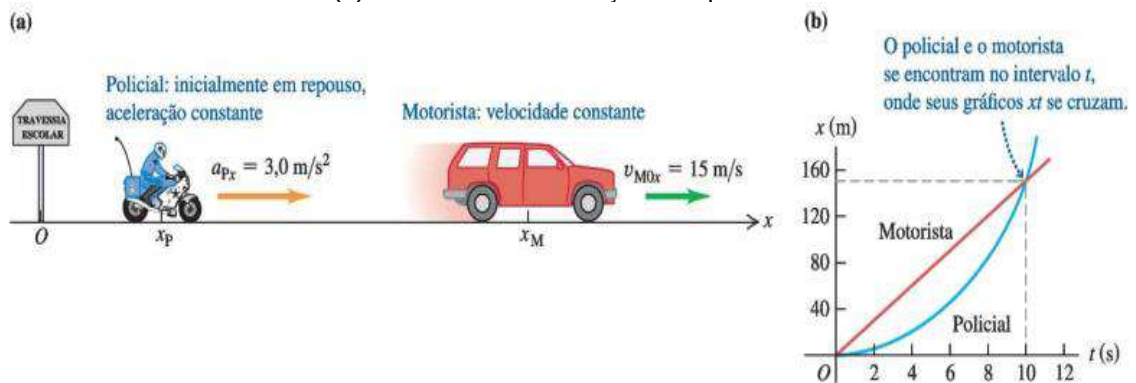
Alguns exemplos de aceleração podem ser:

1. O foguete espacial decola e sua velocidade aumenta à medida que sobe. Se você tiver a intensidade da força de impulso fornecido pelo resultado da queima de combustível e a massa variável do foguete, poderá calcular a aceleração.
2. Um trem que para, experimenta uma aceleração negativa quando está prestes a se aproximar da estação, que pode ser calculada usando as velocidades inicial e final correspondentes a cada momento que passa.
3. Uma bola está apoiada no chão, antes que a criança a chute. A bola atingirá uma certa velocidade em seu deslocamento, depois de ter acelerado de 0 para a referida velocidade média e, em seguida, desacelerará novamente até retornar ao repouso.

2.7. Movimento Uniformemente Retilíneo Variado (MRUV)

No dia a dia é bastante comum encontrar este tipo de movimento. A Figura 16(a) o policial parado acelera sua moto executando o movimento retilíneo uniformemente acelerado (MRUA), também conhecido como movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), que é um movimento retilíneo com aceleração constante e diferente de zero, implicando sempre numa variação da velocidade do corpo, para alcançar o motorista de um veículo com velocidade constante. Na Figura 16(b), vemos o gráfico da posição em função do tempo do motorista e do policial. É possível ver que aos 10 segundos o policial está na mesma posição do motorista, ou seja, alcançou o motorista.

Figura 16 - (a) Movimento com aceleração constante concomitante a um movimento com velocidade constante. (b) Gráfico de x em função de t para cada veículo.



Fonte: Young e Freedman, vol.1 (2015, p. 53)

Um outro exemplo desse movimento é um objeto que você solta e não encontra obstáculos em seu caminho (queda livre), um esquiador que desce uma ladeira pouco antes de chegar ponto de salto ou ao frear para não se colidir com algum obstáculo são bons exemplos do uso de movimento retilíneo uniformemente variado, no entanto para se considerar um MRUV, precisa-se atender algumas propriedades, tais como:

1. A trajetória é uma linha reta.
2. A velocidade instantânea altera seu módulo uniformemente: aumenta ou diminui na mesma quantidade para cada unidade de tempo. Isso implica o seguinte ponto, a aceleração tangencial não muda. Portanto, em qualquer período do estudo ($a = a_m$), a aceleração média se equipara com a aceleração instantânea.

Observa-se que, embora coloquialmente se faça uma distinção entre um corpo que acelera e outro que freia, do ponto de vista da Física, ambos são movimentos retilíneos uniformemente variados. A única diferença é que, enquanto um tem uma aceleração positiva, o outro tem uma aceleração negativa.

2.7.1. Equações de MRUV

A equação horária da velocidade é oriunda da onde podemos escrevê-la na forma diferencial da seguinte maneira:

$$dv(t) = a. dt \quad \text{equação 18}$$

Em seguida, calculamos a integral indefinida dos dois membros da equação e, como o movimento tem aceleração constante, podemos colocar fora da integral:

$$\begin{aligned} \int dv(t) &= a. \int dt \\ v(t) &= a. t + C \end{aligned} \quad \text{equação 19}$$

Para determinar a constante de integração C, fazemos $t = 0$ e chamamos de v_0 a velocidade nesse instante que será a velocidade inicial. Substituindo esses valores na equação 19 (que é válida para qualquer valor de t , incluindo $t = 0$), obtemos

$$\begin{aligned} v(0) &= a. (0) + C \\ v_0 &= C \end{aligned}$$

Substituindo esse valor na equação 19, obtemos a equação horária da velocidade.

$$v(t) = v_0 + a. t \quad \text{equação 20}$$

Para demonstrar a equação da função horária do espaço ou posição, escrevemos a definição de velocidade escrita na equação 6 na forma diferencial

$$dx(t) = v(t). dt \quad \text{equação 21}$$

e integramos ambos os membros da equação 21 e substituindo $v(t)$ pelo seu valor, dado pela equação horária da velocidade na equação 20, temos:

$$\begin{aligned} \int dx(t) &= \int v(t) dt \\ \int dx(t) &= \int (v_0 + at) dt \\ \int dx(t) &= \int v_0 dt + \int a. t dt \end{aligned}$$

Como v_0 e a são constantes, podemos escrever:

$$\int dx(t) = v_0. \int dt + a. \int t dt$$

Resolvendo a integração, temos:

$$x(t) = v_0. t + \frac{at^2}{2} + C' \quad \text{equação 22}$$

sendo C' outra constante de integração. Para determinar a constante de integração C' , fazemos $t = 0$ e chamamos de x_0 a posição nesse instante. Substituindo esses valores na equação 22, obtemos $x_0 = C'$. Substituindo C' por x_0 , obtemos a equação horária do espaço ou posição.

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \quad \text{equação 23}$$

Se desenvolver as equações da função horária da velocidade e posição vistas até agora, obtém-se a equação de Torricelli, da seguinte maneira

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Isolando o tempo (t) temos:

$$t = \frac{(v - v_0)}{a} \quad \text{equação 24}$$

Substituindo a equação 24 na função horária da posição equação 23, obtemos:

$$\begin{aligned} x(t) &= x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \\ x &= x_0 + v_0 \cdot \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{a}{2} \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 \\ x &= x_0 + \left(\frac{vv_0 - v_0^2}{a} \right) + \left(\frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0}{2a} \right) \\ x - x_0 &= \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \\ v^2 - v_0^2 &= 2 \cdot a \cdot (x - x_0) \\ v^2 &= v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (x - x_0) \end{aligned} \quad \text{equação 25}$$

A equação 25, também chamada de equação de Torricelli muito utilizada quando algum problema não dispor do tempo.

2.7.2. Lançamento Vertical

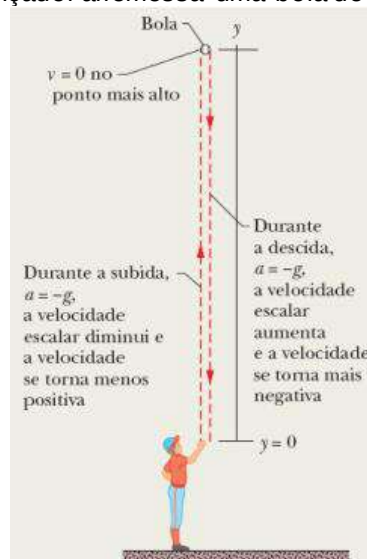
Entre todos os movimentos retilíneos uniformemente acelerados (MRUA) que ocorrem na natureza, há dois de interesse particular: queda livre e lançamento vertical. Nesta seção, estudaremos o lançamento vertical. Ambos são controlados por equações de movimento linear de variação uniforme.

No lançamento vertical, independentemente de qualquer atrito com o ar ou qualquer outro obstáculo, jogue o objeto verticalmente para cima ou para baixo a partir de uma certa altura H . É um movimento retilíneo uniformemente acelerado, no qual a aceleração se equipara com o valor da gravidade. Na superfície da Terra, a

aceleração da gravidade pode ser considerada constante, apontando para baixo, indicada pela letra g , e seu valor médio é $9,8 \text{ m/s}^2$.

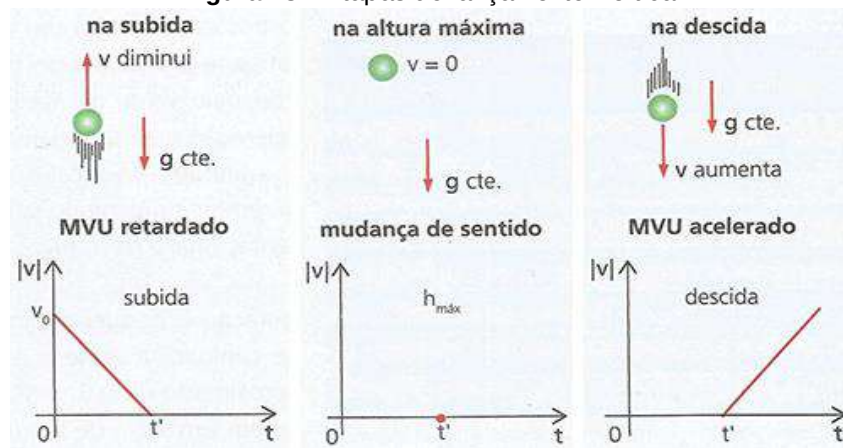
Para estudar o movimento de lançamento vertical, normalmente, usa-se, um sistema de referência cuja origem de coordenadas está no solo ou perto dele, que é o ponto em que se lança o corpo, considerando que a direção positiva do eixo aponta para cima, em que ao se lançar para cima sua velocidade reduz, ocorrendo processo inverso no movimento de descida, como pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 - Um lançador arremessa uma bola de beisebol para cima.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol.1 (2009, p. 29)

O lançamento vertical é um movimento retilíneo uniformemente acelerado, no qual um corpo é lançado verticalmente com uma certa velocidade inicial a partir de uma certa altura e não se considera a resistência em seu caminho. Pode-se distinguir dois casos de acordo com o sistema de referência considerado, o movimento de subida e descida, na Figura 18 é mostrado esses casos e a inversão de sentido juntamente acompanhada do gráfico do que ocorre com a velocidade em função do tempo no decorrer do movimento

Figura 18 - Etapas do lançamento vertical

Fonte: Autor

2.7.3. Queda Livre

É o movimento, cujo um corpo é abandonado e executa um movimento retilíneo uniformemente acelerado, em que esse corpo experimenta nas proximidades da superfície da terra uma aceleração descendente de módulo $9,8 \text{ m/s}^2$. Desta forma como a

Figura 19 em que ocorre um lançamento para cima de uma bola, e no exato momento que o objeto alcança a altura máxima, sua velocidade é zero, ocorre inversão do sentido e a bola começa a descer, no retornar executa um movimento de queda livre.

O movimento de um objeto em queda livre pode ser descrito por três equações do MRUV, sendo que os detalhes são que, quando o objeto inicia em repouso, sua velocidade inicial é zero. Assim, as equações que descrevem o movimento de qualquer objeto em queda livre são:

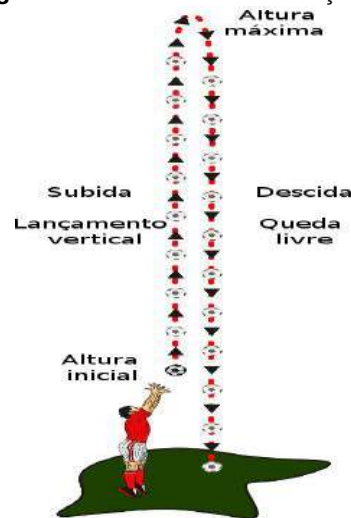
$$v(t) = -g \cdot (t - t_0) \quad \text{equação 26}$$

$$x(t) = x_0 - \frac{gt^2}{2} \quad \text{equação 27}$$

$$v^2 = -2 \cdot g \cdot (x - x_0)$$

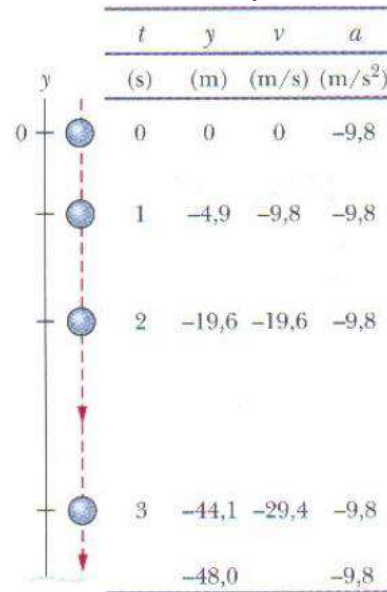
equação 28

Figura 19 - Movimento de lançamento vertical



Fonte: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/lancamento-vertical.htm>> Acesso em: 16 out. 2019

Assim, considerando o caso de Dave Munday que em 1993 foi até o lado canadense das cataratas da Niágara com uma bola de aço equipada com um furo para entrada de ar, e caiu 48 m até a água. Supondo que a velocidade inicial era nula e desprezando o efeito do ar sobre a bola durante essa queda livre pode-se demonstrar através do diagrama da Figura 20 o que ocorre com a bola no decorrer da queda.

Figura 20 - Posição, velocidade e aceleração da bola de aço em queda livre

Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol.1 (2009, p. 28).

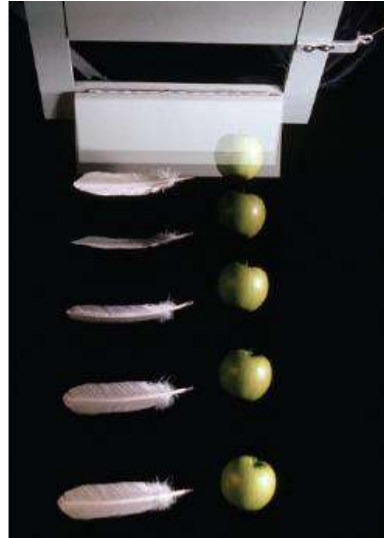
O movimento de Queda Livre ocorre para todo e qualquer corpo que esteja sujeito apenas sob a influência da gravidade. Um caso particular desse movimento em que um corpo é abandonado, ou seja, parte do repouso, com resistência do ar desprezível, nota-se que a duração de queda dos corpos não depende de seu tamanho, massa ou forma. Todavia, depende somente da altura em que são soltos e do módulo da aceleração da gravidade local, podendo prontamente ser provado ao isolar a variável tempo (t) da

equação 27, obtendo a equação 29.

$$t = \sqrt{\frac{2(x - x_0)}{g}} \quad \text{equação 29}$$

O que implica em atestar que se dois objetos de massas e formas distintas forem abandonados da mesma altura e do mesmo local eles chegam juntos ao solo sem considerar a resistência do ar. A Figura 21 mostra dois exemplos de aceleração em queda livre através de uma sucessão de fotos estroboscópicas de uma pena e de uma maçã no vácuo, para não ter resistência do ar. Durante o tempo que caem, os objetos sofrem uma aceleração para baixo, que nos dois casos são iguais a g . Dessa maneira, as velocidades dos dois objetos aumentam à mesma taxa, e eles caem juntos.

Figura 21 - Corpos abandonados em queda livre

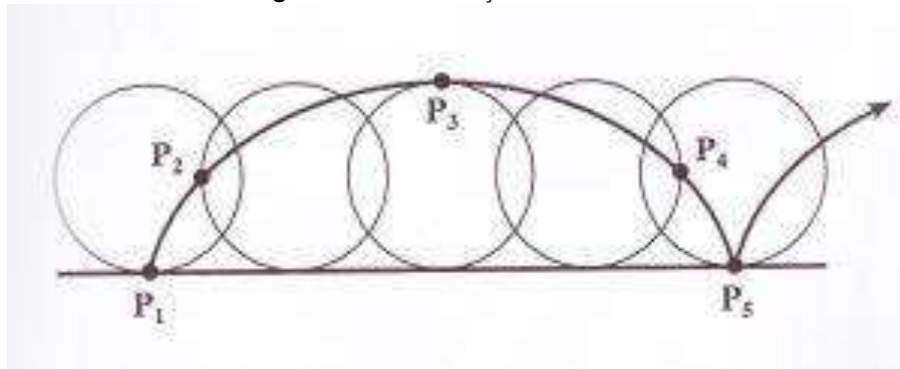


Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol.1 (2009, p.27)

2.8. Aceleração de um corpo em uma curva Cicloide

A curva cicloide é representada por um ponto fixo numa circunferência que roda sem escorregar, a curva feita pelos pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 da Figura 22 formam a cicloide.

Figura 22 - Construção da Cicloide



Fonte: Fascínios da matemática (2010)

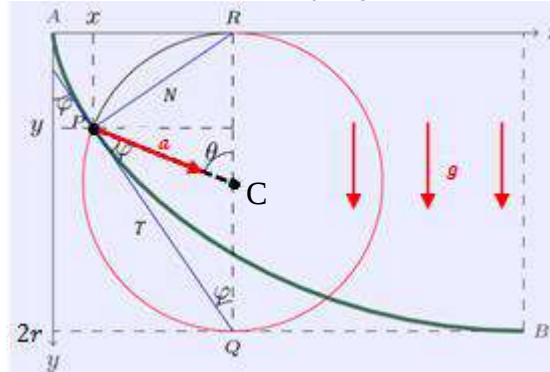
A curva cicloide, também conhecida como a Helena da geometria, por alguns geômetras é a solução do problema da Braquistócrona, palavra que descende do grego brakhistos, que significa menor, e chronos, que significa tempo, logo, refere-se à curva com o menor tempo, a mais rápida, a curva que une dois pontos, pertencentes ao mesmo plano vertical, sobre a qual uma partícula partindo do repouso desliza apenas sob a ação da gravidade (ANDRADE; FERREIRA FILHO, 2015, p. 2309-1).

Assim, tomando como base a Figura 23, em que um ponto P fixado a borda de um círculo que gira sem deslizar em uma linha reta no eixo- x , considerando que o raio do círculo tenha valor r e escolhendo como parâmetro θ o ângulo (em radianos, medido no centro do círculo e que $\theta = 2\varphi$) formado pela vertical (orientada para cima)

com a linha que se dirige ao ponto P delineando uma cicloide, dessa forma, podemos inferir as conhecidas equações paramétricas na horizontal e vertical respectivamente.

$$x = r(\theta - \text{sen}\theta) \quad y = r(1 - \cos\theta) \quad \text{equação 30}$$

Figura 23 - Ponto P fixado a borda de um círculo que gira sem deslizar delineando uma cicloide



Fonte: adaptada de Andrade e Ferreira filho (2015, p. 2309-4)

Na cicloide ao se diferenciar as equações paramétricas em θ no tempo, encontra-se as equações paramétricas da velocidade, que podem ser lidas como

$$v_x = \omega r(1 - \cos\theta) \quad v_y = \omega r \text{sen}\theta \quad \text{equação 31}$$

em que ω é a velocidade angular do círculo, dessa maneira a velocidade sempre tangente a trajetória de uma partícula que desce na curva cicloide é

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 2\omega r \text{sen}(\theta/2) \quad \text{equação 32}$$

sendo importante notar os seguimentos de reta T e N são respectivamente

$$T = 2r \cos(\theta/2) \quad N = 2r \text{sen}(\theta/2) \quad \text{equação 33}$$

Assim, já se tendo uma propriedade da curva cicloide que é ser uma braquistócrona, pode-se chegar a outra propriedade de que a curva é uma Tautócrona (tautos=mesmo, chronos=tempo). Sendo assim, considerando o ponto mais baixo da trajetória $\overline{AB}$ da Figura 23, onde o ângulo varrido $\theta = \pi$, obtemos que a velocidade será $v = 2\omega r$ conforme substituir o ângulo na equação 32, e pelo princípio da conservação da energia mecânica, pode-se inferir uma transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética e no ponto mais baixo da trajetória encontrar um valor de velocidade tal qual $v = 2\sqrt{gr}$, em que combinando os dois valores de velocidades e isolando a velocidade angular teremos

$$2\omega r = 2\sqrt{gr} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{r}} \quad \text{equação 34}$$

Percebendo que a energia potencial está associada com a força gravitacional, pois essa é conservativa, pode-se deduzir que a metade do

período correspondente a uma volta completa do círculo e desta maneira calcular o tempo T de descida.

$$T = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{r}{g}} \quad \text{equação 35}$$

Com isso, pode-se confirma que o tempo de queda da partícula, até o ponto mais baixo não dependendo do seu ponto de partida, logo a cicloide também é Tautócrona, ou seja, curva de mesmo tempo, independente da onde você abandone os corpos eles chegaram juntos no ponto mais baixo da trajetória.

Agora para aceleração de um corpo que desce na curva, convém lembrar que pode ser decomposta nas componentes tangente (a_T - direção do segmento de reta T) e normal (a_N - direção do segmento de reta N), essas componentes podem ser encontradas de acordo com a equação 36.

$$a_T = \frac{dv}{dt} \quad a_N = \frac{v^2}{\rho} \quad \text{equação 36}$$

onde o ρ é o raio de curvatura local (ou instantâneo) definido por $\rho = \left| \frac{ds}{d\varphi} \right|$. Em que ds é um pequeno segmento do arco na trajetória $\overline{AB}$, e $d\varphi$ é interpretado como o ângulo infinitesimal em radianos submetido pelo elemento ds . Assim, o raio de curvatura da cicloide pode ser definido como $\rho = 4.r.\text{sen}(\theta/2)$ (ANDRADE; FERREIRA FILHO, 2015, p. 2309-4).

Com o auxílio da equação 32, podemos substitui a velocidade na equação 36, considerando $r\omega^2 = g$, dessa maneira obtemos

$$a_T = g.\cos(\theta/2) \quad a_N = g.\text{sen}(\theta/2) \quad \text{equação 37}$$

Sendo o vetor $\vec{T}$ com módulo T apontando de P para o ponto Q diametralmente oposto ao ponto de contato e o vetor $\vec{N}$ com módulo N apontando de P para o ponto de contato R do círculo. Comparando a equação 37 com a equação 33 temos que

$$a_T = g \cdot \frac{\vec{T}}{2r} \quad a_N = g \cdot \frac{\vec{N}}{2r} \quad \text{equação 38}$$

com isso, a aceleração resultante (a) como mostra a Figura 23, tem a direção do centro C do círculo, tendo suas projeções na linha tangente sendo a_T e na linha normal sendo a_N , e diferenciando no tempo a equação 31, podendo encontrar seu módulo de acordo com a equação 39.

$$a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad \text{equação 39}$$

Logo, substituindo a equação 37 na equação 39, obtemos

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{a_T^2 + a_N^2} = \sqrt{[g \cdot \cos(\theta/2)]^2 + [g \cdot \sin(\theta/2)]^2} \\ a &= \sqrt{[g \cdot \cos(\theta/2)]^2 + [g \cdot \sin(\theta/2)]^2} = \sqrt{g^2 \cdot \{[\cos(\theta/2)]^2 + [\sin(\theta/2)]^2\}} \\ a &= \sqrt{a_T^2 + a_N^2} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = g \quad \text{equação 40} \end{aligned}$$

Em suma, conclui-se que um corpo ao descer a curva cicloide, sendo essa uma Braquistócrona e Tautócrona, sujeito sob ação da gravidade, tem sua aceleração resultante (a) na direção do centro C do círculo e módulo igual ao da aceleração gravitacional (g).

2.9. Ondas Sonoras

Inicialmente é importante entender o conceito de onda, em que uma onda surge quando um sistema é deslocado de sua posição de equilíbrio e a perturbação se desloca ou se propaga de uma região para outra do sistema. Quando uma onda se propaga, ela não transporta matéria, apenas energia.

As ondas podem se classificar quanto a sua natureza em ondas mecânicas que precisam de um meio material para se propagar, tendo como exemplo o som que se propaga nos sólidos, líquidos e gases. E em ondas eletromagnéticas que não necessitam de um meio material para se propagar, propagando-se também no vácuo, como por exemplo a luz, ondas de rádio, raio X.

Nesta seção, será dado ênfase as ondas mecânicas principalmente as ondas sonoras com especificidade para propagação do som no ar, sendo também uma onda longitudinal que se propaga em um meio. Assim, é apropriado descrever as ondas sonoras em termos de flutuação de pressão. Dessa forma, será enfatizado as relações de flutuações de densidade, de pressão, e deslocamento, finalizando como se calcula a velocidade do som somente em gases.

O mecanismo de propagação de uma onda sonora se dá pela alternância de zonas de compressão (maior pressão) e zonas de rarefação (menor pressão), assim essa variação de pressão faz a onda se propagar. Em resumo, pode ser sintetizado no esquema da

Figura 24.

Figura 24 - Síntese da propagação do som

Fonte: Autor

2.9.1. Ondas Sonoras – Relação Densidade e Pressão

Na relação entre densidade e pressão geralmente, uma dada massa de fluido M (substância que toma facilmente a forma do recipiente que a contém, devido à mobilidade das suas moléculas que podem deslizar umas sobre as outras, no caso dos líquidos, ou deslocar-se autonomamente, no caso dos gases) ocupando um determinado volume V , com um aumento de pressão ($\Delta P > 0$) provoca uma compressão de volume ($\Delta V < 0$). A magnitude do intervalo percentual de volume correspondente é $-\Delta V/V$, e a razão K abaixo para variações infinitesimais chama-se de módulo de compressibilidade do fluído.

$$K = -\frac{\Delta V/V}{\Delta P} \quad \text{equação 41}$$

O módulo de elasticidade volumétrico (B) é o inverso de K , podendo ser escrito da seguinte forma:

$$B = \frac{1}{K} = -\frac{\Delta P}{\Delta V/V} \quad \text{equação 42}$$

Sendo que a densidade (ρ) de um fluido é $\rho = M/V$ a razão entre a massa do fluido M e volume ocupado V . De modo que a variação de densidade correspondente é, por diferenciação,

$$\Delta \rho = -M \frac{\Delta V}{V^2} = -\rho \frac{\Delta V}{V} \quad \text{equação 43}$$

Assim, a equação 42, pode ser escrita da seguinte forma:

$$B = \rho \left(\frac{\Delta P}{\Delta \rho} \right) \quad \text{equação 44}$$

Numa onda sonora, as variações de pressão e densidade são extremamente pequenas em relação aos valores de equilíbrio dessas grandezas, ou seja, a onda constitui uma pequena perturbação. Se chamarmos de p_0 e ρ_0 os valores não perturbados (de equilíbrio) da pressão e da densidade, respectivamente e de $P(= p + p_0)$ e $\rho(= \rho_0 + \delta)$ os valores na presença da onda, onde $|p| \ll p_0$ e $|\delta| \ll \rho_0$, pode-se por excelente aproximação, escrever

$$\frac{p}{\delta} = \frac{P - p_0}{\rho - \rho_0} = \frac{\Delta P}{\Delta \rho} = \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_0 \quad \text{equação 45}$$

índice 0 indica que a derivada é calculada em torno dos valores de equilíbrio. A razão pela qual escrevemos uma derivada parcial é que a pressão depende não só da densidade, como também da temperatura.

E na equação dos gases perfeitos $PV = nRT$, para uma massa M de gás de massa molar m , o número n de mols é $n = M/m$, em que também se tem uma relação entre pressão P , densidade ρ (ou o volume V) e temperatura T , em que através de um processo isotérmico (ou seja, a temperatura constante) num gás ideal, mostra-se que a pressão é diretamente proporcional à densidade ρ . Logo para um processo isotérmico teremos:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_T = \frac{P}{\rho} \Leftrightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_{T,0} = \frac{P_0}{\rho_0} = \frac{R \cdot T}{m} \quad \text{equação 46}$$

onde, o índice T significa que a temperatura é mantida constante durante o processo de compressão ou expansão.

Para que a temperatura de uma massa de gás se mantenha constante durante um tal processo, é preciso que haja trocas de calor com o meio externo. Para situações em que não há trocas de calor com o meio externo chama-se de processo adiabático, no qual pode-se escrever a relação pressão densidade da seguinte forma:

$$P = b \rho^\gamma \quad \text{equação 47}$$

onde b e γ são constantes. Em que γ é a razão do calor específico do gás a pressão constante ao seu calor específico a volume constante. Sendo que geralmente $\gamma > 1$. Assim a derivada parcial para fica igual a:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_S = b\gamma \rho^{\gamma-1} = \gamma \frac{P}{\rho} \quad \text{equação 48}$$

em que o índice S significa que o processo é adiabático e reversível. Dessa forma em equilíbrio fica:

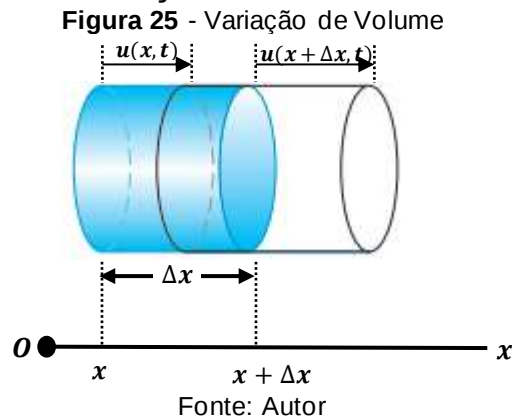
$$\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_{s,0} = \gamma \frac{P_0}{\rho_0} = \gamma \frac{R \cdot T}{m} \quad \text{equação 49}$$

Como o $\gamma > 1$, vemos em comparação que as equação 46 e equação 49, para produzir um determinado acréscimo de densidade $\Delta\rho$, é preciso uma elevação maior de pressão ΔP no caso adiabático que no caso isotérmico, o que se explica pelo fato de que ΔP também produz um aumento de temperatura no primeiro caso.

Observando $\Delta P/\Delta\rho$ com $\partial P/\partial\rho$ na equação 44 e comparando com as equação 46 e equação 49, se obtém valores correspondentes, tanto com o índice T que indicam os módulos isotérmicos, onde se verifica que esse módulo de elasticidade é igual à pressão do gás e os índices S que indicam os módulos adiabáticos, do módulo de elasticidade volumétrico do gás, como sendo:

$$\begin{aligned} \text{Módulo Isotérmico} \left\{ B_T = P_0 = \frac{1}{K_T} \right. \\ \text{Módulo Adiabático} \left\{ B_S = \gamma P_0 = \frac{1}{K_S} \right. \end{aligned} \quad \text{equação 50}$$

2.9.2. Ondas Sonoras – Relação Deslocamento e Densidade



Tomando como base a Figura 25 em que uma onda unidimensional, propagando-se dentro de um tubo cilíndrico de a área transversal A . Adotando o eixo Ox ao longo do eixo do tubo, que coincide com a direção de propagação da onda. Têm-se que $u(x,t)$ para o deslocamento sofrido pelas partículas do fluido na secção transversal de coordenada x no instante t . O volume original antes do deslocamento do fluido compreendido entre as secções x e $x + \Delta x$ é

$$\begin{aligned} V &= A \cdot h \\ V &= A \cdot [(x + \Delta x) - x] \\ V &= A \cdot \Delta x \end{aligned} \quad \text{equação 51}$$

Após o deslocamento, o volume passa a ser o da Figura 25, tomando Δx infinitésimo,

$$\begin{aligned}
 V + \Delta V &= A\{[(x + \Delta x) + u(x + \Delta x, t)] - [x + u(x, t)]\} \\
 &= A\{\Delta x + [u(x + \Delta x, t) - u(x, t)]\} \\
 &\approx A\Delta x \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x}\right)
 \end{aligned}$$

o que fornece

$$\Delta V = A\Delta x \frac{\partial u}{\partial x}(x, t) \quad \text{equação 52}$$

dividindo membro a membro a equação 52 pela equação 51 obtemos

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\partial u}{\partial x}(x, t) \quad \text{equação 53}$$

levando em conta a equação 43, a variação de densidade correspondente é

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = -\frac{\Delta V}{V} = -\frac{\partial u}{\partial x}(x, t) = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} = \frac{\delta}{\rho} \approx \frac{\delta}{\rho_0}$$

de modo que, finalmente,

$$\delta = \rho - \rho_0 = -\rho_0 \frac{\partial u}{\partial x}(x, t) \quad \text{equação 54}$$

é a variação de densidade associada à onda de deslocamento.

2.9.3. Ondas Sonoras – Relação Pressão e Deslocamento

Completando o ciclo da

Figura 24, finalmente a variação de pressão produz um deslocamento no fluido. Assim, novamente o elemento volume da Figura 25 compreendido entre as secções x e $x + \Delta x$, cuja massa é:

$$\Delta m = \rho \Delta V \approx \rho_0 A \Delta x \quad \text{equação 55}$$

A pressão $P(x, t)$ sobre a face esquerda desse elemento produz uma força

$$\Delta F_2 = P(x, t) A$$

e a face direita está sujeita a uma força

$$\Delta F_2 = -P(x + \Delta x, t) A$$

dirigida para esquerda, assim a força resultante sobre Δm é

$$\Delta F = -\Delta V \frac{\partial p}{\partial x}(x, t) \quad \text{equação 56}$$

Sendo que a aceleração do elemento volume considerado no instante t é $\partial^2 u / \partial t^2(x, t)$ logo, pela 2ª lei de Newton, temos a equação de movimento.

$$\Delta m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \rho_0 A \Delta x \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \Delta F = -A \Delta x \frac{\partial p}{\partial x} \quad \text{equação 57}$$

o que da

$$\rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\frac{\partial p}{\partial x} \quad \text{equação 58}$$

sendo está a relação desejada uma equação diferencial parcial que relaciona as taxas de variação do deslocamento u e da pressão p .

2.9.4. Ondas Sonoras – Velocidade do som

Agora se pode obter a equação de propagação das ondas sonoras, percorrendo o ciclo da

Figura 24, desta forma pela equação 54, um deslocamento (u) do fluido produz uma variação de densidade (δ)

$$\delta = -\rho_0 \frac{\partial u}{\partial x}$$

pela equação 45, esta variação de densidade produz uma variação de pressão,

$$p = \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_0 \delta = -\rho_0 \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_0 \frac{\partial u}{\partial x} \quad \text{equação 59}$$

Finalmente, os deslocamentos gerados por estas variações de pressão obedecem à equação 58 de movimento

$$\rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\frac{\partial p}{\partial x} = \rho_0 \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_0 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad \text{equação 60}$$

o que leva a equação de onda

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad \text{equação 61}$$

com isso chegamos a velocidade de propagação do som no fluido como sendo

$$v = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_0} \quad \text{equação 62}$$

de modo que as variações de densidade e pressão também obedecem à mesma equação de onda, ou seja, propagam-se com a velocidade do som.

2.9.4.1. Ondas Sonoras – Velocidade do som nos gases

Como já se viu acima, o valor de $(\partial P / \partial \rho)_0$ num gás depende da natureza do processo de compressão ou expansão. Se este processo for isotérmico a equação 46 dá

$$v_{som} = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_{T,0}} = \sqrt{\frac{P_0}{\rho_0}} \quad \text{equação 63}$$

Com isso, adotando essa equação 63 Isaac Newton chegou a um resultado para velocidade do som em condições normais de temperatura e pressão, valor este que se aproxima de

$$\sqrt{\frac{P_0}{\rho_0}} \approx 280 \text{ m/s} \quad \text{equação 64}$$

No entanto, naquelas condições o valor experimental para velocidade do som era de 332 m/s. Fato esse explicado um século depois por Laplace que mostrou que as compressões e expansões numa onda sonora são tão rápidas que não dá tempo para que a temperatura se uniformize. Portanto, chegando a conclusão de que não havia troca de calor com o meio, ou seja, o processo então teria que ser adiabático, dessa forma, usando a equação 49, temos então, substituindo na equação 62, obtem-se

$$v = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_{s,0}} = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R \cdot T}{m}} \quad \text{equação 65}$$

Sendo a equação 65 a que determina a velocidade do som no meio gasoso, dessa forma a velocidade do som num gás pode ser expressa em função da temperatura do gás e da sua massa molar. Por exemplo, à temperatura de 293 K aproximadamente, temos a velocidade do som no ar em torno de 344 m/s.

Portanto, como a velocidade varia de acordo com a raiz quadrada da temperatura absoluta do gás, pode-se inferir que em variações infames de temperatura, a velocidade do som terá a mesma velocidade durante o trajeto, executando assim um movimento uniforme com velocidade praticamente constante.

Capítulo 3 – Metodologia

A pesquisa foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio Pe. Marino Contti, localizada cidade de Mãe do Rio – PA, na travessa, Rui Barbosa, 291, no bairro São Sebastião, com a devida autorização do diretor da escola. A escolha dessa escola se deu ao fato de o autor desta pesquisa lecionar nos primeiros anos do Ensino Médio, sendo que as propostas desenvolvidas durante a dissertação foram com estudantes secundaristas, cursando o primeiro ano. A aplicação do produto educacional ocorreu somente com os alunos do turno da manhã, devido a maior carga horária do professor e maior frequência nas aulas por parte dos discentes.

A pesquisa foi realizada entre abril e maio de 2019, após a primeira avaliação institucional realizada pelos educandos. Ocorrendo reuniões às terças e quintas-feiras, durante o horário de aula. Um total de 43 estudantes do ensino médio participaram da pesquisa. Os alunos foram selecionados aleatoriamente entre os alunos do primeiro ano, das turmas 01 e 02. Foi mostrado aos alunos o significado do estudo para a formação acadêmica do autor e sua importância para outros professores de física, pois, a dissertação e o produto educacional estarão acessíveis para *download* gratuitamente, com afimco de poder contribuir no ensino e aprendizagem da disciplina de física.

Dessa forma, como o desenvolvimento de competências e habilidades de produção científica está relacionado a atividades práticas como observação, identificação, argumentos e proposições hipotéticas. Na situação atual, essas atividades não se limitam aos laboratórios em sala de aula porque também podem ser executadas por laboratórios móveis.

Pois, hoje a maioria dos adolescentes possui um smartphone e devido aos avanços tecnológicos esses dispositivos são capacitados por inúmeros sensores, tornando esses smartphones um verdadeiro laboratório móvel em seus bolsos. Desta maneira é apresentado aos alunos, propostas de como utilizar esses dispositivos para o ensino do movimento uniforme e queda livre.

Para coleta dos dados, seguiram-se os seguintes passos, primeiro foi usado a primeira avaliação como Pré-teste que consistiu em 6 questões objetivas que constam no Apêndice C - Pré-Teste e Pós-Teste, com intuito de fazer um levantamento a respeito das notas que serviu de base para comparação com o pós-teste. Segundo,

foi aplicado o produto educacional com a finalidade de incentivar a participação e ajudar no aprendizado dos discentes e após a aplicação do produto educacional, foi passado um questionário que consta no Apêndice B - Questionário. Em seguida, realizou-se o pós-teste que foi a segunda avaliação institucional também com 6 questões objetivas que consta no Apêndice C - Pré-Teste e Pós-Teste. Com os dados coletados, foi feito um teste de comparação entre as médias do pré-teste e pós-teste para dar sustentáculo a eficiência do produto que serão abordados no Capítulo 4 com a análise dos resultados.

3.1. Ensino do Movimento Retilíneo Uniforme com uso do phyphox

Antigamente, precisava-se de laboratórios complexos e/ou computadores para processar os dados, hoje com os sensores eletrônicos embutidos nos modernos celulares proporcionam experimentos que podem mudar o paradigma do ensino, tentando resgatar o apreço pela disciplina de física.

Existem vários programas de smartphone para atividades experimentais em lojas de aplicativos, porém, em muitos casos podem se resumir apenas a coletar dados, não dispondo de toda capacidade que o phyphox possui, pois, esse aplicativo primeiramente foi desenvolvido por físicos para professores de física, é totalmente gratuito e multiplataforma, tem suporte no Brasil, tem um bom número de experimentos pré-concebidos, exporta os dados para outros programas, concede a análise dos dados no próprio dispositivo, permite que um experimento possa ser acompanhado por vários dispositivos ao mesmo tempo, e também permite que você mesmo desenvolva o seu experimento e customize a análise de dados. Dessa forma, as experiências com phyphox possibilita uma visualização muito mais dinâmica e versátil desses dados, na forma de gráficos em tempo real como mostra Figura 26.

Figura 26 - Phyphox



Fonte: <https://phyphox.org/>

Com intuito de estipular um valor para velocidade do som, considerando então que a propagação sonora no ar em temperaturas que sofram variações muito pequenas, esse som terá a mesma velocidade durante o trajeto, executando assim um movimento uniforme com velocidade praticamente constante. Desta forma o aplicativo irá auxiliar na determinação deste valor da velocidade.

Feita uma rápida revisão sobre movimento uniforme, movimento uniformemente variado diferenciando-os e mostrando suas equações, após a revisão dar-se início a parte experimental, que consiste em fazer com que os alunos utilizem os conhecimentos adquiridos sobre movimento uniforme, para calcular a velocidade do som. Em que será necessário o aplicativo phyphox, no qual o professor fará a apresentação e mostrará como manusear o aplicativo. E após a realização do experimento preencher a tabela de dados disponibilizada no Apêndice D - Tabela.

3.1.1. Realização o Experimento

Os alunos calcularam a velocidade do som usando a equação da rapidez média, de modo que para esse feito é necessário se conhecer a distância total que som irá percorrer, visto que essa distância será fixada em 5 metros e o intervalo de tempo que o som demorará para percorrer este percurso, onde o aplicativo phyphox será utilizado para determinar o intervalo de tempo. Em suma, para acessá-lo, entre no phyphox lá em baixo em “Temporizadores” ficará a ferramenta cronômetro Acústico como mostra Figura 27.

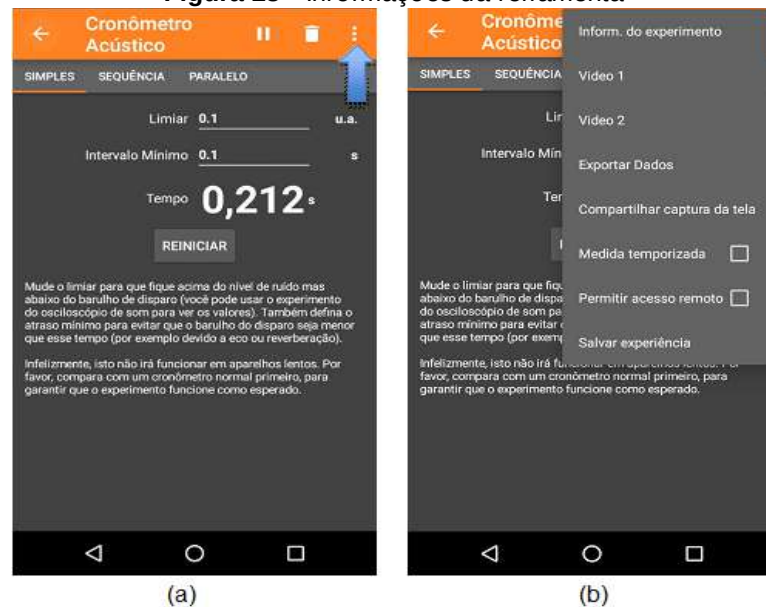
Figura 27 - Uso da ferramenta Cronômetro Acústico



Fonte: Autor

Após abrir o experimento você terá a Figura 28(a) só que com o cronômetro zerado e caso tiver dúvidas pode apertar nos três pontos (⋮) no canto superior direito onde a seta está indicando, tendo acesso às informações do experimento como mostra a Figura 28(b).

Figura 28 - Informações da ferramenta



Fonte: Autor

Ao se dar play o cronômetro irá iniciar com o primeiro ruído que o smartphone consiga detectar e irá parar com o segundo barulho detectado. Dessa forma, é importante mudar o limiar de modo que o cronômetro só seja disparado com o barulho que você irá fazer, como, por exemplo, o estouro de um balão ou o som de uma batida

de palmas. Para que isso aconteça tem-se que aumentar o limiar de modo que fique acima do nível de ruído e o temporizado só seja iniciado e parado no primeiro e segundo barulho respectivamente. Faça testes para verificar a consistência dos valores, pois, eles se diferenciam de celular para celular. Após tudo verificado o cronômetro acústico está pronto para ser usado.

Fixando a distância de 5 metros como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Distância (d) entre os smartphones fixada em 5 metros



Fonte: Autor

Os alunos são divididos em grupos de pelo menos 3 estudantes, de modo que dois usam o cronômetro acústico para determinar o intervalo de tempo do percurso do som e o restante preenchem a tabela de dados disponibilizada no Apêndice D - Tabela.

Na captação do tempo dois alunos com os smartphone fixos na distância pré-estabelecida realizam o som (bater palmas) sincronizado, de modo que a primeira estudante como na Figura 30 - Início do experimento e produção do som executa o primeiro som disparando o cronômetro do smartphone 1 e pouco tempo depois do smartphone 2.

Figura 30 - Início do experimento e produção do som



Fonte: Autor

Logo em seguida a segunda estudante executa o segundo barulho (bater palmas) como a Figura 31 que fará com que o temporizador do smartphone 2 pare e logo em seguida pare o do smartphone 1.

Figura 31 - Final do movimento e produção do som



Fonte: Autor

Com os resultados dos times determinado pelo aplicativo. Usando a tabela fornecida no Apêndice D - Tabela, se preenche o resultado do tempo (t_1) com o valor da Figura 32(a) e o resultado do tempo (t_2) com o valor da Figura 32(b) que são os tempos obtidos nos smartphones 1 e 2 respectivamente após a realização do experimento. De tal modo, que a diferença entre os tempos t_1 e t_2 é o intervalo de tempo (Δt) que é o período que o som percorreu na ida e na volta.

Figura 32 - Resultado do Tempo em cada smartphone após realização do experimento



Fonte: do autor

Portanto, após se ter o intervalo de tempo gasto no percurso do som, no qual é importante atentar que o mesmo fez o percurso duas vezes, assim para se determinar a velocidade média do som se usa a equação 66.

$$R_m = \frac{2 \cdot d}{\Delta t} \quad \text{equação 66}$$

É imprescindível frisar que foram feitos 5 testes por equipe e tirado a média do resultado das velocidades, para que se pudesse minimizar os erros e se chegasse o mais próximo possível do resultado que se conhece para velocidade do som no ar a temperatura ambiente. Alguns resultados encontrados pelos alunos são mostrados na Figura 33 e Figura 34.

Figura 33 – Imagem da tabela preenchida com os resultados obtido pelos alunos

Tabela 1 - Resultados			Equipe		
Testes	Distância (d) em metros	Tempos (t ₁ e t ₂) em segundos		Intervalo de Tempo em segundos	Rapidez Média em (m/s)
		Smartphone 1 (t ₁)	Smartphone 2 (t ₂)	$\Delta t = t_1 - t_2$	$R_{\text{média}} = \frac{2 \cdot d}{\Delta t}$
1	5M	0,823	0,803	0,020	454,54
2	5M	0,855	0,838	0,018	557,14
3	5M	0,463	0,435	0,028	374,67
4	5M	0,456	0,423	0,033	303,03
5	5M	0,426	0,393	0,033	303,03
Média Aritmética das Rapidez média encontrada →					360,47

Fonte: Autor

Figura 34 - Imagem da tabela preenchida com os resultados obtido pelos alunos

Turma		Equipe			
Testes		Distância (d) em metros		Tempos (t_1 e t_2) em segundos	
				Intervalo de Tempo em segundos	Rapidez Média em (m/s)
		Smartphone 1 (t_1)	Smartphone 2 (t_2)	$\Delta t = t_2 - t_1$	$R_{média} = \frac{2 \cdot d}{\Delta t}$
1	5m	0,833	0,804	0,029	$R_m = \frac{10}{0,025} = 344,83$
2	5m	0,745	0,715	0,030	$R_m = \frac{10}{0,03} = 333,33$
3	5m	0,755	0,727	0,028	$R_m = \frac{10}{0,028} = 357,14$
4	5m	0,859	0,831	0,028	$R_m = \frac{10}{0,028} = 357,14$
5	5m	0,820	0,791	0,029	$R_m = \frac{10}{0,029} = 344,83$
Média Aritmética das Rapidez média encontrada →					347,45

Fonte: Autor

3.1.2. Problemas e Soluções Possíveis

É importante tomar algumas precauções, pois, o cronômetro pode parar imediatamente após o início. Nesse caso, a duração do seu ruído inicial é muito longa. O experimento espera pelo menos 100 ms (milissegundos) antes de aceitar um segundo gatilho. No entanto, se houver eco ou toque, o relógio pode parar novamente. Assim, reduza o ruído ou eco, aumente o limiar ou aumente o atraso mínimo.

Eventos de disparo são perdidos. Nesse caso, você provavelmente precisará diminuir o limiar, para que todos os seus ruídos estejam acima do limite. Você pode usar o experimento do osciloscópio de áudio para verificar amplitudes.

O relógio dispara sem barulho. Nesse caso, você provavelmente precisará aumentar o limite, para que não seja acionado pelo ruído de fundo.

3.2. Confirmando a Altura Através do Estudo do Movimento de Queda livre

O phyphox permite uma infinidade de experimentos, de verificações possíveis, uma delas é poder ajudar em como confirmar a altura através do uso do cronômetro acústico, já visto demonstrado seu funcionamento na seção anterior.

O conhecimento da queda livre é usado para determinar a altura, sendo um movimento no qual o corpo é abandonado de uma certa altura (com velocidade inicial

zero) e cai com movimento uniformemente acelerado, alterando sua velocidade apenas devido à gravidade, que difere do arremesso vertical, em que o corpo é iniciado em uma velocidade inicial diferente de zero.

Ambos os movimentos ignoram a resistência do ar. Assim, arremessos verticais e movimentos de queda livre são movimentos com aceleração constante, ou seja, são casos especiais de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Portanto, as mesmas fórmulas do MRUV que estão na equação 20, equação 23 e equação 25 serão usadas, fazendo somente pequenas alterações, tais como, no lugar de $x \Rightarrow h$, $x_0 \Rightarrow h_0$ e $a \Rightarrow g$.

Para caracterizar um movimento de queda livre ideal, o corpo deve negligenciar os efeitos da resistência do ar e sair do repouso ($v_0 = 0$), em que uma referência vertical para baixo é usada como sentido positivo, portanto, uma aceleração gravitacional também com um sentido positivo. A partir da posição inicial ($h_0 = 0$), obtemos a equação 67, equação 68 e equação 69 para o movimento de queda livre.

$$v = g \cdot t \quad \text{equação 67}$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \text{equação 68}$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \quad \text{equação 69}$$

Portanto, a partir da equação 68, verificasse que podemos determinar a altura de um objeto em queda livre somente obtendo o intervalo de tempo de um objeto solto até o solo e da aceleração local da gravidade local. Além de poder afirmar que o tempo de queda dos corpos não dependem de seu tamanho ou de sua massa, mas somente da altura em que são solto e do módulo da aceleração da gravidade local o que pode ser facilmente provado ao isolar a variável tempo (t) da equação 68, o que implica em dizer que se dois objetos de massas e formas distintas forem abandonados no mesmo instante, dá mesma altura e do mesmo local eles devem chagar juntos ao solo.

3.2.1. Realizando o Experimento

O experimento é dividido em duas partes, a primeira é aferir a altura do aro da cesta da escola e confirmar a precisão do método! E a segunda etapa é estimar a altura que está o relógio de um colega da turma em relação ao chão, através da equação 70.

$$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \text{equação 70}$$

Os discentes irão estimar o valor da altura de modo que para esse feito, os objetos devem cair exclusivamente sobre efeito da aceleração gravitacional que nas proximidades da superfície terrestre é constante, sendo necessário conhecer apenas o intervalo de tempo gasto, visto que esse será determinado com uso do App Phyphox, ferramenta cronômetro acústico, mostrado anteriormente como manuseá-lo.

Na primeira etapa, sabe-se que em dados oficiais da altura do aro deve ser de 3,05, porém, o da escola constava na medição 3 metros como na Figura 35.

Figura 35 - Altura do aro da cesta de basquete



Fonte: Autor

Portanto, nessa primeira etapa, prende-se o objeto metálico ao balão com ajuda do clip de papel, para que na hora que o balão estourar o objeto caia livremente. Com ajuda da escada, fixa-se o conjunto balão + objeto metálico ao aro da cesta de basquete com fio como mostra a Figura 36.

Figura 36 - Fixação da esfera ao balão e do conjunto no aro de basquete



Fonte: Autor

Fixado o conjunto é preciso colocar a bandeja metálica no chão, com atenção para que ela fique em baixo do objeto metálico. Assim, prepara-se o celular (colocando-o de preferência no ponto médio entre a esfera e a bandeja) com a ferramenta cronômetro acústico do App Phyphox para se iniciar o experimento. Com tudo preparado é dado início a prática experimental, no qual o aluno no topo da escada irá estourar o balão e esse som inicial gerado irá dar início ao cronômetro e quando a esfera bater na bandeja irá gerar um segundo som que irá parar o cronômetro, assim será calculado o intervalo de tempo que é preciso para estimar a altura do aro.

Na Figura 37 alguns dados obtidos pelos alunos.

Figura 37 - dados obtidos pelos alunos

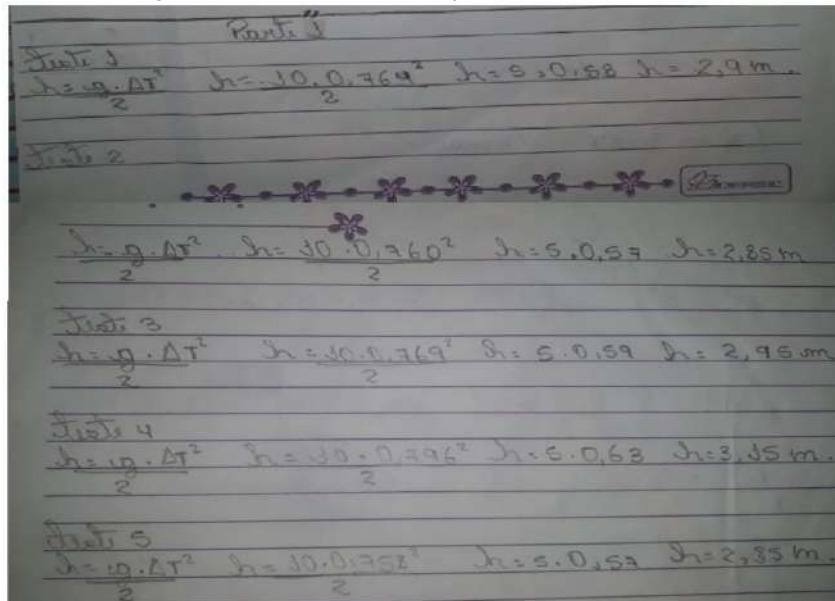
Testes	ΔT	Altura ($h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2}$)	Altura
01	0,786	$h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,786^2}{2} = 3,027$	3,027
02	0,770	$h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,770^2}{2} = 2,905$	2,905
03	0,787	$h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,787^2}{2} = 3,035$	3,035
04	0,787	$h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,787^2}{2} = 3,035$	3,035
05	0,788	$h = \frac{g \cdot \Delta T^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,788^2}{2} = 3,042$	3,042

Fonte: Autor

Na Figura 37 foi usada a aceleração gravitacional de 9,8 m/s², na qual os testes obtiveram um valor médio de aproximadamente 3,00 m para a distância até a cesta

de basquete, enquanto na Figura 38 a aceleração gravitacional de 10 m/s^2 foi usada para uma média aritmética para uma altura de 2,94 metros.

Figura 38 - Dados obtidos pelos alunos adotando



Fonte: Autor

Na segunda parte do experimento foi proposto estimar a altura do ponto onde o relógio se encontra no braço do aluno como a Figura 39, realizando os mesmos procedimentos experimentais da etapa anterior.

Figura 39 - Altura do relógio em relação ao chão



Fonte: Autor

Onde o som gerado pelo estouro do balão dá início à contagem e o som produzido pela queda do objeto em contato com a parte metálica para o cronômetro, determinando, assim o intervalo de tempo, faltando apenas substituir esse valor na

equação 70, dessa forma determinando a altura. A Figura 40 mostra alguns resultados obtidos pelos alunos.

Figura 40 - Resultado da altura do relógio do colega de turma

Testes	Δt	Altura ($h = g \cdot \frac{\Delta t^2}{2}$)
1	0,646	$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \left \quad h = \frac{9,8 \cdot 0,646^2}{2} \quad \right \quad h = 2,0433$
2	0,645	$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \left \quad h = \frac{9,8 \cdot 0,645^2}{2} \quad \right \quad h = 2,0384$
3	0,642	$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \left \quad h = \frac{9,8 \cdot 0,642^2}{2} \quad \right \quad h = 2,0288$
4	0,687	$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \left \quad h = \frac{9,8 \cdot 0,687^2}{2} \quad \right \quad h = 2,3079$
5	0,648	$h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2} \quad \left \quad h = \frac{9,8 \cdot 0,648^2}{2} \quad \right \quad h = 2,0533$

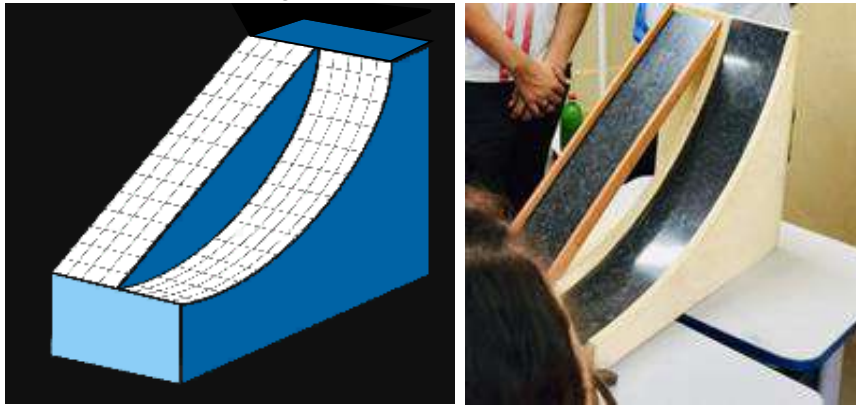
Fonte: Autor

Tirando a média das alturas encontrada observa-se um valor aproximado de 2,09 m, chegando próximo ao valor medido anteriormente com ajuda da fita métrica na Figura 39.

3.3. Análise Gráfica com auxílio do phyphox

Como o app phyphox pode acessar todos os sensores dos smartphones, para esse experimento será usado um sensor chamado acelerômetro, que é um componente eletrônico que mede a inclinação e o movimento. Sendo, também capaz de detectar movimentos e gestos rotacionais, como agitar ou balançar um determinado dispositivo eletrônico ao qual ele pertence. Como resultado, através das inclinações e movimentos realizados no smartphone o aplicativo pega os dados e os converte em gráficos para estudos de aceleração e velocidade.

Será realizado um estudo gráfico da aceleração, a partir do abandono de dois carrinhos num conjunto de pistas com trajetórias diferentes como no modelo da Figura 41.

Figura 41 - Modelo das Pistas

Fonte: Adaptado de Remo (2006)

Assim, fixando os smartphones aos carrinhos com as braçadeiras de nylon, eles serão abandonados da mesma altura como mostra a

Figura 42(a) na rampa ou plano inclinado e a

Figura 42(b) na pista em forma de cicloide invertida ou curva cicloide. Dessa forma, através dos dados gerados pelo aplicativo serão feitas as análises.

Figura 42 - Pistas para experimento (a) rampa ou plano inclinado e (b) cicloide invertida ou curva cicloide

(a) (b)
Fonte: do autor

3.3.1. Realizando o Experimento

No experimento serão fixado um celular em cada carrinho com as braçadeiras de nylon conforme a Figura 42, e será utilizado no phyphox a ferramenta “Aceleração (sem g)”, importante frisar que nem todo aparelho possui essa ferramenta, por isso utilizar os dispositivos que detém dessa ferramenta, como mostra a Figura 43, que

permite mensurar o valor da aceleração, não levando em conta a aceleração gravitacional.

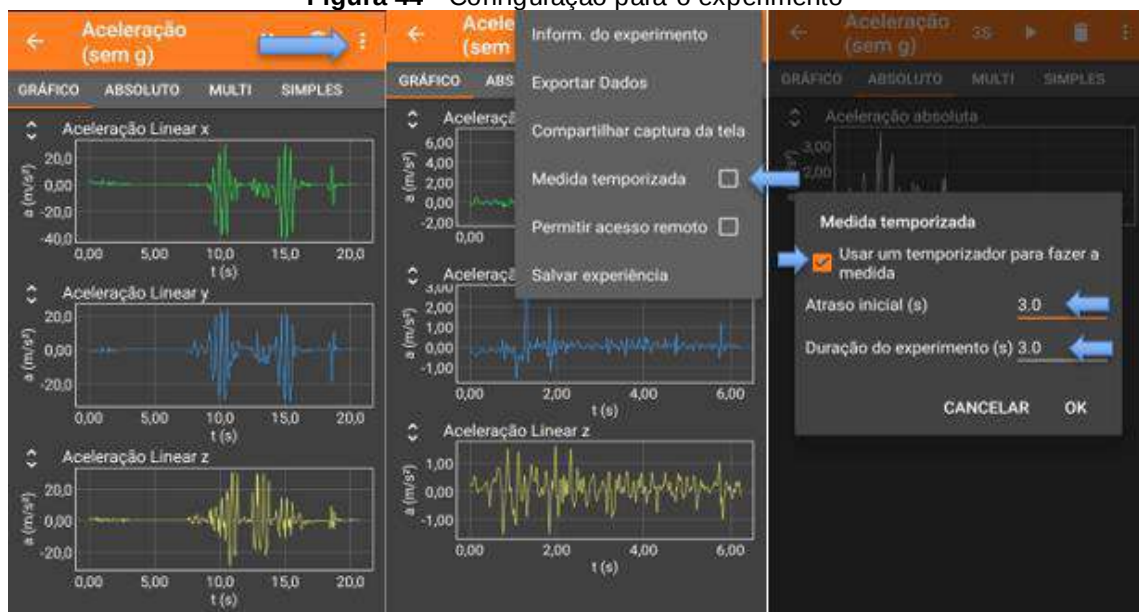
Figura 43 - Ferramenta aceleração (sem g)



Fonte: do autor

No entanto, um tempo de atraso inicial é usado. Esse é o tempo necessário para iniciar o experimento e a duração do experimento é de 3 segundos. Lá, ele pode ser facilmente configurado na ordem mostrada na Figura 44. Pressione (ⓘ) e assinale "Medida temporizada". Depois, selecione "Usar temporizador para fazer a medida" e, finalmente, defina o atraso inicial e o tempo da experiência para 3 segundos.

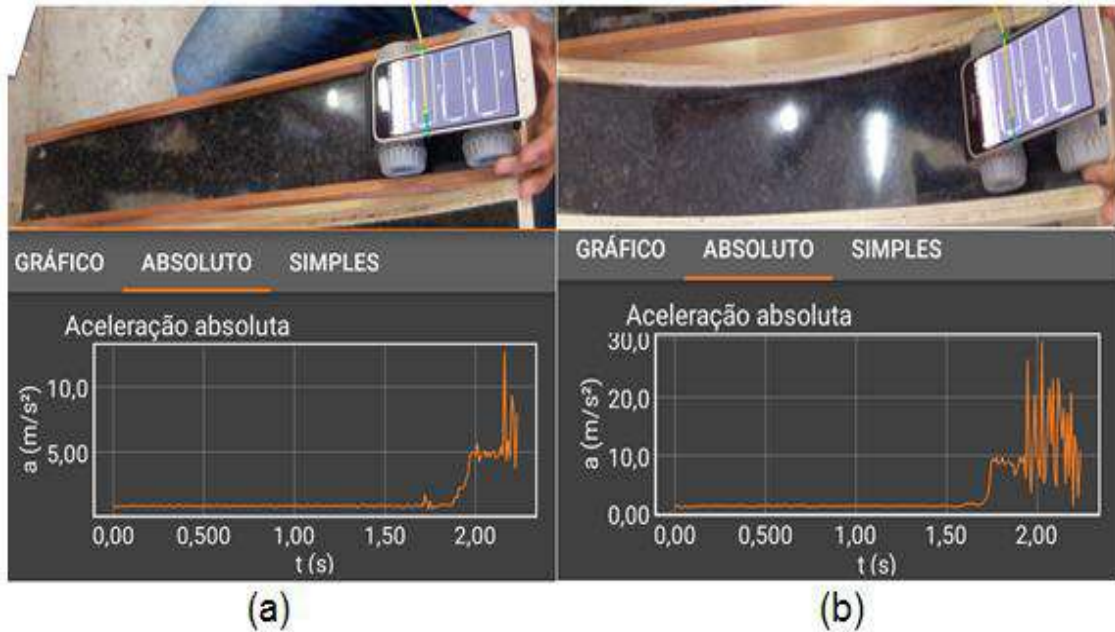
Figura 44 - Configuração para o experimento



Fonte: do autor

Depois que tudo estiver configurado, o experimento começará sendo os carros abandonados da mesma altura e ao mesmo tempo, quando o atraso no visor estiver marcando 1 segundo. Dessa maneira, obteremos como consequência a Figura 45(a) que é obtido representando a trajetória no plano inclinado e a Figura 45(b) que mostra o resultado na curva cicloide.

Figura 45 - Realização e resultado gráfico do experimento



Fonte: do autor

Com a realização do experimento, verificou-se que na pista em forma de cicloide invertida o carrinho obteve uma maior aceleração no intervalo de tempo transcorrido. Esse ocorrido, se deve ao fato da mudança da componente na direção do deslocamento, em outras palavras, que no carrinho da pista cicloide age o máximo da componente vertical da aceleração gravitacional, enquanto no primeiro carrinho age somente parte desse valor já que será decomposta em razão de não estar na vertical, por consequência disso, estando os carrinhos sujeito a mesma força gravitacional o carrinho da Figura 45(b) é detentor de uma maior aceleração, pois conforme afirma Andrade e Ferreira Filho (2015, p. 6) “aceleração resultante sobre uma partícula descrevendo a braquistócrona tem magnitude igual a g ”, assim, na trajetória da curva cicloide por ter maior aceleração, tem maior variação de velocidade.

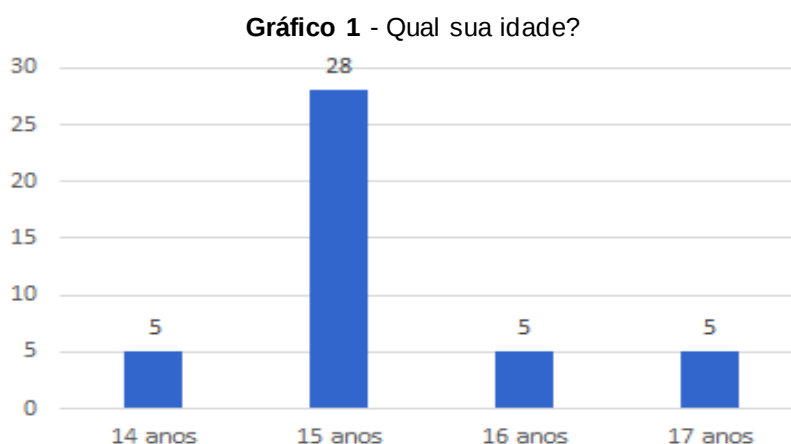
Após a realização das proposta, foi aplicado aos alunos um questionário que contém 17 questões presente no Apêndice B - Questionário e o Pós-Teste que está

no Apêndice C - Pré-Teste e Pós-Teste contendo 6 questões, visto que as análises dos resultados serão feitas no próximo capítulo.

Capítulo 4 – Análises dos Resultados

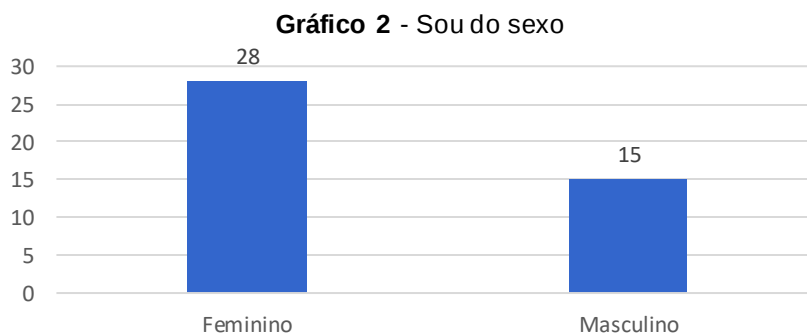
Após a aplicação do produto educacional foi aplicado um questionário que está disponibilizado no Apêndice B - Questionário através do Google formulário uma ferramenta para criar questionários e acompanhar as respostas online compatível com qualquer navegador e sistema operacional, totalmente gratuito. O questionário foi respondido por 43 alunos do primeiro ano do ensino médio. O aplicativo é usado pelos alunos para aprender o conteúdo físico do semestre correspondente. Nesse sentido, foram gerados gráficos para ilustrar os resultados obtidos através do questionário.

Buscando traçar o perfil dos alunos em relação à idade e sexo, obtiveram-se os gráficos 1 e 2. Em relação à idade dos alunos que utilizaram o aplicativo, nota-se no Gráfico 1 que 28 (65,1%) deles tinham 15 anos de idade (padrão para os alunos do primeiro ano). Outro grupo de 5 (11,7%) estudantes tinha 14 anos, 5 (11,6%) deles tinham 17 anos e outros 5 tinham 16 anos quando o questionário foi respondido.



Fonte: Autor

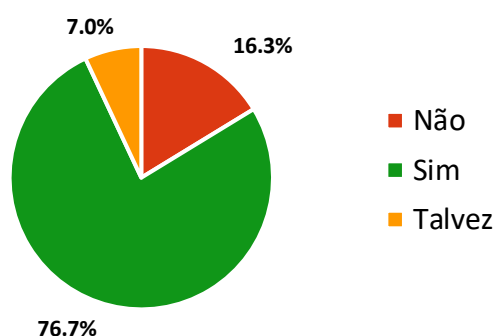
Quanto ao sexo, nota-se no Gráfico 2 que a maioria (65,1%) é do sexo feminino, totalizando 28 alunas. O restante, ou seja, 34,9% se declarou do sexo masculino (15 alunos).



Fonte: Autor

Quanto ao acesso à Internet, apesar de ser uma cidade interiorana, devido à era digital, em que os smartphones deram uma grande contribuição ao acesso à internet, o resultado foi como esperado, uma vez que o telefone celular se tornou o mais importante meio de pesquisa dos educandos. Dispositivos de acesso à Internet, especialmente para crianças e adolescentes em idade escolar e a maioria dos estudantes agora possui esses dispositivos. No questionário foi perguntado aos alunos se eles tinham fácil acesso à Internet, notou-se no Gráfico 3 que 76,7% responderam que sim, 16,3% responderam que não e 7% escolheram a opção "Talvez".

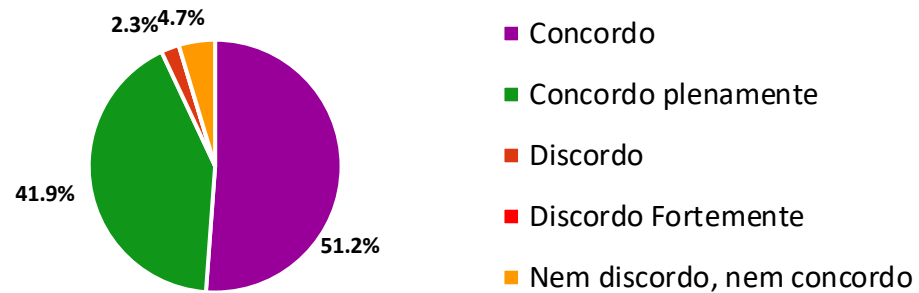
Gráfico 3 - Sua residência possui acesso à internet ou você tem acesso a internet por meio de smartphone?



Fonte: Autor

No Gráfico 4 o resultado do questionamento acerca dos conteúdos, abordado nas atividades experimentais, se esses eram atualizados e relevantes para a compreensão da disciplina de Física, mais da metade dos alunos responderam que concordavam com o fato (51,2%), outra grande parte (41,9%) disseram que concordavam plenamente. A respeito das outras opções, 2,3% e 4,7% optaram pelas alternativas “Discordo” e “Nem discordo, nem concordo”, respectivamente. Um resultado com mais de 93% de concordância, devido à ação experimental simples, prática, atualizada, tecnológica e com relevância para o entendimento da disciplina de física.

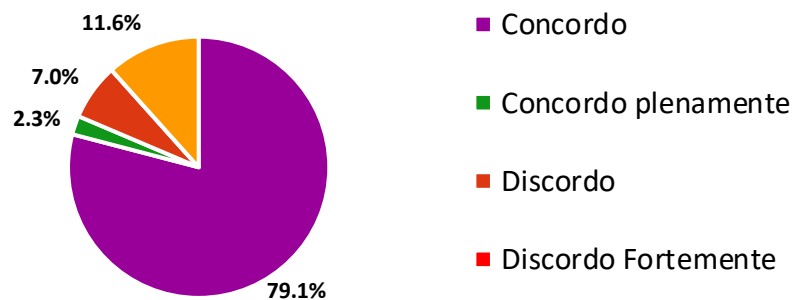
Gráfico 4 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Os conteúdos abordados proporcionaram acesso a conhecimentos atualizados e relevantes para a compreensão da Física”.



Fonte: Autor

Ao se questionar se as atividades propostas no aplicativo contribuíram para a superação de dificuldades no aprendizado dos conteúdos de Física abordados observou-se no Gráfico 5 que 79,1% concordaram que as atividades desenvolvidas ajudaram a superar as dificuldades enfrentadas na disciplina de Física. Sobre as outras alternativas, 11,6% disseram que nem concordavam, nem discordavam, 7% discordava e 2,3% concordava plenamente. Acredita-se que o fato da facilidade dos estudantes em manusear os smartphones, esteja aliado ao crescente interesse da busca pela aprendizagem gerada pelo emprego dos dispositivos móveis, assim resultando em mais de 80% de concordância.

Gráfico 5 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “As atividades propostas contribuíram significativamente para superem dificuldades de aprendizagem dos conteúdos abordados”.

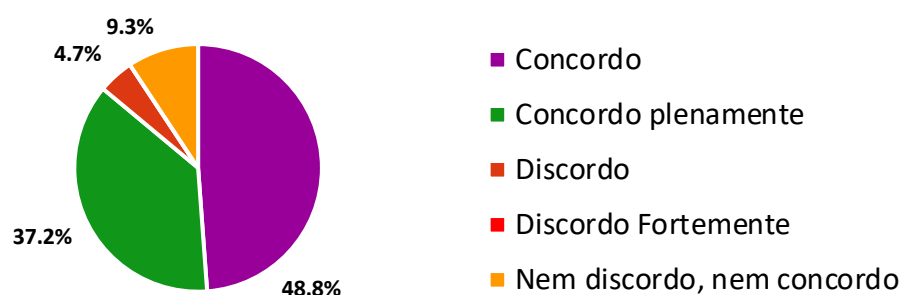


Fonte: Autor

Sobre a afirmação a respeito motivação mediante as atividades realizadas, notou-se de acordo com o Gráfico 6 que 48,8% dos estudantes concordaram que se sentiram motivados com as atividades realizadas e viam uma contribuição para seus aprendizados. 16 alunos (37,2%) concordaram plenamente com a proposta, e 4 alunos (9,3%) deles nem discordaram, nem concordaram, uma parcela menor alunos (4,7%) discordou da questão. Essa enorme motivação com uma positividade de 86%

por parte dos alunos, resulta no fato do trabalho simples com auxílio dos smartphones, e que esses dispositivos também estão se transformando em bons aliados de professores e administradores de escolas no interior. Dessa forma, mudando a concepção, aumentando o interesse e a motivação dos discentes para o aprendizado, ainda mais com uma disciplina com grande rejeição que é a física.

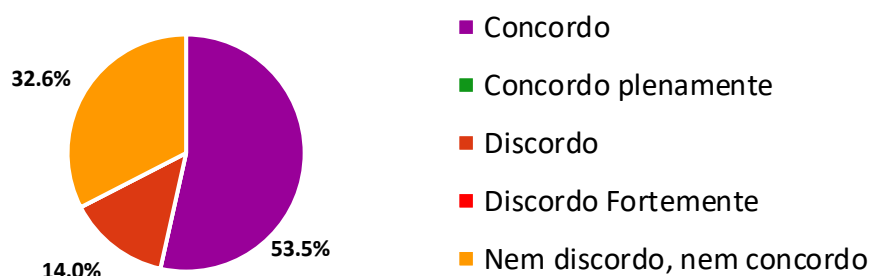
Gráfico 6 - Sentiu-se motivado com as atividades realizadas, vejo uma contribuição para meu aprendizado. Você concorda ou discorda da afirmação?



Fonte: Autor

Ao se avaliar se o tempo disponibilizado para a realização das atividades do aplicativo foi suficiente, observou-se conforme o Gráfico 7 que 53,5%, ou seja, 23 alunos concordaram que no tempo disponibilizado foi possível realizar as atividades. O restante 32,6% e 14% dos alunos afirmaram que não sabiam e discordavam da afirmativa, respectivamente. Apesar de que para maioria o tempo ter sido suficiente, alguns alunos queriam mais tempo, uns pela dificuldade no uso do aplicativo, outros por quererem mais tempo para poder usufruir da dinâmica proposta, por isso se poder ter mais tempo melhor para melhor aproveitamento dos educandos.

Gráfico 7 - O tempo disponibilizado para a realização das atividades propostas foi suficiente. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação?

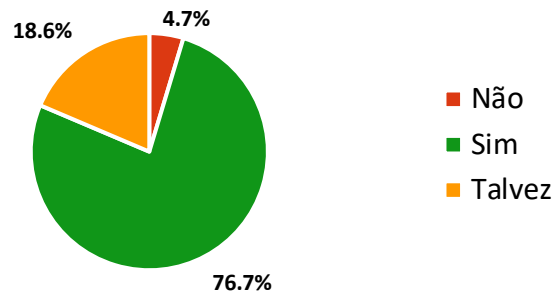


Fonte: Autor

A questão Gráfico 8 do questionário verificou se os materiais baratos são facilmente acessíveis. Nesta questão, 33 alunos disseram "sim", 8 disseram "não" e 2

disseram "talvez", mostrando uma acessibilidade e facilidade dos materiais que foram escolhidos.

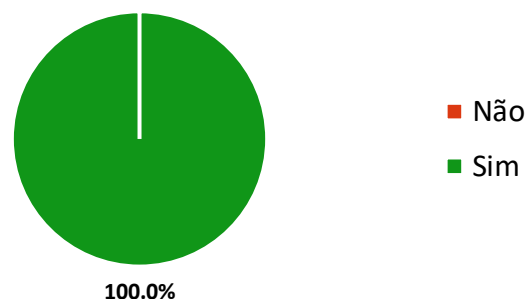
Gráfico 8 - Os materiais de baixo custo são de fácil acesso?



Fonte: Autor

Quando se tratava de avaliar se os alunos desfrutavam da aula de física com o aplicativo, as opções eram unânimes e todos disseram que sim que apoiavam o uso como mostra o Gráfico 9. Portanto, note-se que, mesmo que alguns estudantes discordem se a aplicação foi útil para o aprendizado e a compreensão da física, o uso da aplicação entre eles foi completamente positivo.

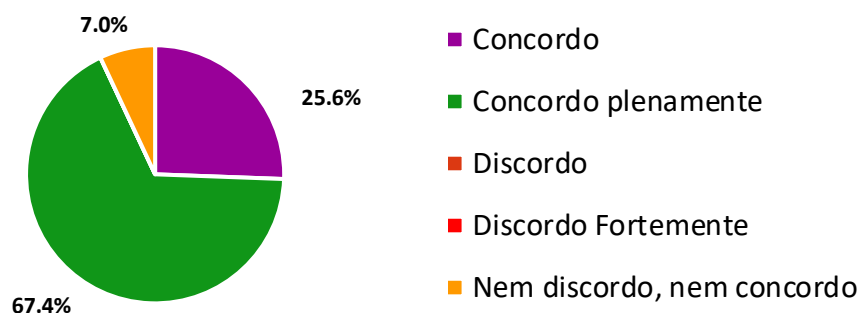
Gráfico 9 - Você apoiou as aulas de física com uso de aplicativo?



Fonte: Autor

Também foi questionado sobre a facilidade de manuseio em relação ao aplicativo phyphox. Por exemplo, 67,4% concordaram plenamente ser de fácil manuseio e interação, outros 25,6% concordaram da facilidade de manusear o aplicativo, entretanto tiveram algumas dificuldades, pois alguns alunos estavam com celulares mais antigos o que ajudou a gerar alguns problemas e 7% não tinham certeza, de acordo com o Gráfico 10. Nenhum aluno disse que usar o aplicativo era muito complexo, podendo ser usado por qualquer um sem muita dificuldade.

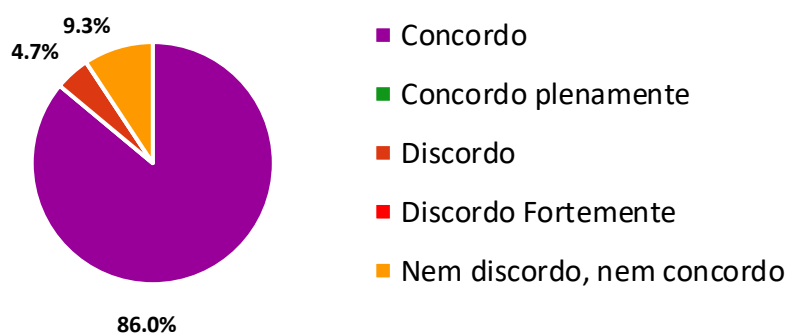
Gráfico 10 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “O aplicativo phyphox é fácil de ser manuseado”.



Fonte: Autor

Na questão sobre o fato de o aplicativo facilitar a compreensão dos conteúdos de Física abordados 37 alunos (86%) disseram que sim. Os outros alunos optaram por talvez e não, sendo a resposta de 9,3% e 2,7% dos alunos, respectivamente, de acordo com o Gráfico 11. O que retoma a importância da inovação na forma de aprender, trazendo o novo para dentro de sala de aula, em que os alunos acabam ficando mais atraídos pela disciplina e como resultado melhorando a compreensão do conteúdo abordado.

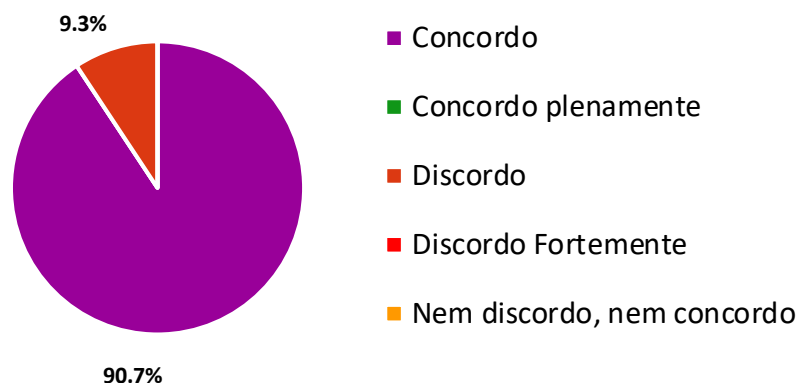
Gráfico 11 - O aplicativo facilitou a compreensão dos conteúdos abordados. Você concorda ou discorda da afirmação?



Fonte: Autor

No Gráfico 12, 90,7% dos alunos (39 indivíduos) concordaram que receberam orientação adequada para a execução das atividades propostas pelo aplicativo. Outros 9,3%, ou seja, 4 alunos discordaram da afirmação. Tal resultado é relativo, já que depende do grau de dificuldade e/ou dedicação dos alunos quanto ao aprendizado da disciplina, outro ponto é a questão que nem todos os alunos tinham telefones mais modernos o que dificultou para alguns alunos.

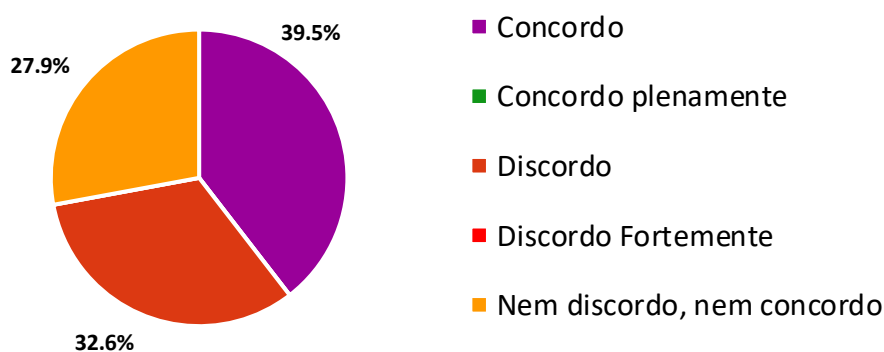
Gráfico 12 - Recebi orientação adequada para o desenvolvimento das atividades propostas e o manuseio do aplicativo. Você concorda ou discorda da afirmação?



Fonte: Autor

Na questão sobre a opinião dos alunos a respeito da quantidade de atividades a serem realizadas com o uso de smartphone, observou-se no Gráfico 13 que 39,5% concordam que há um número expressivo de atividades, enquanto 32,6% discordaram, acreditando que seria possível ter mais atividades. Outros 27,9% dos alunos ficaram neutros. Pois, trabalhar com instrumentos que chamem a atenção dos discentes é maravilhoso, no entanto sabemos que não dá para se fazer isso em todas as aulas. Não há como se trabalhar com excessivo número de atividades. Além de ter que controlar o uso, caso contrário há uma perda de atenção, do foco e o objetivo da proposta não será alcançado, por isso é relevante o professor sempre buscar o meio termo e seguir um cronograma à risca para cumprir o objetivo estabelecido dentro do tempo que lhe é cabível, sabendo ele o tempo e o número de atividades que pode ser feita com exatidão.

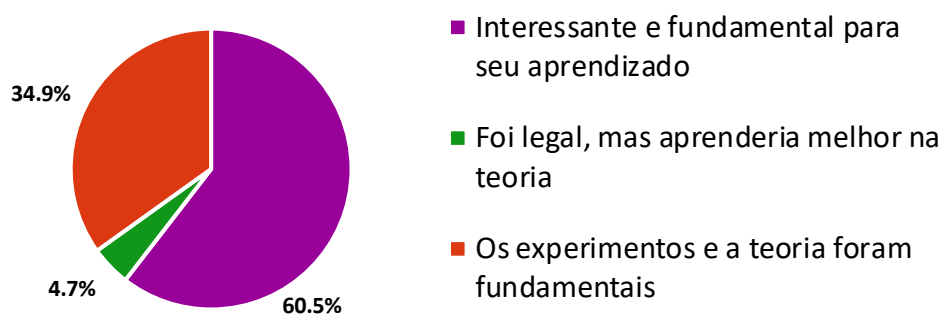
Gráfico 13 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Há um número expressivo de atividades a serem realizadas nas propostas com o uso do smartphone”.



Fonte: Autor

Em relação aos experimentos, 26 alunos (60,5%) escolheram a opção “Interessante e fundamental para seu aprendizado”. Além disso, 34,9% dos alunos (15 deles) afirmaram que “Os experimentos e a teoria foram fundamentais”. Outra parcela menor (4,7%) achou que aprenderiam melhor na teoria ver Gráfico 14.

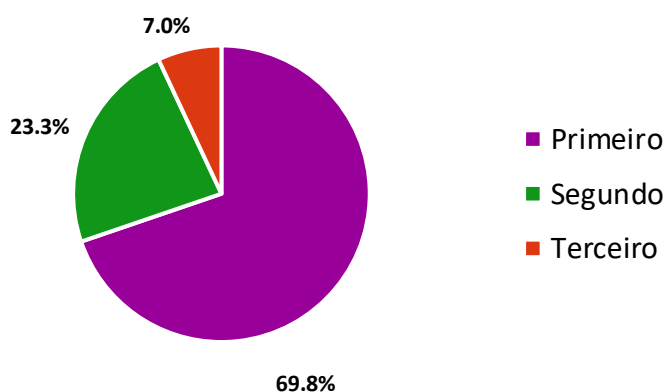
Gráfico 14 – O que você achou dos experimentos?



Fonte: Autor

No Gráfico 15 foi questionado aos alunos sobre qual dos três experimentos eles gostaram mais e o resultado mostra que a maioria deles (69,8% - 30 alunos) preferiram o primeiro experimento, sendo o segundo e o terceiro, com 23,3% e 7% da preferência dos alunos, respectivamente.

Gráfico 15 - Dos três experimentos, de qual você gostou mais?

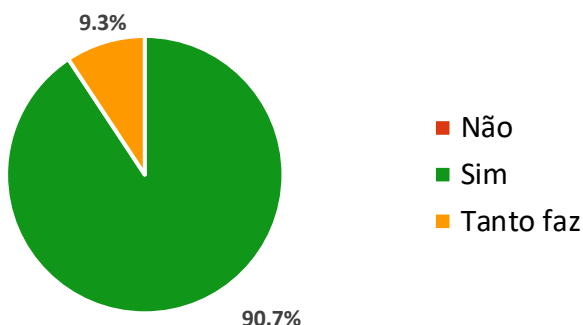


Fonte: Autor

Também foi questionado se os alunos gostariam que outras disciplinas utilizassem aplicativos para serem ensinadas. O resultado no Gráfico 16 evidenciou que 90,7%, 39 alunos, afirmaram que gostariam que outras disciplinas utilizassem aplicativos, e 9,3% deles (4 alunos) escolheram a opção “Tanto faz”. Nessa pergunta foi um resultado expressivo e já esperado, pois o uso de formas atrativas para os

educandos como meios de aprendizado sempre é e será mais vantajoso. Por isso o querer por parte dos educandos quanto ao uso dos aplicativos em outras disciplinas.

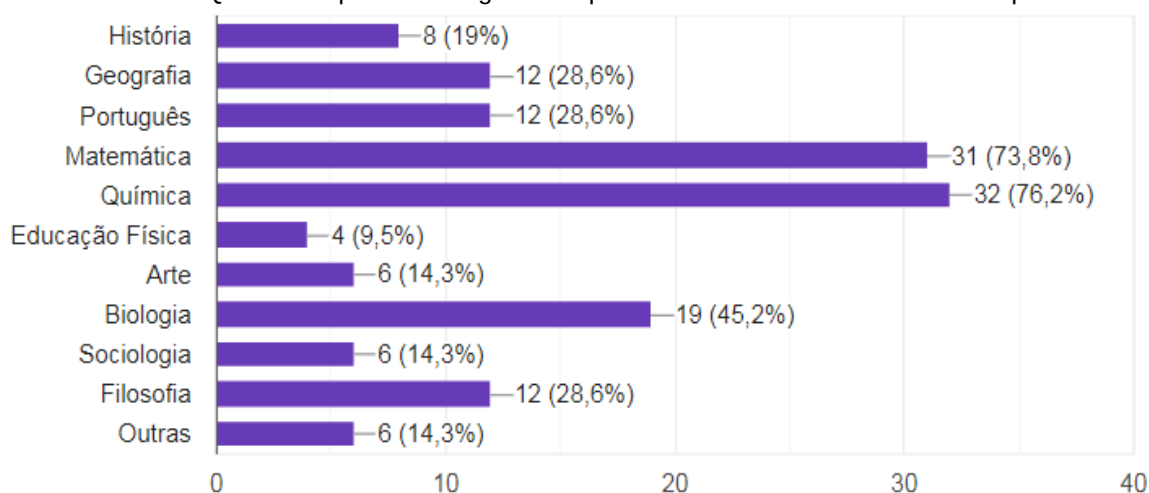
Gráfico 16 - Você gostaria que outras disciplinas utilizassem aplicativos para serem ensinadas?



Fonte: Autor

Além disso, a última questão pediu para que os alunos indicassem as matérias que gostariam que utilizassem o recurso de aplicativos no processo de ensino, podendo escolher mais de uma disciplina. O resultado no Gráfico 17 mostra que a disciplina de química recebeu 32 indicações (76,2%), seguida da disciplina de matemática, com 31 indicações (73,8%), a terceira disciplina mais escolhida foi biologia, com 19 indicações (45,2%). A disciplina que menos recebeu indicações foi a de Educação Física (9,5%) pois geralmente as atividades práticas são exercidas presencialmente e de modo coletivo e/ou interativo.

Gráfico 17 – Quais disciplinas você gostaria que fossem ensinadas com uso de aplicativos



Fonte: Autor

4.1. Análise do Desempenho Pré-Teste e Pós-Teste

Foram realizadas duas avaliações o Pré-teste e Pós-teste, cada uma com 6 perguntas sobre os sujeitos examinados, nas quais o produto foi utilizado entre a 1ª e a 2ª avaliação da escola, sendo que todos os 43 estudantes fizeram as duas avaliações.

A Tabela 2, a tabela mostra a taxa de acertos dos alunos, demonstrando que no pré-teste, a média entre as taxas de acertos foi de 1,77 e após a aplicação do produto, a média subiu para 3,40 o que implica em dizer em houve um expressivo aumento do grau de acerto das questões do pós-teste. Acreditando-se, que essa melhora está no fato, da crescente motivação e dedicação dos discentes. Devido, tirá-los do seu ambiente tradicional e os expor a situações simples e divertidas. Unindo o ensino com dispositivos que fazem parte de seu uso diário, o que favoreceu o empenho dos alunos e consequentemente a melhoraria de suas notas.

Tabela 2 - Acertos do Pré-Teste e Pós-Teste

Nº	ALUNO(A):	Pré-Teste	Pós-Teste	Nº	ALUNO(A):	Pré-Teste	Pós-Teste
1	Aluno 1	1,0	4,0	22	Aluno 22	1,0	3,0
2	Aluno 2	1,0	3,0	23	Aluno 23	3,0	3,0
3	Aluno 3	0,0	3,0	24	Aluno 24	4,0	5,0
4	Aluno 4	0,0	4,0	25	Aluno 25	2,0	4,0
5	Aluno 5	1,0	3,0	26	Aluno 26	1,0	2,0
6	Aluno 6	1,0	4,0	27	Aluno 27	3,0	3,0
7	Aluno 7	1,0	2,0	28	Aluno 28	0,0	3,0
8	Aluno 8	1,0	3,0	29	Aluno 29	4,0	4,0
9	Aluno 9	1,0	3,0	30	Aluno 30	4,0	3,0
10	Aluno 10	2,0	4,0	31	Aluno 31	3,0	4,0
11	Aluno 11	2,0	4,0	32	Aluno 32	3,0	4,0
12	Aluno 12	0,0	3,0	33	Aluno 33	1,0	3,0
13	Aluno 13	4,0	4,0	34	Aluno 34	0,0	2,0
14	Aluno 14	2,0	2,0	35	Aluno 35	1,0	3,0
15	Aluno 15	2,0	1,0	36	Aluno 36	1,0	3,0
16	Aluno 16	0,0	4,0	37	Aluno 37	4,0	4,0
17	Aluno 17	3,0	5,0	38	Aluno 38	4,0	6,0
18	Aluno 18	3,0	4,0	39	Aluno 39	1,0	3,0
19	Aluno 19	2,0	4,0	40	Aluno 40	1,0	3,0
20	Aluno 20	2,0	2,0	41	Aluno 41	3,0	5,0
21	Aluno 21	2,0	3,0	42	Aluno 42	1,0	4,0
22	Aluno 22	1,0	3,0	43	Aluno 43	0,0	3,0

	Pré - Teste	Pós - Teste
MÉDIA	1,77	3,40

Fonte: Autor

4.1.1. Teste t de Student para amostras emparelhadas

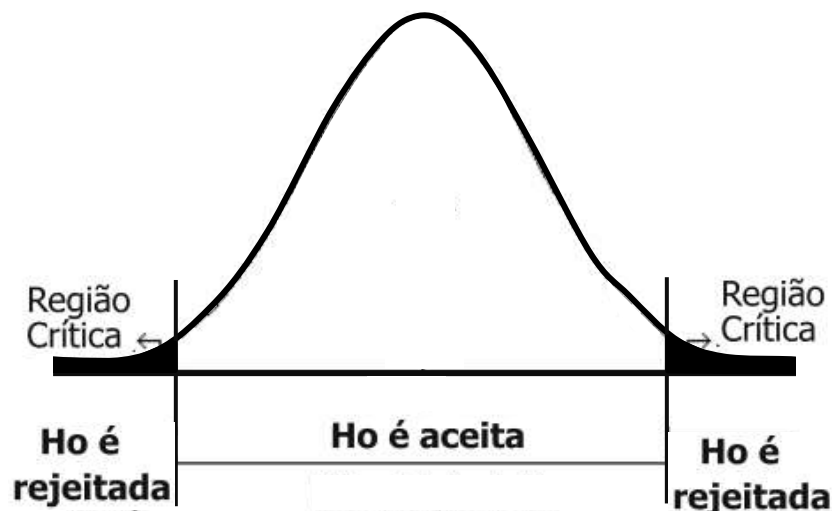
Os testes estatísticos são importantes, pois, podem determinar a chance de o evento investigado ocorrer assumindo-se que uma hipótese seja verdadeira. Conforme Bussab e Morettin (2010, p. 364)

Esse procedimento também é usado quando observações das duas amostras são feitas no mesmo indivíduo, por exemplo, medindo uma característica do indivíduo antes e depois de ele ser submetido a um tratamento. O teste t de Student para observações pareadas (ou emparelhadas), supondo normalidade, é apropriado para essas situações.

O Teste T foi elaborado em 1908 por Willian Sealy Gosset, que usou o pseudônimo de "Student" visto que seu empregador (Guinness Brewery) via na aplicação da estatística a confirmação da qualidade como uma vantagem competitiva. O teste t de Student tem distintas variantes de execução. Nesse caso, segundo Bussab e Morettin (2010) "A distribuição t de Student é importante no que se refere a inferência sobre médias populacionais", nesse sentido, testes de hipóteses que podem ser usados para confirmar a eficácia das medidas tomadas. Em vista disso, mostra se o produto aplicado teve um resultado satisfatório (positivo) ou não.

O teste essencialmente verifica se uma hipótese chamada de nula (H_0) é aceita ou rejeitada sendo que, se o valor da estatística do teste na formulação da hipótese estiver dentro do intervalo crítico, H_0 será negado. Pelo contrário, aceitarmos a hipótese nula, dessa maneira dizemos que não havia comprovações significativas da rejeição de H_0 . Como mostra a Figura 46 a seguir.

Figura 46 - Gráfico bilateral de Hipótese H_0 é aceita ou rejeitada



Fonte: Adaptada de Piana, Machado e Selau (2009, p. 160)

De modo geral, pode-se definir cinco passos para construção de um teste de hipóteses:

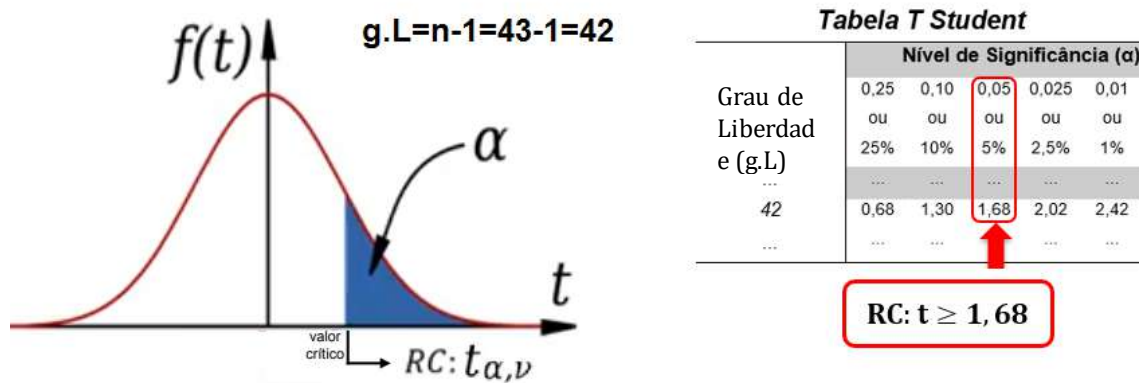
- **Passo 1:** Elaborar hipótese nula H_0 a ser testada e a hipótese alternativa H_1 .
- **Passo 2:** Escolher o nível de significância.

- **Passo 3:** Determinar a área crítica do teste (o valor crítico é determinado em função do nível de significância).
- **Passo 4:** Calcular a estatística do teste
- **Passo 5:** Tomar a decisão, se o valor da estatística pertencer à região crítica, rejeitar H_0 ; caso contrário, não rejeitar H_0 .

Assim, seguindo os passos para construção do teste, têm-se:

- **Passo 1:** a hipótese nula (H_0): o produto educacional aplicado não teve efeito, ou seja, que as diferenças entre as médias foi zero ($\bar{X} = 0$), o que significará método inválido caso seja confirmada. E a hipótese alternativa (H_1): o produto educacional produz efeito positivo e eficaz, ou seja ($\bar{X} > 1$), ou seja, método válido. Resultando num teste unilateral.
- **Passo 2:** o nível de significância (α) será o padrão de 0,05, ou 5%.
- **Passo 3:** Como o valor da amostra não é grande, é mais adequado utilizar a distribuição de T-Student, no qual depende do grau de liberdade e do nível de significância.

Figura 47 - Distribuição de t-Student e Valor Crítico



Fonte: Autor

- **Passo 4:** Para Calcular a estatística do teste é considerado a diferença de acertos dos questionários Pré-Teste e Pós-Teste, como mostrado abaixo a seguir.

Considerando a Hipótese nula (H_0), se usará a equação 72 para determinar o teste (t):

$$t = \frac{\sqrt{n} \cdot \bar{X}}{s} \quad \text{equação 71}$$

em que $\bar{X}$ é a média da diferença entre os acertos, s é o desvio padrão da amostra e n é o número de dados da amostra, assim, calculando a média e o desvio padrão

teremos respectivamente de $\bar{X} = 1,63$ e $s = 1,22$. Assim, substituindo os valores na equação 72 teremos:

$$t = \frac{\sqrt{43} \cdot 1,63}{1,22}$$

$$t \cong 8,76$$

equação 72

- Passo 5: Como o resultado estatístico do teste $t \cong 8,76$ está dentro da região crítica, $RC: \{t > 1,68\}$, assim, podendo-se rejeitar a hipótese nula (H_0).

Portanto, tendo evidências para afirmar que a aplicação do produto educacional teve um impacto positivo no desenvolvimento do pós-teste ao nível de significância de 5%.

Considerações Finais

Transformação, palavra que vem sendo usada de forma distinta em diversas áreas da sociedade. Não é diferente no meio educacional. No caso específico da tecnologia, preencheu diversos métodos dentro da sala de aula, proporcionando inovações na forma de ensinar, permitindo que os alunos tirem maior proveito em um ensino ativo. Logo, é fundamental considerar novos métodos de ensino realizado nas escolas para fixar a tecnologia no processo educacional.

Sendo Fundamental a importância e influência do professor, pois o docente deve deixar seu posto arcaico de dono do conhecimento, para se tornar um facilitador, um mediador, mostrando para os discentes como desfrutar dessas tecnologias, combinando as metodologias ativas com todo conhecimento que o aluno traz consigo, para poder gerar um upgrade, uma evolução na qualidade do seu processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, é essencial a capacitação do professor, seja por meio de políticas públicas ou de maneira individual o docente precisa buscar o aperfeiçoamento, à atualização de novas técnicas para trabalhar com esses recursos educacionais inovadores e assim se adaptar a essa transformação do processo de ensino aprendizagem.

O professor não precisa ter medo de ser substituído, pelas novas tecnologias, pois, conforme afirma Ivanilson Costa (2011, p. 88, apud LOPES e PIMENTA, 2017, p.59): “A tecnologia sozinha não potencializa a aprendizagem se não for aliada à prática pedagógica do professor”, dessa forma o docente deve usar essas ferramentas tecnológicas para lhe dar suporte no ensino-aprendizagem dos educandos, haja vista, que é o docente quem as organiza, relaciona, medeia, motiva e incentiva o aprendizado dos alunos. Novas alternativas de ensino são possíveis mediante ao uso da tecnologia, como por exemplo foi mostrado nesse trabalho, a inclusão dos dispositivos móveis como recurso didático em sala de aula.

O smartphone com seus inúmeros sensores, se tornam um poderoso alicerce no ensino de física. Pois, como mostrado nessa dissertação, o emprego desse dispositivo possibilitou comparar os conhecimentos teóricos com os dados obtidos a partir de experiências em tempo real em que o aluno passou a ter um papel mais ativo, devido a utilização dos celulares como instrumento de medição e análise. Dessa forma, alcançando uma interação entre a teoria e a aplicação do conhecimento físico em situações concretas.

Muito embora, algumas adversidades foram encontradas no início, tais como o uso de celulares mais antigos que dificultarão algumas medições, mais sem dúvida a perda de concentração dos discentes durante a realização das atividades foi o maior desafio, nesse momento o professor precisou fazer valer seu papel de mediador. Todavia, mesmo com esses problemas, a pesquisa mostrou que o uso dos smartphones em sala de aula potencializa o ensino de Física, no caso particular do estudo dos movimentos. Pois, mesmo nessa área da mecânica pouco atraente para os alunos, devido à ênfase dada às suas equações e relações matemáticas, é inegável que o uso dos dispositivos moveis possibilitou o aprendizado a partir de diferentes representações como gráficos, diagramas, tabelas, imagens.

A aplicação do produto educacional mostrou-se eficaz, sendo comprovada através dos testes que mostrou um aumento na média dos alunos, alcançando os objetivos. Logo, é importante nessa era tecnológica poder incluir esses dispositivos no ensino aprendizado de física, e das outras disciplinas. Dessa forma, inserindo essas novas metodologias ao papel da escola, de formar pessoas com conhecimento variado e amplo, capaz de desenvolver suas competências e habilidades com o propósito de servir a uma sociedade que enfrenta constantes transformações, se terá um ensino eficiente, centrado no aluno, com isso se alcançando um melhor patamar educacional.

Todas estas novas tecnologias podem melhorar substancialmente a educação, oferecendo novas oportunidades para a aprendizagem, aumentando o desempenho e sucesso acadêmico dos alunos e sua produtividade na escola. É evidente, portanto, que o uso dos smartphones no ensino apresenta novas possibilidades, complementares ao ensino em sala de aula, o que pode ajudar a melhorar a qualidade, para que os alunos participem mais ativamente no processo de ensino-aprendizagem (CUNHA, 2009).

Referências Bibliográficas

ANDRADE, P. da S. M. **A veloz obsolescência dos aparelhos celulares: o que pensam e sentem jovens usuários desta tecnologia.** Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC Rio), junho 2008.

ANDRADE, M.A. De; FERREIRA FILHO, L.G. **Uma abordagem geométrica ao problema da braquistócrona.** Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2309-1-2309-6, jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em: 14 de jul. 2020.

ARAÚJO, F. A. G. de. **O USO DE APLICATIVOS DE SMARTPHONES NO ENSINO DE MECÂNICA.** 2018. 156 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Francisco_De_Araujo2/publication/325370876_Fisica_em_Movimento_Atividades_com_Smartphones_e_Tablets/links/5b0880e30f7e9b1ed7f56427/Fisica-em-Movimento-Atividades-com-Smartphones-e-Tablets.pdf?origin=publication_detail. Acesso em: 12 jul. 2019

BARBAS, M.; BICA, E. **As tecnologias de informação e comunicação e as crianças e jovens com nee - partilha de recursos.** Uiiips, v. 1, n. 3, p. 6–23, Dezembro 2013. INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM.

BECKER, Fernando. Piaget: desenvolvimento cognitivo, aprendizagem e ensino. **Revista do Seminário de Educação de Cruz Alta-RS**, v. 5, n. 1, p. 37-37, 2017.

BRAGA, A. G. R.. **FÍSICA EXPERIMENTAL EM SALA DE AULA MEDIANTE USO DO SMARTPHONE.** 2017. 104 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017.

BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A.. **Estatística Básica.** 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 557 p. (978-85-02-08177-2). Revista e Atualizada. Disponível em: https://www.academia.edu/35975801/Morettin_e_Bussab-Estat%C3%A1stica_B%C3%A1sica_6_ed. Acesso em: 15 jul. 2020.

CETIC.BR, Pesquisas sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras - TIC Educação 2019 – Coletiva de Imprensa. CETIC.BR/NIC.BR. São Paulo. 2019. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020

COLL, César.; MONEREO, Carles. Educação e Aprendizagem no Século XXI: Novas Ferramentas, Novos Cenários, Novas Finalidades. *In*: COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.15-46. Disponível em: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/grupos-de-pesquisa/pdf/2018/COLL_%20MONEREO_Educacao%20e%20aprendizagem%20no%20seculo%20XXI.pdf/view. Acesso em: 01 de set. 2019.

CUNHA, Patrícia Freire Vieira da. **Uma investigação acerca do uso educacional do ambiente Second Life no ensino de Matemática**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2009.

Fascínios da Matemática: A Ciclóide – A Helena da Geometria. MONTALVO E AS CIÊNCIAS NO NOSSO TEMPO. Disponível em: <http://montalvoeascienciasdonossotempo.blogspot.com/2010/05/fascinios-da-matematica-cicloide-helena.html>. Acesso em: 02 de Jan. 2020.

FERNANDES, Arlete Modesto Macedo et al. O Construtivismo na Educação. **Id on Line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 12, n. 40, p. 138-150, 2018.

GOUVEIA, Ana Isabel; FRAGA, Nuno. A construção do conhecimento na educação de infância. **O tempo dos professores**, p. 525-539, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. vol 1.

JEWETT JR., John. W.; SERWAY, Raymond A. **FÍSICA PARA CIENTISTAS E ENGENHEIROS: Mecânica**. Tradução da 8ª edição norte-americana. ed. [S. l.]: CENGAGE Learning, 2011. 488 p. vol. 1. ISBN 9788522110841.

JUNIOR, Roberto B. Nicioli; DE MATTOS, Cristiano Rodrigues. **As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática nos livros didáticos do ensino de Ciências brasileiro**. 2011.

LINS, Maria Judith Sucupira da Costa. Contribuições da teoria de Piaget para a educação. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, v. 2, n. 4, p. 11-29, 2018.

LOPES, Priscila Almeida; PIMENTA, Cintia Cerqueira Cunha. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: benefícios e desafios. **Educação na Atualidade**: avanços e desafios para construção dos conhecimentos, Recife, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2017. Anual. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cadernoscap/article/view/229430/28802>. Acesso em: 10 jul. 2020.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, I. A. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. 10ª. ed. [S.l.: s.n.], 2006. Pag. 144/145.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso De Física Básica 1 – Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

PIANA, C. F.; MACHADO, A. A.; SELAU, L. P. R.. **Estatística Básica**. Pelotas: Ufpel, Instituto de Física e Matemática., 2009. 221 p. (Apostila – Versão Preliminar). Disponível em:

http://www.energiapura.net.br/alunos/planejamento_experimentos/Aulas_PAE/aula1_PAE/Apostila_EB.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

PIVA JUNIOR, Dilermando. **Sala de aula digital**: uma introdução à cultura digital para educadores. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. Toledo. **Os Fundamentos Da Física**: Mecânica. 9ª. ed. rev. e aum. São Paulo: Moderna, 2007. 490 p. v. 1.

REMO; CPI Office: A forma de um half pipe. CPI (Curioso pero inútil), 2006. Disponível em: <https://curiosoperoinutil.com/2006/03/02/consultorio-cpi-la-forma-de-un-half-pipe/>. Acesso em: 20 de maio 2020.

ROCHA, R. de S.. **UTILIZAÇÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA “PEER INSTRUCTION” NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto de Federal do Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: www.ufjf.br/profis/files/2017/01/Dissertação_Rodolfo_Rocha_MNPEF.pdf. Acesso em: 10 jul. 2020.

SOUSA, Bruno; LOPES, Leticia Martins; DO AMARAL, Marco Antônio Franco. A TEORIA PSICOGENÉTICA DE PIAGET E O PAPEL DO PROFESSOR. **Ciclo Revista**, v. 3, n. 1, 2018.

VIEIRA, L. P.. **Experimentos de Física com Tablets e Smartphones**. 2013. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Leonardo_Vieira/dissertacao_Leonardo_Vieira.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., **FÍSICA I - MECÂNICA**, 14a ed. São Paulo: Person Addison Wesley, 2015. Vol 1.

Apêndice A - Produto Educacional

Neste apêndice apresenta-se o Produto Educacional de forma independente da dissertação, para facilitar seu uso e atender as normas do MNPEF/SBF.



**ATIVIDADES COM SMARTPHONES PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME E QUEDA LIVRE**

PEDRO MATEUS REIS DOS REIS

Produto educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) 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(es):

Prof. Dr. Rubens Silva

BELÉM - PARÁ
JUNHO – 2020

Apresentação

O presente produto educacional “Atividades com smartphones para o ensino de física: uma proposta para o ensino de movimento uniforme e queda livre” é composto de experimentos realizados com auxílio de smartphones e materiais de fácil acesso, sendo composto de quatro capítulos.

No primeiro capítulo é apresentado o aplicativo usado, o Phyphox, mostrando algumas de suas funções e possibilidades.

No segundo capítulo encontra-se uma proposta para aplicação da equação da velocidade média, fazendo uma intervenção da possibilidade de se estimar um valor para velocidade do som. E por fim, são sugeridas atividades para utilização deste aplicativo no estudo do movimento em sala de aula e fora da sala de aula.

No terceiro capítulo, confirmando a altura, utiliza-se o aplicativo phyphox para ajudar a confirmar as alturas, através da medida de intervalos de tempo entre eventos sonoros. Com isso, torna-se possível o estudo de movimentos uniformes variados.

No quarto capítulo, utiliza-se o aplicativo Phyphox para gerar e estudar diagramas, gráficos que foram gerados a partir de movimentos em uma trajetória inclinada. Uma perspectiva diferente, no entanto, permitindo como o movimento pode ser representado e estudado.

É importante frisar que os capítulos 2, 3 e 4 basicamente a mesma estrutura. Iniciam com uma introdução e embasamento a respeito do assunto seguida por uma revisão teórica. Após essa parte introdutória, segue-se com a execução do experimento e análise dos resultados e se encerra com uma proposta de inserção em sala de aula dedicada aos professores.

Capítulo 1 – O Aplicativo Phyphox

O Physical phone experiments (phyphox) é um aplicativo de análise de dados, disponível para iOS e Android e permite que os usuários façam experimento utilizando todos os recursos e sensores possíveis de seus celulares.

Existem vários programas de smartphone para atividades experimentais em lojas de aplicativos, porém, em muitos casos podem se resumir apenas a coletar dados, não dispondo de toda capacidade que o phyphox possui, pois esse aplicativo primeiramente foi desenvolvido por físicos para professores de física, é 100% gratuito e multiplataforma, tem suporte no Brasil, tem um bom número de experimentos pré-concebidos, exporta os dados para outros programas, concede a análise dos dados no próprio dispositivo, permite que um experimento possa ser acompanhado por vários dispositivos ao mesmo tempo e também permite que você mesmo desenvolva o seu experimento e customize a análise de dados. Dessa forma, as experiências com phyphox possibilita uma visualização muito mais dinâmica e versátil desses dados, na forma de gráficos em tempo real como mostra Figura 1.

Figura 1 - phyphox



Fonte: <https://phyphox.org/>

O aplicativo phyphox foi desenvolvido no 2º Instituto de Física da universidade de RWTH Aachen. Cujo, o professor Dr. Sebastian Staacks, é o responsável pelo desenvolvimento e conceito do aplicativo que em conjunto com sua equipe completa o aplicativo com recursos inovadores para o desenvolvimento do ensino, visto que o aplicativo trás ferramentas para experimentação baseada nos sensores dos smartphone.

O aplicativo phyphox deve apoiar o professor a criar um novo acesso motivador para que os alunos possam fazer as conexões com física. Os pré-requisitos para os

conteúdos que os alunos devem trazer incluem o conhecimento dos termos: tempo, distância, velocidade e aceleração, bem como seu contexto.

1.1. Funções e Possibilidades

O aplicativo phyphox está disponível desde 12 de setembro de 2016 nas lojas de aplicativos do Google e da Apple, esse aplicativo pode ser baixado a partir do Link ou do QR-code¹ a seguir.

<https://phyphox.org/download/>



Além dos muitos sensores que o phyphox pode ler, o aplicativo se destaca com funções adicionais da massa de aplicativos existentes para a leitura de dados do sensor.

Entre os muitos sensores em um smartphone, ilustrado na Figura 2, estão os acelerômetros, giroscópio, sensor de campo magnético e microfone. Os dispositivos mais recentes também incorporam um sensor de temperatura, pressão e umidade. Todavia, é importante ressaltar, que não são todos os aparelhos que dispõem de todos os sensores.

¹ Instruções para a leitura do QR-code sem a necessidade de aplicativos. 1- Posicione a câmera de seu *smartphone* de modo a captar o código; 2- surgirá na tela a opção para baixar para android ou IOS; 3- clique no sistema do seu smartphone e você será redirecionado para baixar o aplicativo.

Figura 2 - Maioria dos sensores incorporados em um smartphone. Gráfico criado por Sebastian Staacks



Fonte: <https://phyphox.org/>

O aplicativo permite que o usuário acesse os dados brutos do sensor e, além disso, pode apresentar resultados calculados em experimentos já implementados.

Além de acessar os diversos dados do sensor do smartphone, o aplicativo oferece a possibilidade de acesso remoto, ou seja, permite que o aplicativo, desde que estejam ambos na mesma rede de internet, como mostra a Figura 3, seja controlado remotamente, a partir do computador ou de outro celular sem que esse esteja bloqueado, pois não roda em segundo plano.

Figura 3 - Phyphox acesso remoto



Fonte: <https://phyphox.org/>

Assim, os dados de medições ao vivo podem ser rastreados no PC e possivelmente apresentados através de um projetor conectado, o que representa uma

vantagem considerável para experimentos de demonstração. Além disso, os dados medidos muito facilmente protegido e enviado para um PC (formatos: valores separados por vírgula (CSV), valores separados por tabulações e como formato Excel (xls).

Todos os experimentos já implantados no aplicativo são seguidos de informações auxiliares para que o usuário não tenha dificuldade em manipular o experimento, essas informações são encontradas na hora que você abre qualquer experimento você irá encontrar três pontos (⋮) no canto superior direito como está indicando a Figura 4(a) e ao clicar irá aparecer as informações como mostra a Figura 4(b), em que na sequência aparece:

- **Inform. Do experimento:** lugar em que o usuário tem acesso a todas as informações de manipulação do experimento com dicas e explicações para uso, além de ter o wiki para troca de informações e até mesmo um vídeo mostrando o uso da ferramenta.
- **Vídeo:** Parte em que o usuário tem acesso a um vídeo experimental exemplificando o uso daquela ferramenta.
- **Exportar dados:** Lugar em que o usuário ao realizar os experimentos pode gerar os dados separados por vírgula (CSV) ou valores separados por tabulações e como formato Excel (xls).
- **Compartilhar captura da tela:** Parte em que o usuário pode dá um print da tela para salvar o que está sendo registrado naquele instante.
- **Medida temporizada:** É o lugar em que o usuário pode dá um atraso para iniciar o experimento ao ser dado play e/ou alterar a duração do experimento de acordo com sua necessidade.
- **Permitir acesso remoto:** Parte em que é permitido o acesso com outros dispositivos, desde que estejam na mesma rede de internet.
- **Salvar experiência:** Lugar para salvar o experimento realizado.

Figura 448 - tela inicial (a) e informações adicionais ao apertar nos três pontos (b)

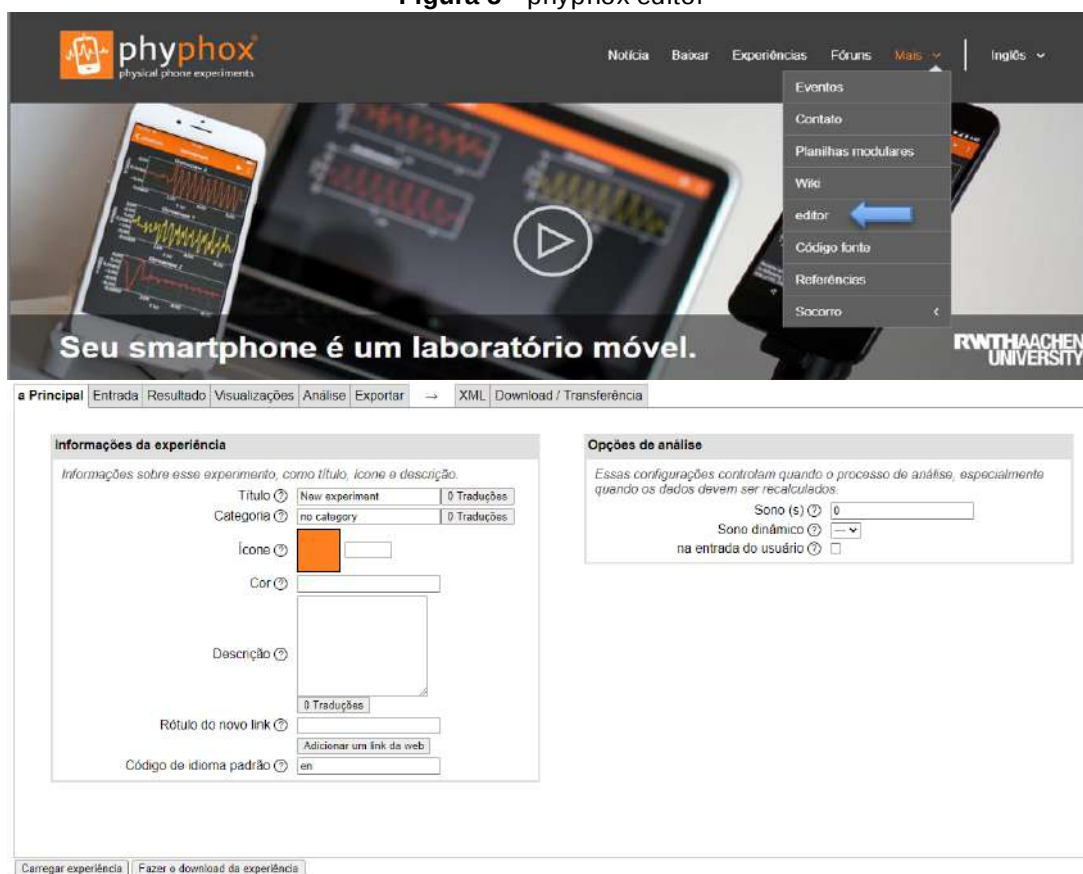


Fonte: Autor

Outra grande vantagem do aplicativo Phyphox é que ele pode criar experimentos simples. Para usuários e professores, essa é uma boa maneira de manipular pequenos parâmetros de uma avaliação, por exemplo a taxa do sensor experimental ou a quantidade registrada de dados. Para mais informações sobre o aplicativo e seus recursos podem ser encontradas no site <https://phyphox.org/>.

Além de breves explicações das funções, o aplicativo possui uma página que se destina a documentar e compartilhar informações mais detalhadas sobre phyphox, experimentos e projetos, que permite aos usuários trocar experiências e conhecimentos sobre o Phyphox. Além da função de editor como mostra a Figura 5 que permite criar experimentos simples ou para variar parâmetros, ainda é possível ser um elaborador para o aplicativo para programar novos experimentos.

Figura 5 - phyphox editor



Fonte: <https://phyphox.org/>

Para professores, o editor do phyphox oferece uma variedade de opções, tentativas de alterar ou até mesmo criar experimentos completamente novos e complexos. O programador do aplicativo planeja criar um tutorial para este editor, tornando o caminho para sua própria programação mais fácil e mais atraente para outros professores. Uma explicação e exemplos de experimentos feitos pelo próprio autor com o editor de Phyphox podem ser encontrados na dissertação de bacharel de B. D. Gotze sobre as oscilações harmônicas ver (GOTZE, 2016).

Capítulo 2 – Estimando o valor da velocidade do som

O som é uma onda mecânica que é muito importante para alguns animais, como por exemplo morcegos e golfinhos, eles têm uma excelente visão durante o dia, mas ambos precisam caçar e se mover em ambientes com pouca luz. Nesse caso, devido ao som inaudível aos seres humanos, eles podem realizar esse feito sem a necessidade dos olhos. Nos morcegos, a precisão é tão alta que certas espécies podem detectar fios com apenas 0,5 mm de espessura ao voar em baixas altitudes.

Nos golfinhos, o sistema é mais eficiente porque o som viaja 4,5 vezes mais rápido na água.

2.1. Do que depende a velocidade do som

As ondas podem se classificar quanto a sua natureza em ondas mecânicas que precisam de um meio material para se propagar, tendo como exemplo o som que se propaga nos sólidos, líquidos e gases. Nesta seção, será dada ênfase as ondas sonoras com especificidade para propagação de ondas sonoras em meio gasoso.

O mecanismo de propagação de uma onda sonora se dá pela alternância de zonas de compressão (maior pressão) e zonas de rarefação (menor pressão), assim essa variação de pressão faz a onda se propagar. Em resumo, pode ser sintetizado no esquema da Figura 6.

Figura 6 - Síntese da propagação do som



Fonte: Autor.

O valor da velocidade (rapidez) (v) das ondas sonoras que se propagam pelo meio depende de duas propriedades mecânicas do meio: a densidade de massa (ρ) do meio e o módulo de elasticidade (B) do meio. Mantendo a densidade constante e aumentando o módulo de elasticidade, a velocidade de propagação aumenta. Dessa forma, calcula-se a velocidade da onda sonora de acordo com a Equação 1 abaixo.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad \text{Equação 1}$$

Por exemplo, o som se move em alumínio a uma velocidade de aproximadamente 5 km/s e em água a 1,5 km/s. Isso não ocorre porque o alumínio é

mais denso que a água, mas porque o alumínio possui um módulo de elasticidade mais alto (mais rígido, menos compressível) que a água, o que compensa o fato de que a densidade da água é menor que a do alumínio.

Na relação entre densidade e pressão geralmente, uma dada massa de fluido M (substância que toma facilmente a forma do recipiente que a contém, devido à mobilidade das suas moléculas que podem deslizar umas sobre as outras, no caso dos líquidos, ou deslocar-se autonomamente, no caso dos gases) ocupando um determinado volume V , com um aumento de pressão ($\Delta P > 0$) provoca uma compressão de volume ($\Delta V < 0$). A magnitude do intervalo percentual de volume correspondente é $-\Delta V/V$, e a razão B abaixo para variações infinitesimais chama-se de módulo de elasticidade do fluido.

$$B = -\frac{\Delta P}{\Delta V/V} = \rho \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta \rho}\right) \quad \text{Equação 2}$$

Assim, sabendo que a densidade é dada por:

$$\rho = M/V \quad \text{Equação 3}$$

73

E na equação dos gases perfeitos $PV = nRT$, para uma massa M de gás de massa molar m , o número n de mols é $n = M/m$, em que também se tem uma relação entre pressão P , densidade ρ (ou o volume V) e temperatura T , em que através de um processo isotérmico (ou seja, a temperatura constante) num gás ideal, mostra-se que a pressão é diretamente proporcional à densidade ρ de acordo com a Equação 4:

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{M}{m}RT$$

$$P = \frac{M}{V} \frac{RT}{m}$$

$$P = \rho \frac{RT}{m}$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{m} \quad \text{Equação 4}$$

Assim substituindo a Equação 2 na Equação 1 temos:

$$v = \sqrt{\rho \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta \rho}\right) \cdot \frac{1}{\rho}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta \rho}\right)} \quad \text{Equação 5}$$

logo, como em uma onda sonora as variações de pressão (ΔP) e densidade ($\Delta \rho$) são extremamente pequenas em relação aos valores de equilíbrio dessas grandezas, ou seja, a onda constitui pequenas perturbações, podemos escrever que $\Delta P \cong P$ e $\Delta \rho \cong \rho$. Dessa forma, substituindo a Equação 4 na Equação 5 temos:

$$v = \sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta \rho}\right)} = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{RT}{m}} \quad \text{Equação 6}$$

Assim, a velocidade do som num gás pode ser expressa em função da temperatura do gás e da sua massa molar. Com isso, à temperatura de 293 K aproximadamente, temos a velocidade do som no ar em torno de 344 m/s.

Portanto, como a velocidade varia de acordo com a raiz quadrada da temperatura absoluta do gás, pode-se inferir que em variações infames de temperatura, a velocidade do som terá a mesma velocidade durante o trajeto, executando assim um movimento uniforme com velocidade praticamente constante.

Antes de falar de movimento uniforme que é o mais simples dos movimentos é importante diferenciarmos dois conceitos o de rapidez e velocidade média, haja vista que será utilizado a rapidez para efetuar o cálculo da velocidade do som.

A rapidez é um valor escalar, comumente referida como velocidade escalar. Refere-se à velocidade com que algo se move ou à taxa de tempo da mudança de posição sem direção e sentido. A velocidade média é uma grandeza vetorial, cujo módulo é a velocidade, incluindo a direção e a direção do movimento.

Outra diferença entre as duas grandezas está na distinção entre distância e deslocamento. Rapidez é a distância percorrida por duração, enquanto a velocidade média é deslocamento por duração. Distância é diferente de deslocamento em um movimento não retilíneo, por exemplo um estudante que sai de sua casa num carro com seus pais percorrendo 5 km para ir à escola e mais 5 km para voltar da escola para sua casa, viajou um total de 10 km, todavia, não “foi” a lugar nenhum. A distância total percorrida foi sim de 10 km, porém seu deslocamento foi nulo.

Embora a rapidez instantânea e velocidade instantânea tenham o mesmo valor num instante qualquer, a rapidez média e a velocidade média podem ser completamente diferentes. Por exemplo a rapidez média que se define como:

$$\text{Rapidez média} = \frac{\text{Distância total percorrida}(d_T)}{\text{Intervalo de tempo } (\Delta t)} \quad \text{Equação 7}$$

em que a rapidez média do estudante é 10 km dividido pelo tempo total de ida e volta da escola, enquanto a velocidade média ($\overrightarrow{v_M}$) que se define com:

$$\overrightarrow{v_M} = \frac{\text{Deslocamento}(\vec{D})}{\text{Intervalo de tempo } (\Delta t)} \quad \text{Equação 8}$$

onde essa velocidade média do estudante é nula, pois não houve deslocamento.

E no estudo do movimento quando a velocidade for constante, não sofrer variação, é por que não ouve aceleração, assim caracterizando um movimento retilíneo uniforme.

2.2. O Experimento

Consiste em fazer com que os alunos utilizem os conhecimentos adquiridos sobre movimento uniforme, para calcular a velocidade som. Em que será necessário o aplicativo phyphox que lhes ajudará a determinar o intervalo de tempo. E após a realização do experimento preencher a tabela disponibilizada no Apêndice A-1.

2.3. Materiais Utilizados

Para realiza o experimento será necessário:

- Dois smartphones ambos com o aplicativo phyphox instalado;
- Uma fita métrica de 5 m;

2.4. Objetivos

O experimento tem como objetivos:

- Estabelecer uma interação entre a teoria e aplicação do conhecimento físico em situações concretas;
- Reconhecer os smartphones como recursos didáticos em sala de aula;
- Proporcionar aos alunos um papel mais ativo a partir da utilização do smartphone como instrumento de medição e análise;
- Comparar conhecimentos teóricos com os dados obtidos a partir de uma experiência em tempo real;

2.5. Uso do aplicativo phyphox (Cronômetro Acústico)

O experimento “Cronômetro Acústico” é mais uma ferramenta do que um experimento independente. Ele usa um ruído para acionar um temporizador, que parará novamente no segundo ruído. Qualquer som é usado como um gatilho se sua amplitude estiver acima do limiar. Por isso, é importante definir o limiar no experimento que será realizado para que barulhos adjacentes não afetem na detecção do tempo, sendo importante de se realizar em lugares com o máximo de silêncio possível. Em suma, localize no phyphox a seção “Temporizadores” lá ficará o Cronômetro Acústico como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Uso da ferramenta Cronômetro Acústico



Fonte: Autor

Após abrir no aplicativo a ferramenta você terá a Figura 8(a) só que com o cronômetro zerado, sendo imprescindível, seguir três passos antes de se iniciar o experimento.

Dessa forma, primeiramente para se obter uma melhor análise e eficácia no experimento, deve-se usar os celulares mais modernos, pois, como esse experimento é muito sensível à qualidade do celular, poderá não ter a eficácia necessária em celulares antigos, segundo é preciso ajustar o Limiar que é o valor mínimo que o celular usará para captura o som e poder iniciar a contagem, com isso é de suma importância que esse valor fique acima do nível de ruído do ambiente, todavia, abaixo do barulho que será executado para disparar o cronômetro acústico. Por último, defina o valor do intervalo mínimo para evitar que qualquer barulho do disparo seja menor que esse tempo, para que o contador não seja disparado devido a ecos ou reverberação, oriundos do som do disparo. Em caso de outras dúvidas podem apertar

nos três pontos (⋮) no canto superior direito onde a seta está indicando, tendo acesso outras possibilidades de informação do experimento como mostra a Figura 8(b).

Figura 8 - Informações da ferramenta



Fonte: Autor

Portanto, a ferramenta cronômetro acústico, funcionará de tal forma que ao dar play, o primeiro som captado pelo dispositivo, iniciará o contador e o um segundo som capturado irá parar a contagem. Logo, como será usado dois smartphones separados a uma determinada distância, é necessário fazer testes e ajustes para que o som inicial produzido como por exemplo um estouro de balão ou o som de um aplauso, seja captado pelos dois aparelhos, dando início ao experimento e o som final captado pelos dispositivos possa parar a contagem. Dessa forma, os dois telefones gravam intervalos de tempo diferentes. Assim, a diferença entre esses intervalos é o tempo que o som percorreu os caminhos de ida e volta.

2.6. Realização do Experimento

Os alunos calculam a velocidade do som usando a Equação 7 da rapidez média. Sendo importante seguir as etapas e procedimentos da Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas para execução do experimento

ETAPAS	PROCEDIMENTOS
1	Definir os grupos, a distância e preparar os smartphones.

2	Estudante 1 disparar o som1 e o cronômetro no smartphone 1 é acionado, o som chega no smartphone 2, acionando seu cronômetro.
3	Estudante 2 dispara o som2, pausando o cronômetro do smartphone 2, o som chega no smartphone 1 e pausa seu cronômetro.
4	Fazer o Preenchimento da tabela disponibilizada no Apêndice A-1 e realizar o cálculo da velocidade do som

Fonte: Autor

2.6.1. Execução das Etapas e Procedimentos

Na etapa 1 os alunos foram divididos em grupos de pelo menos 3 alunos, de forma que, dois usam o temporizador acústico para determinar o tempo do caminho sonoro e o restante preenche os dados da tabela disponibilizada no Apêndice A-1, a distância estabelecida foi de 5 m conforme a Figura 9.

Figura 9 - Distância (d) entre os smartphones fixada em 5 metros



Fonte: Autor

Depois de tudo posicionado inicia a etapa 2, onde o estudante 1 executa o primeiro som (bater palmas) conforme a Figura 10 com isso, o cronômetro do smartphone 1 é acionado e logo em seguida o som chega no smartphone 2 acionando também seu cronômetro.

Figura 10 - Início do experimento e produção do som



Fonte: Autor

Em seguida inicia a etapa 3 em que o estudante 2 executa o segundo barulho (bater palmas) como mostra Figura 11 que fará com que o temporizador do smartphone 2 pare e posteriormente o som chega ao smartphone 1 parando também seu temporizador.

Figura 11 - Final do movimento e produção do som



Fonte: Autor

Na etapa 4, obtém-se os resultados dos times determinado pelo aplicativo. Usando a tabela fornecida no Apêndice A-1, se preenche o resultado do tempo (t_1) com o valor da Figura 12(a) e o resultado do tempo (t_2) com o valor da Figura 12(b) que são os tempos obtidos nos smartphones 1 e 2 respectivamente após a realização do experimento. De tal modo, que a diferença entre os tempos t_1 e t_2 é o intervalo de tempo (Δt) que é o período que o som percorreu na ida e na volta.

Figura 12 - Resultado do Tempo em cada smartphone após realização do experimento



Fonte: Autor

Portanto, após se ter o intervalo de tempo gasto no percurso do som, no qual é importante atentar que o mesmo fez o percurso duas vezes, assim para se determinar a velocidade média do som se usa a Equação 9

$$R_m = \frac{2 \cdot d}{\Delta t} \quad \text{Equação 9}$$

É imprescindível frisar que foram feitos 5 testes por equipe e tirado a média do resultado das velocidades, para que se pudesse minimizar os erros e se chegasse o mais próximo possível do resultado que se conhece para velocidade do som no ar a temperatura ambiente.

Outro ponto importante é a necessidade de se tomar algumas precauções, pois, o cronômetro pode parar imediatamente após o início. Nesse caso, a duração do seu ruído inicial é muito longa. O experimento espera pelo menos 100 ms (milissegundos) antes de aceitar um segundo gatilho. No entanto, se houver eco ou toque, o relógio pode parar novamente. Assim, reduza o ruído ou eco, aumente o limiar ou aumente o atraso mínimo.

Eventos de disparo são perdidos. Nesse caso, você provavelmente precisará diminuir o limiar, para que todos os seus ruídos estejam acima do limite. Você pode usar o experimento do osciloscópio de áudio para verificar amplitudes.

O relógio dispara sem barulho. Nesse caso, você provavelmente precisará aumentar o limite, para que não seja acionado pelo ruído de fundo.

2.7. Uma Proposta de Utilização em Sala de Aula

Na realização das atividades propostas neste capítulo junto aos alunos, é utilizado no aplicativo (app) phyphox as ferramentas cronômetro acústico e sonar. A escolha deste aplicativo deve-se ao fato de o mesmo estar disponível tanto para iOS quanto para Android. O aplicativo é gratuito, o que facilita a obtenção do mesmo por todos os alunos. Para alcançar os objetivos, são propostas quatro atividades que são realizadas após a introdução do estudo de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e de uma breve apresentação do aplicativo pelo professor, da seguinte forma:

1ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Com o app instalado e após uma breve introdução feita pelo docente a respeito do phyphox, os discentes são convidados a manipular (mexer) no aplicativo phyphox e ver algumas de suas funcionalidades, onde é explicado quais ferramentas serão utilizadas e como serão usadas, assim levando os materiais necessários para próxima aula.

2ª atividade (2 - aula de 50 minutos): No segundo momento, os alunos são orientados pelo professor a se dividir em grupos para a realizar o experimento do cálculo da velocidade som, a partir da determinação do tempo, pois essa é a variável que falta para determinar o valor da velocidade do som, já que esse executa um MRU e a distância foi estipulada em 5 metros, como mostram as Figura 9. Em seguida preencher os valores na tabela disponibilizada no Apêndice A-1 e comparar com valores já determinados em tabelas encontradas na internet para velocidade do som.

3ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Tomando como base o que foi estudado e testado até o momento. Podem ser levantadas algumas perguntas que serão discutidas e debatidas na próxima atividade e/ou aula.

1. Qual o valor da velocidade do som encontrada no experimento? Os valores encontrados foram confirmados com os valores já determinados em outras tabelas na internet?
2. Quais grandezas foram importantes para determinar o valor da velocidade, no experimento?
3. Por que podemos utilizar o movimento uniforme para calcular a velocidade do som? E como pode ser feita essa determinação?
4. Como os morcegos podem ver suas presas ou obstáculos no escuro, sabendo que eles são meio que deficientes visuais nesse horário?

5. Se o experimento fosse realizado em horários diferentes, tipo cedo pela manhã e à tarde em horários cada vez mais quente, o valor da velocidade mudaria? Justifique.

4ª atividade (2 - aula de 50 minutos): Por fim, como última atividade, as equipes (grupos de alunos) são convidadas a participar de uma mesa redonda para discutir o que foi encontrado nas perguntas e apresentar diante da turma, explicando como chegaram aos resultados.

Após as atividades realizadas, como forma de avaliar a aprendizagem dos alunos, o professor pode, além de observar suas apresentações e participações em equipe, propor a elaboração de um relatório e pedir o preenchimento da tabela disponibilizada no Apêndice A-1, para poder verificar os cálculos, com o objetivo de avaliar as operações e a relação do assunto com o experimento afim de poder verificar se a proposta foi eficaz.

Capítulo 3 – Confirmando a altura

O phyphox permite uma infinidade de experimentos, de verificações possíveis, uma delas é poder ajudar em como confirmar a altura através do uso do cronômetro acústico já visto no capítulo anterior.

O conhecimento da queda livre é usado para determinar a altura, sendo um movimento no qual o corpo é abandonado de uma certa altura (com velocidade inicial zero) e cai com movimento uniformemente acelerado, alterando sua velocidade apenas devido à gravidade, que difere do arremesso vertical, em que o corpo é iniciado em uma velocidade inicial diferente de zero.

Ambos os movimentos ignoram a resistência do ar. Assim, arremessos verticais e movimentos de queda livre são movimentos com aceleração constante, ou seja, são casos especiais de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Portanto, as mesmas equações MRUV listadas abaixo serão aplicadas.

$$v = v_0 + a \cdot t \quad \text{Equação 10}$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{Equação 11}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \quad \text{Equação 12}$$

Assim no lançamento vertical, que é quando um corpo é arremessado para cima ou para baixo, com uma velocidade inicial não nula. Nas fórmulas, usa-se no lugar de $s \Rightarrow h$, $s_0 \Rightarrow h_0$ e $a \Rightarrow g$.

Os movimentos de queda livre próximos a superfície terrestre podem ser descritos, usando as mesmas equações do MRUV. No entanto, para caracterizar um movimento de queda livre ideal, o corpo deve negligenciar os efeitos da resistência do ar e sair do repouso ($v_0 = 0$), em que uma referência vertical para baixo é usada como sentido positivo e, portanto, uma aceleração gravitacional também com um sentido positivo. A partir da posição inicial ($h_0 = 0$), obtemos as equações abaixo mostradas para o movimento de queda livre.

$$v = g \cdot t \quad \text{Equação 13}$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \text{Equação 14}$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \quad \text{Equação 15}$$

Logo, a partir da Equação 14, podemos confirmar a altura dos corpos apenas tendo o intervalo de tempo gasto de um objeto solto até o solo e da aceleração gravitacional local.

Além de poder afirmar que o tempo de queda dos corpos não dependem de seu tamanho ou de sua massa, mas somente da altura em que são soltos e do módulo da aceleração da gravidade local o que pode ser facilmente provado ao isolar a variável tempo (t) da Equação 14, o que implica em dizer que se dois objetos de massas e formas distintas forem abandonados no mesmo instante, dá mesma altura e do mesmo local eles devem chegar juntos ao solo.

3.1. O Experimento

Consiste em fazer com que os alunos utilizem os conhecimentos adquiridos sobre movimento uniformemente variado, para estimar a altura do aro da cesta de basquete da escola e a altura de um outro objeto já conhecido, nesse caso foi escolhido a altura que ficava o relógio de um dos alunos da classe, quando o discente estivesse com a mão levantada. Assim, com auxílio do smartphone e suas ferramentas podendo confirmar e/ou comparar os valores obtidos com os reais.

3.2. Materiais Utilizados

Para realiza o experimento será necessário:

- Um smartphones com o aplicativo phyphox instalado;
- Uma fita métrica de 5 m;
- Escada
- Bandeja metálica
- Clip de papel e fio de nylon
- Objeto metálico ou Esfera de metal (média ou grande)
- Balões
- Alfinete

3.3. Objetivos

O experimento tem como objetivos:

- Estabelecer uma interação entre a teoria e aplicação do conhecimento físico em situações concretas;
- Reconhecer os smartphones como recursos didáticos em sala de aula;
- Proporcionar aos alunos um papel mais ativo a partir da utilização do smartphone como instrumento de medição e análise;
- Comparar conhecimentos teóricos com os dados obtidos a partir de uma experiência em tempo real;

3.4. Realização do Experimento e Análises

O experimento é dividido em duas partes, a primeira é aferir a altura do aro da cesta da escola e a segunda etapa é estimar a altura que está o relógio de um colega da turma em relação ao chão, em que os alunos, através da Equação 14, irão estimar o valor da altura de modo que para esse feito, os objetos caíram exclusivamente sob efeito da aceleração gravitacional, que nas proximidades da superfície terrestre é constante, sendo necessário conhecer apenas o intervalo de tempo gasto, visto que

esse será determinado com uso do app phyphox, ferramenta cronômetro acústico, em que já foi mostrado anteriormente como manuseá-lo.

Na primeira etapa, sabe-se que em dados oficiais da altura do aro deve ser de 3,05, porém o da escola constava na medição 3 metros como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Altura do aro da cesta de basquete



Fonte: Autor

Portanto, nessa primeira etapa, prende-se o objeto metálico ao balão com ajuda do clip de papel, para que na hora que o balão estourar o objeto caia livremente. Com ajuda da escada, fixa-se o conjunto balão + objeto metálico ao aro da cesta de basquete com fio como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Fixação da esfera ao balão e do conjunto no aro de basquete



Fonte: Autor

Assim que o conjunto for fixado, a bandeja de metal deve ser cuidadosamente colocada no chão para que fique embaixo da bola. Após esse ato o telefone é preparado com a ferramenta temporizador acústico do aplicativo phyphox (de preferência colocado no meio entre a bola e a bandeja) para iniciar o experimento. Com tudo preparado é dado início a prática experimental, no qual o aluno no topo da escada irá estourar o balão e esse som inicial gerado irá dar início ao cronômetro e quando a esfera bater na bandeja irá gerar um segundo som que irá parar o cronômetro, assim será calculado o intervalo de tempo que é preciso para estimar a altura do aro.

Na segunda parte do experimento foi proposto estimar a altura do ponto onde o relógio se encontra no braço do aluno como mostra a Figura 15, realizando os mesmos procedimentos experimentais da etapa anterior

Figura 15 - Altura do relógio em relação ao chão



Fonte: Autor

O som gerado pela explosão do balão dá início da medição do tempo e o som gerado pelo objeto em queda ao entrar em contato com a parte metálica interrompe o temporizador, assim, o intervalo de tempo é determinado, dessa forma é preciso apenas substituir esse valor na Equação 14 para determinar a altura.

3.5. Uma Proposta de Utilização em Sala de Aula

O aplicativo Phyphox usa as ferramentas do temporizador acústico para realizar as atividades propostas nesta seção com os alunos. A escolha deste aplicativo deve-se ao fato de estar disponível para iOS e Android. O aplicativo é gratuito, o que facilita a obtenção de todos os alunos. Para atingir os objetivos, quatro atividades são propostas, que serão realizadas após a introdução do Estudo do Movimento de Queda Livre (M.Q.L) e uma breve descrição da aplicação pelo professor, como segue:

Se você já realizou alguma atividade ou se os alunos já tiverem familiaridade com o phyphox, você não precisa realizar a 1ª atividade.

1ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Com o app instalado e após uma breve introdução feita pelo docente a respeito do Phyphox, os discentes são convidados a manipular (mexer) no aplicativo Phyphox e ver algumas de suas funcionalidades, onde é explicado quais ferramentas serão utilizadas e como serão usadas, assim levando os materiais necessários para próxima aula.

2ª atividade (2 - aula de 50 minutos): Nesta atividade, os alunos são orientados pelo professor a se dividir em grupos para a realizar o experimento do cálculo das alturas, a partir da determinação do tempo, pois essa é a variável que falta para determinar a grandeza desejada, já que o corpo executará um MRUV, mais precisamente por ser abandonado estará em queda livre. Em seguida após realizar os experimentos, criar uma tabela com os valores obtidos.

3ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Tomando como base o que foi estudado e testado até o momento. Podem ser levantadas algumas perguntas que serão discutidas e debatidas na próxima atividade.

1. Afinal, porque os corpos caem?
2. O que identifica o movimento de queda livre?
3. Qual a relação entre velocidade e aceleração?
4. A velocidade do som no ar (20 °C) é de aproximadamente 343 m/s e na água (25 °C) é de aproximadamente 1493 m/s. Então, quando o som viaja do ar para a água, podemos dizer que as ondas sonoras aceleram? Justifique.

4ª atividade (2 - aula de 50 minutos): Por fim, como última atividade, as equipes (grupos de alunos) são convidadas a participar de uma mesa redonda para discutir as perguntas da atividade anterior e apresentar diante da turma, explicando como chegaram à conclusão.

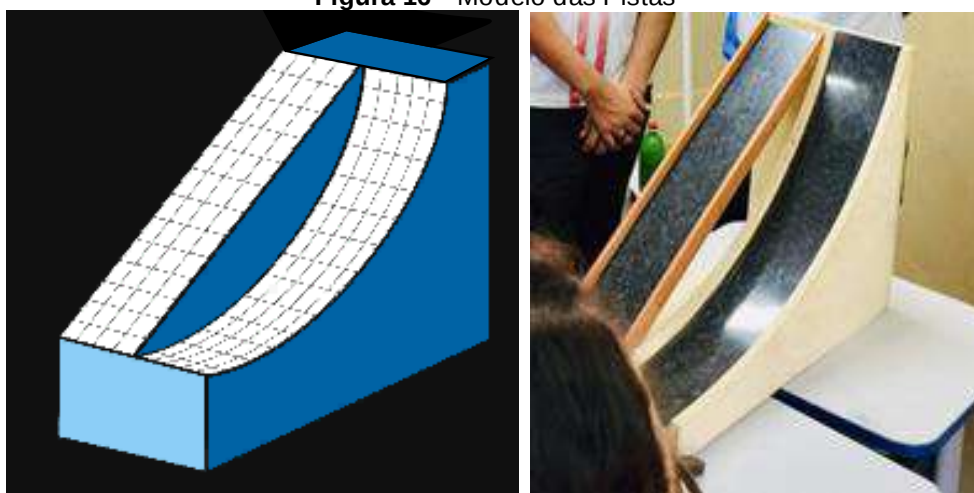
Após as atividades realizadas, como forma de avaliar a aprendizagem dos alunos, o professor pode, além de observar suas apresentações e participações em equipe, propor a elaboração de um relatório e pedir o preenchimento a tabela dos resultados já feita, para poder verificar os cálculos, com o objetivo de avaliar as operações e a relação do assunto com o experimento afim de poder verificar a aprendizagem dos alunos.

Capítulo 4 – Análise Gráfica

Com o phyphox pode usar os sensores dos smartphones, esse experimento está apenas tentando usar o acelerômetro, que é um componente eletrônico que mede a inclinação e o movimento. Ele também pode detectar movimentos e gestos rotacionais, como agitar ou balançar um determinado dispositivo eletrônico ao qual ele pertence. Como resultado, o aplicativo pega os dados e os converte em gráficos para estudos de aceleração e velocidade.

Será realizado um estudo gráfico da aceleração, a partir do abandono de dois carrinhos num conjunto de pistas com trajetórias diferentes como no modelo da Figura 16.

Figura 16 - Modelo das Pistas



Fonte: Adaptado de Remo (2006)

Assim, fixando os smartphones aos carrinhos com as braçadeiras de nylon, eles serão abandonados da mesma altura como mostra a Figura 17(a) na rampa ou plano inclinado e a Figura 17(b) na pista em forma de cicloide invertida ou curva cicloide. Dessa forma, através dos dados gerados pelo aplicativo serão feitas as análises.

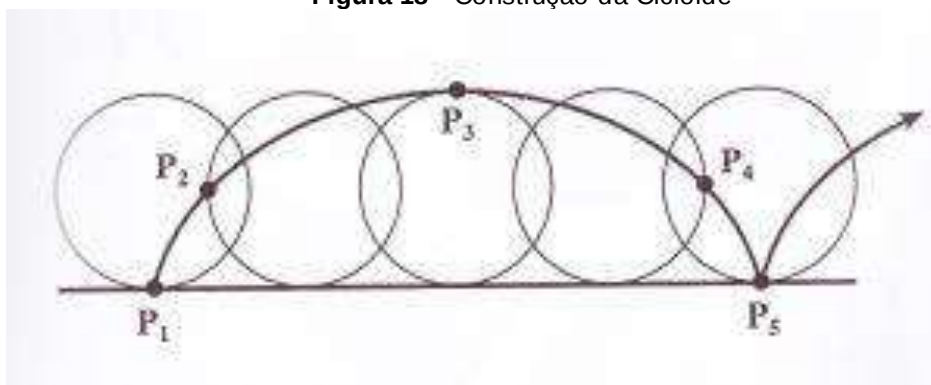
Figura 17 - Pistas para experimento (a) rampa ou plano inclinado e (b) cicloide invertida ou curva cicloide



Fonte: Autor

É importante frisar que a curva cicloide é uma curva traçada por um ponto qualquer, fixa numa circunferência que rola sem deslizar conforme a Figura 18. Uma legítima definição de cicloide foi feita por Coelho (2008, p. 12), que diz “é a curva descrita por um ponto da circunferência de um círculo que rola sobre uma reta sem deslizar”.

Figura 18 - Construção da Cicloide



Fonte: Fascínios da matemática, 2010

4.2. Materiais Utilizados

Para realiza o experimento será necessário:

- Conjunto de Pistas conforme Figura 16;
- Dois celulares com phyphox instalado e que tenham o sensor acelerômetro;

- Dois carrinhos de plástico;
- Braçadeiras de nylon;

4.3. Objetivos

O experimento tem como objetivos:

- Estabelecer uma interação entre a teoria e aplicação do conhecimento físico em situações concretas;
- Reconhecer os smartphones como recursos didáticos em sala de aula;
- Proporcionar aos alunos um papel mais ativo a partir da utilização do smartphone como instrumento de medição e análise;
- Comparar conhecimentos teóricos com os dados obtidos a partir de uma experiência em tempo real;

4.4. Realização do Experimento

No experimento serão fixado um celular em cada carrinho com as braçadeiras de nylon, e será utilizado no phyphox a ferramenta aceleração (sem g), importante frisar que nem todo aparelho possui essa ferramenta, por isso utilizar os dispositivos que detém dessa ferramenta, como mostra a Figura 19, que permite mensurar o valor da aceleração, não levando em conta a aceleração gravitacional.

Figura 19 - Ferramenta aceleração (sem g)



Fonte: Autor

No entanto, um tempo de atraso inicial é usado. Esse é o tempo necessário para iniciar o experimento e a duração do experimento é de 3 segundos. Lá, ele pode ser facilmente configurado na ordem mostrada na Figura 20. Pressione (...) e assinale "Medida temporizada". Depois, selecione "Usar temporizador para fazer a medida" e, finalmente, defina o atraso inicial e o tempo da experiência para 3 segundos.

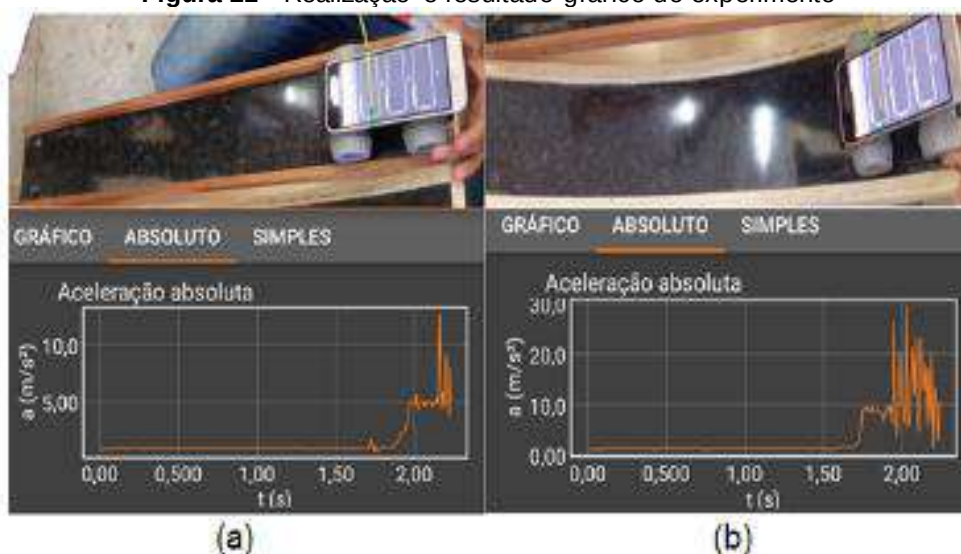
Figura 20 - Configuração para o experimento



Fonte: Autor

Depois que tudo estiver configurado, o experimento começará sendo os carros abandonados da mesma altura e ao mesmo tempo, quando o atraso no visor estiver marcando 1 segundo. Dessa maneira, obteremos como consequência a Figura 21(a) que é obtido representando a trajetória no plano inclinado e a Figura 21(b) que mostra o resultado na curva cicloide.

Figura 21 - Realização e resultado gráfico do experimento



Fonte: Autor

Com a realização do experimento, verificou-se que na pista em forma de cicloide invertida o carrinho obteve uma maior aceleração no intervalo de tempo transcorrido. Esse ocorrido, se deve ao fato da mudança da componente na direção do deslocamento, em outras palavras, que no carrinho da pista cicloide age o máximo da componente vertical da aceleração gravitacional, enquanto no primeiro carrinho age somente parte desse valor já que será decomposta em razão de não estar na vertical, por consequência disso, estando os carrinhos sujeito a mesma força gravitacional o carrinho da Figura 21(b) é detentor de uma maior aceleração, pois conforme afirma Andrade e Ferreira Filho (2015, p. 6) “aceleração resultante sobre uma partícula descrevendo a braquistócrona tem magnitude igual a g ”, assim, na trajetória da curva cicloide por ter maior aceleração, tem maior variação de velocidade.

4.5. Uma Proposta de Utilização em Sala de Aula

Para alcançar os objetivos propostos, neste capítulo junto aos alunos, são propostas quatro atividades que são realizadas após a introdução do estudo de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Queda Livre (Q.L), sendo que anterior as atividades são feitas com breve apresentação do aplicativo pelo professor, e assim após a apresentação segue-se as atividades da seguinte forma:

Se você já realizou alguma das outras atividades anteriores ou se os alunos já tiverem familiaridade com o phyphox, você não precisa realizar a 1ª atividade.

1ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Com o app instalado e após uma breve introdução feita pelo docente a respeito do phyphox, os discentes são convidados a manipular (mexer) no aplicativo phyphox e ver algumas de suas funcionalidades, onde é explicado quais ferramentas serão utilizadas e como serão usadas, assim levando os materiais necessários para próxima aula.

2ª atividade (2 - aula de 50 minutos): Nesta atividade, os alunos são orientados pelo professor a se dividir em grupos para a realizar o experimento, em que cada grupo terá um tempo de aproximadamente 10 minutos para explorar as pistas da Figura 16 que lhes é fornecida, assim os discentes irão fazer o abandono dos carrinhos para realizar o estudo gráfico de ambas as pistas, sendo que os carrinhos irão executar MRUV.

3ª atividade (1 - aula de 50 minutos): Tomando como base o que foi estudado e testado até o momento. Podem ser levantadas algumas perguntas que serão discutidas e debatidas na próxima atividade.

1. Em qual das pistas o carrinho obteve maior variação de velocidade? Justifique?
2. Qual a influência da força gravitacional no processo?
3. Considerando que em 2 s os carrinhos estejam com aceleração de 5 m/s^2 na rampa e com 10 m/s^2 na pista em forma de cicloide respectivamente, qual a velocidade dos móveis no exato instante de 2 segundos?
4. Faça o experimento em uma linha reta sem inclinação com a horizontal, tomando cuidado, para lançar os carrinhos com a mesma força. Após a realização do experimento esboce e interprete os gráficos gerados identificando os tipos de movimento.

4ª atividade (2 - aula de 50 minutos): Por fim, como última atividade, as equipes (grupos de alunos) são convidadas a participar de uma mesa redonda para discutir as perguntas da atividade anterior e apresentar diante da turma, explicando como chegaram à conclusão.

Após as atividades realizadas, como forma de avaliar a aprendizagem dos alunos, o professor pode, além de observar suas apresentações e participações em equipe, propor a elaboração de um relatório e pedir os resultados gráficos obtidos na pergunta 4, para poder verificar e avaliar as construções e interpretações gráficas feita pelos alunos.

Considerações

De um modo geral este produto poderá ser desenvolvido e aplicado nos diversos assuntos da Física, devido sua versatilidade. O modelo aqui apresentado poderá ser alterado e adequado a conveniência pessoal, por ser um modelo de ferramenta pedagógica capaz de trazer a atenção do discente para assuntos do cotidiano, desprendendo um pouco sua rotina de uso de aplicativos nos aparelhos celulares. Os colegas professores que mostrarem interesse em utilizar tal ferramenta coloco-me a disposição² para ajudá-los, bem como aceitar possíveis críticas que venham somar ainda mais este produto educacional.

² Email: pedromateusreis@hotmail.com

Referências Bibliográficas

ANDRADE, M.A. De; FERREIRA FILHO, L.G. Uma abordagem geométrica ao problema da braquistócrona. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2309-1-2309-6, jun. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 14 jul. 2020.

COELHO, Rejeane Alexandre. A História dos Problemas da Tautócrona e da Braquistócrona. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Matemática, Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2008.

Fascínios da Matemática: A Ciclóide – A Helena da Geometria. MONTALVO E AS CIÊNCIAS NO NOSSO TEMPO. Disponível em: <http://montalvoeascienciasdonossotempo.blogspot.com/2010/05/fascinios-da-matematica-cicloide-helena.html>. Acesso em: 02 de Jan. 2020.

GOTZE, B. D. Entwicklung von Smartphone-Experimenten zu harmonischen Pendelschwingungen mit der App phyphox für den Einsatz in der Sekundarstufe II. Bachelorarbeit. I. Physikalisches Institut IA der RWTH Aachen University, 2016.

REMO; CPI Office: A forma de um half pipe. CPI (Curioso pero inútil), 2006. Disponível em: <https://curiosoperoinutil.com/2006/03/02/consultorio-cpi-la-forma-de-un-half-pipe/>. Acesso em: 20 de maio 2020.

Apêndice A-1

Turma		Equipe			
Testes		Distância (d) em metros		Tempos (t_1 e t_2) em segundos	
				Intervalo de Tempo em segundos	
				Rapidez Média em (m/s)	
		Smartphone 1 (t_1)	Smartphone 2 (t_2)	$\Delta t = t_1 - t_2$	$R_{média} = \frac{2 \cdot d}{\Delta t}$
1					
2					
3					
4					
5					
Média Aritmética das Rapidez média encontrada ➡					

Fonte: Autor.

Apêndice B - Questionário

1. Qual a sua idade

- ☐ 14 anos
- ☐ 15 anos
- ☐ 16 anos
- ☐ 17 anos
- ☐ 18 anos

2. Sou do Sexo:

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não dizer.

3. Sua residência possui acesso à internet ou você tem acesso a internet por meio de smartphone?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

4. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Os conteúdos abordados proporcionaram acesso a conhecimentos atualizados e relevantes para a compreensão da Física”.

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo Fortemente
- ☐ Nem discordo, nem concordo

5. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “As atividades propostas contribuíram significativamente para superem dificuldades de aprendizagem dos conteúdos abordados”.

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo Fortemente
- ☐ Nem discordo, nem concordo

6. Sentiu-se motivado com as atividades realizadas, vejo uma contribuição para meu aprendizado. Você concorda ou discorda da afirmação?

- ☐ Concordo
- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Discordo
- ☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

7. tempo disponibilizado para a realização das atividades propostas foi suficiente. Você concorda ou discorda da afirmação?

☐ Concordo

☐ Concordo plenamente

☐ Discordo

☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

8. Os materiais de baixo custo são de fácil acesso?

☐ Sim

☐ Não

☐ Talvez

9. Você apoiou as aulas de física com uso de aplicativo?

☐ Sim

☐ Não

10. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “O aplicativo phyphox é fácil de ser manuseado”.

☐ Concordo

☐ Concordo plenamente

☐ Discordo

☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

11. O aplicativo facilitou a compreensão dos conteúdos abordados. Você concorda ou discorda da afirmação?

☐ Concordo

☐ Concordo plenamente

☐ Discordo

☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

12. Recebi orientação adequada para o desenvolvimento das atividades propostas e o manuseio do aplicativo. Você concorda ou discorda da afirmação?

☐ Concordo

☐ Concordo plenamente

☐ Discordo

☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

13. Você concorda ou discorda da seguinte afirmação? “Há um número excessivo de atividades a serem realizadas nas propostas com o uso do *smartphone*”.

☐ Concordo

☐ Concordo plenamente

☐ Discordo

☐ Discordo Fortemente

☐ Nem discordo, nem concordo

14. O que você achou em dos experimentos?

☐ Interessante e fundamental para seu aprendizado

☐ Foi legal, mas aprenderia melhor na teoria

☐ Os experimentos e a teoria foram fundamentais

15. Dos três experimentos, de qual você gostou mais?

☐ Primeiro (Cálculo da Velocidade do Som)

☐ Segundo (Cálculo da Altura)

☐ Terceiro (Cálculo da Aceleração da Gravidade)

16. Você gostaria que outras disciplinas utilizassem aplicativos para serem ensinadas?

☐ Sim

☐ Não

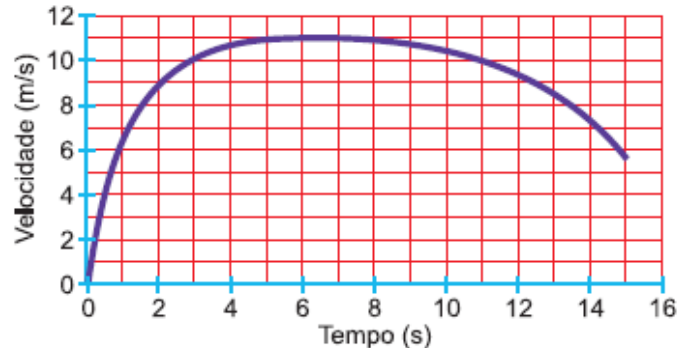
☐ Tanto faz

17. Se você respondeu sim, a questão anterior, responda a essa pergunta, quais matérias que gostariam que utilizassem o recurso de aplicativos no processo de ensino

Apêndice C - Pré-Teste e Pós-Teste

Pré-Teste (1ª Avaliação)

01. Em uma prova de 100m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:



Disponível em: <https://questoesonline.blogspot.com>.

Acesso em: 08 jun 2019.

Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?

- a) Entre 0 e 1 segundo.
- b) Entre 1 e 5 segundos.
- c) Entre 5 e 8 segundos.
- d) Entre 8 e 11 segundos.
- e) Entre 12 e 15 segundos.

Resposta: C

02. Algumas cidades têm implantado corredores exclusivos para ônibus a fim de diminuir o tempo das viagens urbanas.

Suponha que, antes da existência dos corredores, um ônibus demorasse 2 horas e 30 minutos para percorrer todo o trajeto de sua linha, desenvolvendo uma velocidade média de 6 km/h.

Se os corredores conseguirem garantir que a velocidade média dessa viagem aumente para 20 km/h, o tempo para que um ônibus percorra todo o trajeto dessa mesma linha será

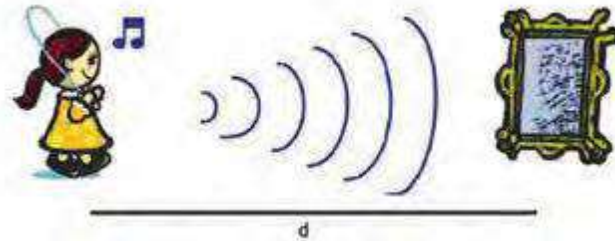
Disponível em: <https://www.escolasimetria.com.br/etec20141/questao/39>

Acesso em: 10 jun 2019.

- a) 30 minutos.
- b) 45 minutos.
- c) 1 hora.
- d) 1 hora e 15 minutos.
- e) 1 hora e 30 minutos.

Resposta: B

03. Patrícia ouve o eco de sua voz direta, refletida por um grande espelho plano, no exato tempo de uma piscada de olhos, após a emissão. Adotando a velocidade do som no ar como 340 m/s e o tempo médio de uma piscada igual a 0,2 s, podemos afirmar que a distância entre a menina e o espelho vale:



Disponível em: <http://estaticog1.globo.com/2010/12/05/PUC/ANGLO/Q16.pdf>.

Acesso em: 10 jun 2019.

- a) 34 m.
- b) 68 m.
- c) 136 m.
- d) 850 m.
- e) 8160 m.

Resposta: A

04. Dois carros A e B estão separados por 75 km, medidos ao longo de uma estrada. Eles vêm um ao encontro do outro com movimentos uniformes e velocidades escalares de módulo constante, 80 km/h e 70 km/h, respectivamente. Em que instante e posição escalar se dará o encontro dos dois carros?



Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/9687255>.

Acesso em: 20 ago. 2019.

- a) 2 h e 40 km.
- b) 2h e 160 km.
- c) 1h e 80 km.
- d) 0,5 h e 80 km.
- e) 0,5 h e 40 km.

Resposta: E

05. Um móvel com movimento retilíneo uniforme tem como equação horária $S = 5 - 2t$. No SI podemos afirmar:

- a) o móvel partiu da origem do eixo.
- b) o valor numérico 5 não tem significado físico.
- c) sua velocidade escalar é de 2 m/s.
- d) sua velocidade escalar é de -2 m/s.
- e) sua aceleração escalar é de 2 m/s^2 .

Resposta: D

06. “O guepardo, também conhecido como chita, é o mais rápido dos animais terrestres. Ele depende de sua velocidade de até 126 km/h para alcançar animais velozes como gazelas e antílopes [...]” (revista Superinteressante, dezembro de 2000). Admitindo que o guepardo desenvolva sua velocidade máxima, e sendo essa velocidade constante por 10 segundos, a distância percorrida, em linha reta, por ele durante esse intervalo de tempo vale aproximadamente:

Disponível em: <https://www.passeidireto.com> (adaptado).

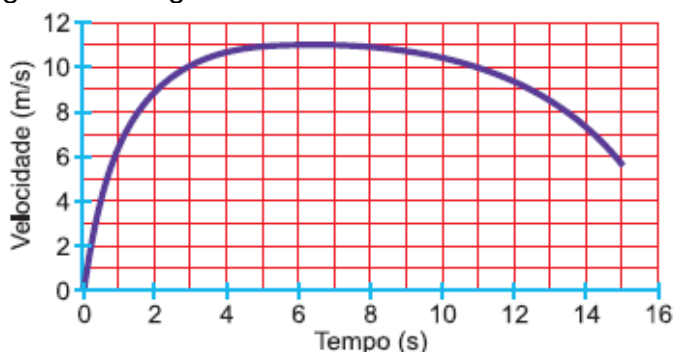
Acesso em: 18 set. 2019.

- a) 350 m.
- b) 350 km.
- c) 1260 km.
- d) 1260 m.
- e) 2000 m.

Resposta: A

Pós-Teste (2ª Avaliação)

01. Em uma prova de 100m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:



Disponível em: <https://questoesonline.blogspot.com>.

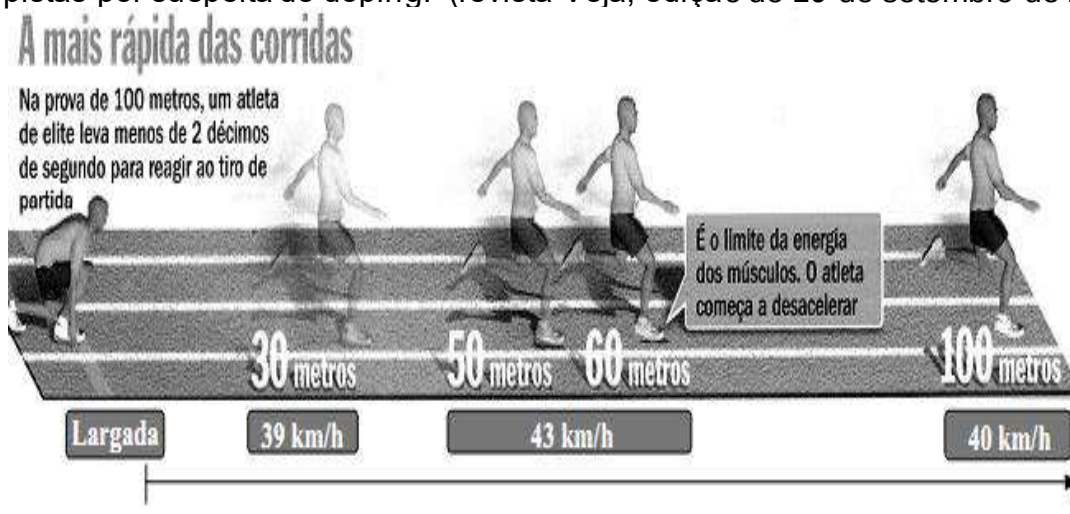
Acesso em: 08 jun 2019.

Em que intervalo de tempo o corredor apresenta aceleração máxima?

- a) Entre 0 e 1 segundo.
- b) Entre 1 e 5 segundos.
- c) Entre 5 e 8 segundos.
- d) Entre 8 e 11 segundos.
- e) Entre 9 e 15 segundos.

Resposta: A

02. Considere o texto a seguir e a Figura mostrada abaixo. "Na semana passada, foram exatos 3 centésimos de segundo que permitiram ao jamaicano Asafa Powell, de 24 anos, bater o novo recorde mundial na corrida de 100 m rasos e se confirmar no posto de corredor mais veloz do planeta. Powell percorreu a pista do estádio de Rieti, na Itália, em 9,74 "s, atingindo a velocidade média de 37 km/h". "Anteriormente, Powell dividia o recorde mundial, de 9,77 s, com o americano Justin Gatlin, afastado das pistas por suspeita de doping." (revista Veja, edição de 19 de setembro de 2007)



Disponível em: <http://www.fisicapaidegua.com/prova.php?fonte=UFPA&ano=2008>.

Acesso em: 06 maio 2017.

Baseado no texto e na Figura julgue as afirmações a seguir:

- I. O movimento do atleta é acelerado durante toda a corrida.
- II. A aceleração do atleta é negativa no trecho entre 60 m e 100 m.
- III. A máxima velocidade atingida pelo atleta é da ordem de 11,9 m/s.
- IV. No trecho entre 50 m e 60 m, o movimento do atleta é uniforme.

Estão corretas somente

- a) I e II
- b) II e III
- c) I e IV
- d) II, III e IV
- e) I, II e IV

Resposta: D

03. Patrícia ouve o eco de sua voz direta, refletida por um grande espelho plano, no exato tempo de uma piscada de olhos, após a emissão. Adotando a velocidade do som no ar como 340 m/s e o tempo médio de uma piscada igual a 0,4 s, podemos afirmar que a distância d entre a menina e o espelho vale

Disponível em:

<http://estaticog1.globo.com/2010/12/05/PUC/ANGLO/Q16.pdf>.(adaptado).

Acesso em: 10 jun 2019.

- a) 8160 m
- b) 1700 m
- c) 850 m
- d) 136 m
- e) 68 m

Resposta: E

04. O café é consumido há séculos por vários povos não apenas como bebida, mas também, como alimento. Descoberto na Etiópia, o café foi levado para a Península Árábica e dali para a Europa, chegando ao Brasil posteriormente.



No Brasil, algumas fazendas mantêm antigas técnicas para a colheita de café. Uma delas é a de separação do grão e da palha que são depositados em uma peneira e lançados para cima. Diferentemente da palha, que é levada pelo ar, os grãos, devido

à sua massa e forma, atravessam o ar sem impedimentos alcançando uma altura máxima e voltando à peneira.

Um grão de café, após ter parado de subir, inicia uma queda que demora 0,3s, chegando à peneira com velocidade de intensidade, em km/h,

(Dado: Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Disponível em: <https://gabaritodefisica.wordpress.com/2018/09/05/questao-27-vestibulinho-cps-2012-1o-semester/> (adaptado).

Acesso em: 02 abr. 2017.

- a) 1.
- b) 3.
- c) 9.
- d) 10,8.
- e) 32,4.

Resposta: B

05. Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo uniformemente variado e acelera a 2 m/s^2 . pode-se dizer que sua velocidade e a distância percorrida após 3 segundos, valem, respectivamente:

Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br> (adaptado).

Acesso em: 08 jun 2018.

- a) 6 m/s e 9 m.
- b) 6 m/s e 18 m.
- c) 3 m/s e 12 m.
- d) 12 m/s e 36 m.
- e) 2 m/s e 12 m.

Resposta: A

06. Um automóvel, está a 108 km/h quando o motorista pisa no freio retardando seu movimento, percorrendo 150 metros até parar. Pergunta-se qual o tempo necessário para que o motorista consiga parar o automóvel:

Disponível em: <https://questoesonline.blogspot.com>.

Acesso em: 08 jun 2019.

- a) 3 s.
- b) 4 s.
- c) 6 s.
- d) 9 s.
- e) 10 s.

Resposta: E

Apêndice D - Tabela

Turma				Equipe				
Testes		Distância (d) em metros	Tempos (t ₁ e t ₂) em segundos		Intervalo de Tempo em segundos		Rapidez Média em (m/s)	
-----			Smartphone 1 (t ₁)	Smartphone 2 (t ₂)	$\Delta t = t_1 - t_2$		-	$R_{média} = \frac{2 \cdot d}{\Delta t}$
1								
2								
3								
4								
5								
Média Aritmética das Rapidez média encontrada ➡								

Fonte: Autor