



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.

UALITON FERREIRA DE SOUSA

Porto velho - RO

Setembro 2021



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE
RONDÔNIA NUCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA
TERRA DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.

UALITON FERREIRA DE SOUSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – polo 40, vinculado ao departamento de Física da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Judes Gonçalves dos Santos

Porto Velho – RO
Setembro de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Fundação Universidade Federal de Rondônia
Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo (a) autor (a)

S725u Sousa, Ualiton Ferreira de.

O uso de dispositivos móveis no Ensino de Física: uma proposta para o ensino aceleração da gravidade / Ualiton Ferreira de Sousa. -- Porto Velho, RO, 2021.

82 f.: il.

Orientador (a): Prof. Dr. Judes Gonçalves dos Santos

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) -
Fundação Universidade Federal de Rondônia

1. Aplicativo phyphox. 2. Ensino de Física. 3. Dispositivos móveis.
4. Aprendizagem significativa. I. Santos, Judes Gonçalves dos. II.
Título.

CDU 530.1:37

Bibliotecário (a) Renata Cortinhas Bulhões

CRB 11/1010

O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA

PROPOSTA PARA O ENSINO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.

UALITON FERREIRA DE SOUSA

Dissertação de Mestrado submetida ao programa de pós-graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Rondônia, como parte dos requisitos necessários para à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

PROF. Dr. Judes Gonçalves dos Santos
(Orientador - UNIR)

PROF. Dr. Jorge Luis Nepomuceno de Lima
(Examinador interno – UNIR)

PROF. Dr. Daniel Girardi
(Examinador externo – UFSC)

Porto Velho – RO
Setembro de 2021
DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a toda minha família, em especial minha mãe e amigos.

“O futuro vai mostrar os resultados e julgar cada um segundo as suas realizações”.

Nikola Tesla

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por ter me dado o dom da vida e me permitir realizar mais essa etapa.

À minha mãe, Maria Lúcia F. de Sousa, pelo incentivo constante.

Agradeço ao Dr. Judes Gonçalves dos Santos pelo apoio, pela paciência, por me orientar e por ter sido sempre muito solícito.

Agradeço também a todos os professores que fazem parte do MNPEF da Universidade Federal de Rondônia, pelas trocas de experiência e aulas ministradas.

À minha família e amigos pelo grande apoio e incentivo.

À Escola Estadual de Ensino Médio Professor João Bento da Costa, em especial a direção da escola que aceitou e oportunizou a aplicação do produto educacional.

À CAPES pelo apoio prestado ao programa.

À SBF pela iniciativa de coordenar o mestrado profissional em ensino de Física

À UNIR por todo suporte necessário para a execução desse projeto.

À todos que colaboraram de alguma forma com a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.

Devido às dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da Física, esse estudo objetivou analisar o uso de dispositivos móveis como apoio ao processo de ensino-aprendizagem em física. Buscando compreender o processo de ensino e aprendizagem e os fatores que nele interferem, motivando e despertando nos alunos o interesse pela matéria. Os *smartphones* oferecem muitas possibilidades para uso em sala de aula. Um aparelho por mais simples que seja possui aplicações como: calculadora, conversores, contagem regressiva e o cronômetro. Aparelhos mais modernos com acesso a *internet* permitem acesso a aplicativos gratuitos de física que auxiliam o professor a desenvolver diversas atividades. Nesse trabalho foi desenvolvido e aplicado um produto educacional tomando como base a aprendizagem significativa de Ausubel. O produto trata-se de um Manual com atividades experimentais a partir de um aplicativo para *smartphones*, a fim de determinar a aceleração da gravidade. Para tanto, foi utilizado como método para coleta de dados a pesquisa bibliográfica, através do estudo levantado no referencial teórico e foi realizada uma pesquisa de campo quali-quantitativa, com questionários de perguntas fechadas, tendo como público-alvo alunos de segundo ano do ensino médio da Escola Estadual João Bento da Costa em Porto Velho/RO. A partir da análise de dados foi possível perceber a importância de usar os dispositivos móveis em sala de aula, pois a proposta apresentada colaborou para um ensino mais dinâmico e motivador. Enfim, por meio de todo o estudo realizado e das sugestões pedagógicas apresentadas foi possível confirmar que os dispositivos móveis podem auxiliar o professor em sala de aula, garantindo um ensino mais interativo, dinâmico e significativo.

Palavras-chave: aplicativo phyphox, ensino de Física, dispositivos móveis, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

THE USE OF MOBILE DEVICES IN PHYSICS TEACHING: A PROPOSAL FOR TEACHING GRAVITY ACCELERATION

Due to the difficulties in Physics teaching-learning process, this study aimed to analyse the use of mobile devices in Physics teaching-learning process, trying to comprehend teaching-learning process and the factors that interfere with it by motivating and captivating students in the subject. Smartphones offer a lot of possibilities for classroom use. The simplest devices have applications as: calculators, stopwatches, countdown and converters. Modern devices with internet connection provide access to free Physics applications that help teachers to develop a huge number of activities. An Educational product was developed in this piece of work taking Ausubel's meaningful teaching approach. The product is a Manual with experimental activities from an application for smartphones, in order to determine the acceleration of gravity. Bibliographic research was used as the method for data collection through the study of theoretical reference and a quali-quantitative field research was carried out with closed questions quizzes with sophomore high school students from João Bento da Costa State School, in Porto Velho, the capital city of Rondônia State. From data analysis, it was possible to realize the importance of using mobile devices in classrooms, as the presented proposal has collaborated to a more dynamic and motivating teaching. The ease of handling the application was quoted by the teachers as the most important feature. At last, by the accomplished study and the pedagogical suggestions presented, it was possible to confirm that mobile devices can help teachers in classrooms, ensuring more interactive, dynamic and meaningful teaching.

Key-words: phyphox app, Physics teaching, Mobile devices, meaningful learning.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
APP	Aplicativo
PE	Produto Educacional
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
MUV	Movimento Uniformemente Variado

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Pessoas que usam internet, por grupos de idade (%).....	21
Figura 2: Celular é o equipamento mais utilizado para acesso a internet.	22
Figura 3: No vácuo, a maçã e a pena, largadas simultaneamente do repouso, caem identicamente.	31
Figura 4: Movimento oscilatório do pêndulo	35
Figura 5: Sensores do aparelho que podem ser usados com o phyphox.....	39
Figura 6: Acesso remoto ao phyphox.....	39
Figura 7: Tela inicial do phyphox.....	40
Figura 8: Tela do experimento de pêndulo.	41
Figura 9: Ícone opções.....	41
Figura 10: Função editor do phyphox.....	42
Figura 11: Editor teste do phyphox.....	43
Figura 12: Ícone do cronômetro acústico do phyphox.....	46
Figura 13: Arranjo experimental queda livre.....	47
Figura 14: Arranjo experimental alternativo.....	47
Figura 15: Dados obtidos pelo aluno 01 durante o experimento.	48
Figura 16: Cálculo da aceleração da gravidade feito pelo aluno 01	48
Figura 17: Dados obtidos pelo aluno 02 durante o experimento	49
Figura 18: Cálculo da aceleração da gravidade feita pelo aluno 02	49
Figura 19: Arranjo experimental do pêndulo simples	50
Figura 20: Cálculo da aceleração gravitacional na aba G.	51

Figura 21: Cálculo do período e da frequência feito por um aluno	51
Figura 22: Gráfico frequência x comprimento feito por um aluno	52
Figura 23: comentários e sugestões dos alunos de 1 à 5.	62
Figura 24: comentários e sugestões dos alunos de 06 à 11.	62

TABELAS

Tabela 01: Orientação da aceleração.....	28
--	----

GRÁFICOS

Gráfico 1: respostas obtidas no questionário de conhecimentos prévios	53
Gráfico 2: respostas obtidas no questionário de avaliação	54
Gráfico 3: respostas da pergunta 01 do questionário de satisfação	55
Gráfico 4: respostas da pergunta 02 do questionário de satisfação	56
Gráfico 5: respostas da pergunta 03 do questionário de satisfação	56
Gráfico 6: respostas da pergunta 04 do questionário de satisfação	57
Gráfico 7: respostas da pergunta 05 do questionário de satisfação	58
Gráfico 8: respostas da pergunta 06 do questionário de satisfação	58
Gráfico 9: respostas da pergunta 07 do questionário de satisfação	59
Gráfico 10: respostas da pergunta 08 do questionário de satisfação	60
Gráfico 11: respostas da pergunta 09 do questionário de satisfação	60
Gráfico 12: resposta da pergunta 10 da pesquisa de satisfação	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa	17
2.2 Dispositivos Móveis na Educação.....	19
2.2.1 Dispositivos móveis no ensino de física.....	23
2.3. Experimentação no Ensino de Física	25
3. CONTEÚDOS DE FÍSICA.....	27
3.1 Aceleração	27
3.2. Movimento com aceleração constante.....	30
3.3. Aceleração em Queda Livre.....	31
3.4. Movimento Oscilatório.....	33
3.4.1 Cinemática do movimento harmônico simples	33
3.4.2 Dinâmica do movimento harmônico simples	34
3.4.3 Pêndulo simples	34
4. METODOLOGIA	37
4.1. Descrição do Produto Educacional	37
4.2 O Aplicativo Phyphox	38
4.3. Aplicação do Produto	43
4.3.1 Realização dos experimentos.	46
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	53
5.1. Análise dos questionários de pré-teste e pós-teste.....	53
5.2. Análise da pesquisa de satisfação	55
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS	68
APÊNDICE B - PLANOS DE AULA	75

1. INTRODUÇÃO

Com os grandes avanços tecnológicos, a partir dos anos 1990, o uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, nesse contexto, é necessário estabelecer uma ligação entre tecnologia e educação. Monteiro (2020) diz que a tecnologia vem modificando a educação, sobretudo, o uso dos dispositivos móveis com acesso a internet. Estes aparelhos, quando bem utilizados, podem se tornar uma ferramenta pedagógica muito interessante em sala de aula.

De forma geral, o uso de dispositivos móveis em sala de aula busca atender a necessidade dos alunos mediante o acesso e compartilhamento de informações de forma rápida. Com isso, oportuniza-os a construir o próprio conhecimento e aprimorar habilidades essenciais para o seu cotidiano, tendo em vista que num futuro não tão distante, saber manusear as ferramentas digitais será um requisito indispensável para atuar no mercado de trabalho, e cabe a escola fornecer esse aprendizado.

São muitos os obstáculos encontrados quando o assunto é o ensino de Física, os alunos costumam ter muitas dificuldades nessa matéria e apresentam certa resistência para o estudo da mesma. Isso se dá pela imagem ruim que os alunos trazem consigo a cerca da disciplina antes mesmo de a conhecerem. Os alunos acreditam se tratar de uma disciplina inteiramente de cálculos e que está sempre ligada à matemática, que é outra disciplina que os alunos apresentam muita dificuldade. Outro fator que dificulta o aprendizado no ensino de física é o distanciamento entre o que é trabalhado pelo professor em sala de aula com o cotidiano do aluno. Devido a esses fatores nos deparamos com alunos desmotivados e sem interesse algum pelo estudo dessa disciplina, impossibilitando ainda mais o aprendizado. O ensino de Física por vezes, não passa de aulas meramente expositivas alternando entre lousa e livros didáticos, desprezando as atividades práticas e os muitos recursos tecnológicos disponíveis e de fácil acesso.

Sendo assim, por entender que a tecnologia é o que impulsiona a sociedade nos dias de hoje, a presente dissertação tem como objetivo propor o desenvolvimento de um Produto Educacional (PE) usando os dispositivos móveis

como ferramenta pedagógica para o ensino de física, visando alcançar e despertar o interesse do aluno para com os conteúdos estudados em sala de aula. Isso, porque à medida que o aluno passa a ter interesse pelas aulas e pelos conteúdos a serem estudados existe a possibilidade de um aprendizado satisfatório. Para isso, serão utilizados os sensores de *smartphones* e *tablets* através do aplicativo *phyphox* disponível de forma gratuita, estimulando a observação, interpretação e o registro de dados. No apêndice A se encontra o Manual com os roteiros dos experimentos desenvolvidos na aplicação do produto educacional e as orientações de como usar o *phyphox*. Notoriamente nos leva a analisar os dispositivos móveis como uma ferramenta pedagógica para o ensino de Física, proporcionando um aprendizado mais dinâmico e prazeroso.

As aulas de Física precisam ser atrativas ao aluno, a ponto deste ter prazer em frequentá-las. Isso só acontecerá quando o aluno for levado a relacionar os conceitos apresentados pelo professor em sala de aula com a sua vida fora dela. Nesse sentido, atividades experimentais com auxílio da tecnologia podem surtir efeitos positivos, auxiliando o aluno na construção do próprio conhecimento e tornar o aprendizado significativo. Nesse contexto, devido à necessidade de novas práticas pedagógicas que despertem o interesse do aluno para o estudo de Física, o interesse por essa temática se justifica através do uso de dispositivos móveis nas aulas de física em contribuição para o seu público alvo com a utilidade de proporcionar aulas mais dinâmicas, interativas e estimulantes.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica baseou-se em publicações na área da educação, ensino de física e tecnologia. O estudo de caso foi desenvolvido, em sua totalidade, na Escola Estadual de Ensino Médio Professor João Bento da Costa no município de Porto Velho/RO, com alunos do 2º Ano do ensino médio, através de pesquisa de campo, envolvendo a visão dos estudantes em relação ao ensino de Física, avaliação das atividades desenvolvidas e pesquisa de satisfação.

O presente trabalho estrutura-se em seis capítulos, começando pela introdução, no segundo capítulo apresenta-se os referenciais teóricos que servem como base para o trabalho. São eles: teoria da aprendizagem significativa de

Ausubel, experimentação no ensino de Física, os dispositivos móveis na educação e no ensino de física. No terceiro capítulo são abordados os conceitos de aceleração, aceleração da gravidade, queda livre, movimento harmônico simples e pêndulo simples referente aos experimentos propostos na sequência didática. O quarto capítulo descreve o produto educacional (PE) e sua aplicação. Além de apresentar as propostas experimentais, originárias do PE desenvolvido, com emprego do app phyphox. No capítulo cinco são apresentadas as análises e discussões a cerca dos questionários aplicados antes e depois da aplicação do produto, bem como visão, avaliação e satisfação dos discentes, com o objetivo de responder o problema apresentado acima.

Finalmente, são apresentadas as considerações finais e as referências bibliográficas. Fechando o trabalho encontram-se dois apêndices: questionários (Apêndice A) e os planos de aula (Apêndice B).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo apresentamos algumas das referências encontradas sobre o uso de dispositivos móveis na educação, bem como, o uso de aplicativos no ensino de física. Assim, também é apresentada a aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel, no processo de ensino, refletindo sobre como colocar novos métodos ativos na aprendizagem, que servirão de base para a sequência didática proposta.

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

David Paul Ausubel nascido em 25 de outubro de 1918, em New York, é famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é uma teoria cognitivista que pode ser definida como "uma aprendizagem construída e relacionada com os conhecimentos prévios, onde o sujeito adquire um papel ativo, reestruturando e organizando informações"(GLAP, 2021, p.181).

Pode-se dizer que a aprendizagem significativa só acontece quando a nova informação se estabelece em um conceito significativo já existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Esse conceito é chamado por Ausubel de subsunçor. Neste contexto, para Glap (2021) fica claro que aprender de forma significativa equivale a ampliar o conhecimento já existente e assim relacionar com novos conteúdos. O mais importante, contudo, é constatar que esses novos conteúdos só podem ser assimilados de forma proveitosa caso se refiram a conceitos já existentes, que proporcionam as âncoras conceituais.

Conforme explicado acima, no processo de ensino, a aprendizagem significativa precisa ter algum sentido para o aluno, ou seja, a informação deve estar interligada aos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Trata-se inegavelmente de que a aprendizagem significativa se confirma por meio da aprendizagem mediante a descoberta e recepção. Para crianças pequenas utiliza-se o processo de formação de conceitos, acredita-se que ao chegar à idade escolar essas crianças já tenham adquirido um conjunto de conceitos que beneficiam a

aprendizagem significativa. Sob essa ótica, Ausubel indica o uso dos organizadores prévios, servindo de âncora para nova aprendizagem.

Conforme Moreira (2017), o uso dos organizadores prévios, foi proposto por Ausubel como uma tática para manipular a estrutura cognitiva, com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa, o mesmo considera os organizadores prévios como materiais introdutivos que devem ser apresentados antes do material principal. O autor deixa claro que o organizador prévio reveste-se da particular importância em associar o que o aprendiz já sabe com o que ele deve saber afim de que o material seja aprendido de forma significativa.

Moreira (2017) deixa claro que existem duas condições indispensáveis para que ocorra a aprendizagem significativa: o material didático produzido deve ser significativo para o aluno, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essas características é dito potencialmente significativo. A outra condição é que o aluno mostre disposição para aprender, pois não adianta ter um material potencialmente significativo, se a intenção do aluno for apenas decorá-lo tornando o processo de aprendizagem mecânico.

Ora, em tese, a aprendizagem significativa, só acontece quando, por exemplo, o aluno consegue enxergar importância no que vai ser transmitido a ele, e quando consegue estabelecer relações entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios. Nessas condições, o aluno é capaz de assimilar as novas informações com mais facilidade. A aprendizagem significativa permite que os alunos aprendam de diversos modos e trabalhem com diferentes tipos de inteligência. Isso dá a maior liberdade e autonomia para que os alunos realmente aprendam da melhor forma. É importante lembrar que o aluno é o protagonista nesse processo, e o professor é o mediador e facilitador do processo.

Neto (2020) deixa claro que a condição mais importante para uma aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já conhece. Vale ressaltar que "a aprendizagem significativa, tem como objetivo primordial, partir do conhecimento prévio para inserir um novo conceito/conteúdo" (GLAP, 2021, p.181). Esse é o motivo pelo qual é importante frisar esse ponto, pois se um conceito for irrelevante ou não se enquadrar na vida dos estudantes, pode prejudicar a formação de uma aprendizagem significativa em sala de aula.

O conceito primordial da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, que ocorre quando uma nova informação que apresenta uma estrutura lógica interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, sendo por ele assimilado, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Essa interação constitui uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados. (NETO, 2020, p. 227).

Sendo assim, a aprendizagem significativa só é possível quando uma nova ideia se associa de maneira substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que isso ocorra, é preciso que o aprendiz apresente uma predisposição para aprender. Simultaneamente, é preciso um cenário que favoreça um ensino potencialmente significativo, elaborado pelo professor, considerando o contexto no qual o aprendiz está inserido. Dessa forma, é possível gerar uma aprendizagem significativa em todos os níveis de ensino, com um aprendizado centrado no aluno incentivando-os a construir seus próprios conhecimentos.

2.2 Dispositivos Móveis na Educação.

O distanciamento social provocado pela pandemia da covid-19 modificou a forma viver de milhares de pessoas. Reuniões tornaram-se videoconferências, o trabalho deixou de ser presencial em diversos setores, muitas pessoas tiveram que trabalhar em Home Office e as aulas mudaram para o formato remoto. Para permitir que esse novo modelo de aulas funcionasse, as tecnologias tiveram papel importantíssimo.

Mesmo com muita dificuldade em garantir a todos os alunos acesso a esse novo formato de ensino, os recursos tecnológicos ajudaram a minimizar as perdas pedagógicas sofridas pelos estudantes. Agora, com a educação em formato remoto e híbrido em muitas instituições de ensino, os professores tiveram que se reinventar e reconhecer a tecnologia como aliada para promover um aprendizado mais ativo. Esse novo formato de ensino serviu para quebrar alguns paradigmas, por exemplo, o uso de dispositivos móveis em sala de aula que antes era considerado por muitos professores como maléfico, hoje se tornou um recurso pedagógico essencial. Silva (2021) afirma que é preciso assumir que quando utilizados da maneira correta esses dispositivos servem para tornar as aulas mais dinâmicas e motivar os alunos quanto

ao aprendizado. Entender isso, certamente trata-se de ter um instrumento a mais de apoio ao professor na hora de preparar suas aulas centradas no aluno.

Hoje, podemos nos dar por privilegiados diante de uma calamidade como a pandemia. Fomos desafiados a assumir a tecnologia como nossa grande parceira. Descobrimos que nossas aulas podem ser muito melhores, graças às ferramentas disponíveis nas diversas plataformas. A pandemia nos colocou a tecnologia como nossa aliada. Não estávamos preparados para tanto de uma só vez. Mas tivemos que romper as nossas barreiras, superar nossas resistências e até nossos preconceitos. (SENHORAS, 2020, p.32).

Com relação a implantação das TICs em sala de aula, a UNESCO alerta para o fato de “ampliar e enriquecer oportunidades educacionais para estudantes em diversos ambientes” (UNESCO, 2014, p. 7). Neste documento, define-se o que é aprendizagem móvel.

A aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. A aprendizagem pode ocorrer de várias formas: as pessoas podem usar aparelhos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se a outras pessoas ou criar conteúdos, dentro ou fora da sala de aula. A aprendizagem móvel também abrange esforços em apoio a metas educacionais amplas, como a administração eficaz de sistemas escolares e a melhor comunicação entre escolas e famílias. (UNESCO, 2014, p. 8).

Sobre as tecnologias móveis o documento aponta que:

As tecnologias móveis estão em constante evolução: a diversidade de aparelhos atualmente no mercado é imensa, e inclui, em linhas gerais, telefones celulares, *tablets*, leitores de livros digitais (*e-readers*), aparelhos portáteis de áudio e consoles manuais de videogames. No futuro, essa lista será diferente. Para evitar o terreno pantanoso da precisão semântica, a UNESCO opta por adotar uma definição ampla de aparelhos móveis, reconhecendo simplesmente que são digitais, facilmente portáteis, de propriedade e controle de um indivíduo e não de uma instituição, com capacidade de acesso à internet e aspectos multimídia, e podem facilitar um grande número de tarefas, particularmente aquelas relacionadas à comunicação. (UNESCO, 2014, p. 8).

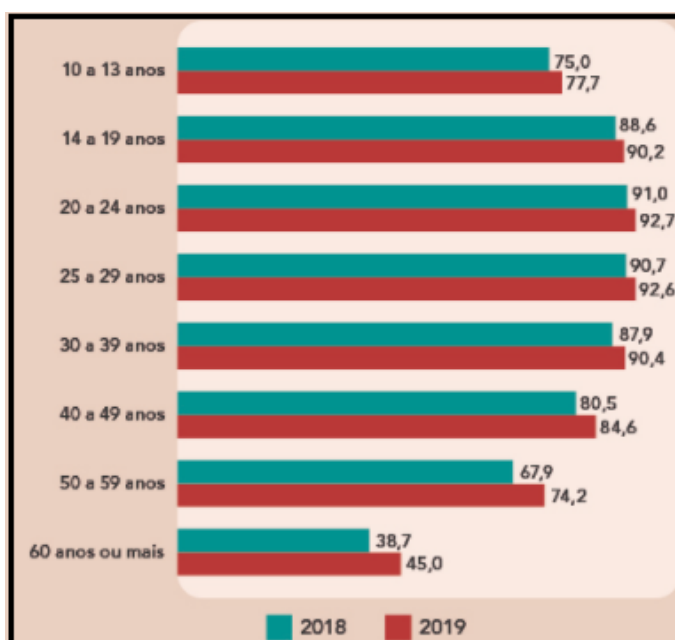
O documento trás ainda os benefícios particulares da aprendizagem móvel (UNESCO, 2014, p.11 – 28):

1. Expandir o alcance e a equidade da educação;
2. Facilitar a aprendizagem individualizada;
3. Fornecer retorno e avaliação imediatos;
4. Permitir a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar;
5. Assegurar o uso produtivo do tempo em sala de aula;

6. Criar novas comunidades de estudantes;
7. Apoiar a aprendizagem fora da sala de aula;
8. Potencializar a aprendizagem sem solução de continuidade;
9. Criar uma ponte entre a aprendizagem formal e a não formal;
10. Minimizar a interrupção educacional em áreas de conflito e desastre;
11. Auxiliar estudantes com deficiências;
12. Melhorar a comunicação e a administração;
13. Melhorar a relação custo-eficiência.

Como bem nos assegura Behrens, Masetto e Moran (2017), é possível dizer que a tecnologia nos alcançou em profusão e abrange a todos em diversas áreas da vida, incluindo a forma de aprender. De acordo com pesquisa feita pelo IBGE em 2019, quase 78% da população brasileira com idade igual ou superior a 10 anos fazem uso de *internet*, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1: Pessoas que usam *internet*, por grupos de idade (%).



Fonte: IBGE (2019)

A pesquisa constatou ainda, que o celular é o equipamento mais utilizado para acesso a *internet*, chegando a 98% do mesmo público (Figura 2).

Figura 2: Celular é o equipamento mais utilizado para acesso a *internet*.



Fonte: IBGE (2019)

Neste contexto, fica claro que o uso dos dispositivos móveis pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem. O mais importante, contudo, é constatar que com o uso das mídias digitais esse processo fique mais flexível, dinâmico e inovador. Assim, preocupa o fato de que ainda existam obstáculos para o uso desses dispositivos em sala de aula, visto que os pais, a escola e até mesmo os professores persistem na crença de que os mesmos podem prejudicar ao invés de beneficiar o aprendizado.

É interessante afirmar, que os dispositivos móveis são ferramentas fundamentais no processo de ensino-aprendizagem, mas há alguns fatores que se sobrepõe como, a falta de qualificação para o professor desenvolver habilidades para lidar com as tecnologias digitais. Muitos professores até querem fazer uso dessas novas tecnologias, mas por vezes não sabem nem por onde começar. Mesmo assim, não parece haver razão para não utilizar esses dispositivos em sala

de aula, o que precisa ser feito são investimentos em capacitação para estes profissionais.

Diante disso, Carvalho, Moita e Sousa (2011) ressaltam a importância da capacitação dos professores para o uso da tecnologia em sala de aula.

A rapidez das inovações tecnológicas nem sempre correspondem à capacitação dos professores para sua utilização e aplicação, o que muitas vezes, resulta no uso inadequado ou na falta de criação diante dos recursos tecnológicos disponíveis, mas não tendo mais o monopólio da transmissão de conhecimentos, exige-se à escola e ao professor, em particular, a função social de orientar os percursos individuais no saber e contribuir para o desenvolvimento de competências, habilidades e cidadania. (CARVALHO, MOITA e SOUSA, 2011, p.24).

Conforme verificado, os dispositivos móveis estão cada vez mais presentes na vida dos jovens e crianças, seja dentro ou fora da sala de aula. Fica evidente, diante deste cenário que é indispensável repensar a prática pedagógica em razão dos frequentes avanços tecnológicos que os cercam, deixando de lado o modelo tradicional de ensino e usando o poder da tecnologia que os alunos possuem em mãos, como um recurso fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Com o uso dos dispositivos móveis, o professor se aproxima da realidade dos alunos acarretando em mais mobilidade, interatividade, versatilidade, produtividade e engajamento para a sala de aula.

2.2.1 Dispositivos móveis no ensino de física.

São muitas as dificuldades apontadas quando o assunto é o ensino de física. A carência que os alunos têm em matemática básica, por exemplo, é uma delas. Outra dificuldade é que, "Os(as) alunos(as) possuem dificuldades para elaborar relações entre os conceitos físicos e o seu próprio cotidiano"(AMBRÓSIO e NICÁCIO, 2021, p. 37). Esses e outros fatores acabam prejudicando e desmotivando os alunos para a aprendizagem da disciplina. Dessa forma, fica claro a necessidade de buscar meios e metodologias que possam proporcionar aos alunos uma aprendizagem satisfatória.

Sobre o ensino de física no Brasil, Moreira (2018) afirma que:

[...] esse ensino está em crise. A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física¹ nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a

identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor [...]. (MOREIRA, 2018, p. 73).

Perante o exposto, o uso de aplicativos para dispositivos móveis se apresentam como uma alternativa pedagógica para o ensino de física. Os *smartphones* cada vez mais modernos possuem vários sensores como: acelerômetro, GPS, giroscópio, temperatura, pressão atmosférica entre outros. Outro recurso, por exemplo, é o uso de *softwares* e aplicativos de física para *smartphones* que podem ser utilizados de forma gratuita. Esses recursos oportunizam realizar experimentos em diversas áreas da Física, tornando os *smartphones* um laboratório móvel.

Sendo assim, é possível perceber que as tecnologias educacionais disponibilizam uma gama de oportunidades e recursos para o professor trabalhar em sala de aula, criando uma nova concepção de aprendizagem (KRAUSE, ORTIZ e SANTOS, 2017).

O uso das ferramentas digitais fortalece o aprendizado por possibilitar tanto ao aluno quanto ao professor uso de recursos dinâmicos e interativos. Assim, os aplicativos desenvolvidos para dispositivos móveis, com o objetivo de contribuir para o ensino de Física, se apresentam como uma dessas ferramentas a serem usadas em sala de aula. Neste contexto, fica claro "[...] a importância do protagonismo docente e discente, no processo de ensinar e aprender, respectivamente, mediados pela tecnologia." (AMBRÓSIO e NICÁCIO, 2021, p. 49).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trata a tecnologia como uma competência que deve estar presente em todo o currículo de uma escola. De acordo com o documento, a tecnologia deve ser considerada uma estratégia de ensino, de forma que contextualize o uso da mesma com o conteúdo aplicado. Vale ressaltar que essa é uma das dez competências gerais citadas pelo documento.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9).

O documento destaca como uma das três competências específica para ciências da natureza:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 539).

Espera-se, dessa forma, que o uso de aplicativos para dispositivos móveis possam ser incluídos nas aulas de Física, visto que novas metodologias de ensino intermediadas por essas ferramentas podem contribuir de forma positiva no processo de ensino-aprendizagem. Assim, cabe ao professor exercer um novo perfil em sala de aula e buscar possibilidades para inseri-los em seus procedimentos didáticos e pedagógicos.

2.3. Experimentação no Ensino de Física

As atividades experimentais são essenciais no ensino de ciências da natureza, pois exercem um papel importante no processo de ensino-aprendizagem. Aliando teoria com a prática, as atividades experimentais quando bem elaboradas e planejadas, abrem espaços para indagações, estimulando a curiosidade e o interesse do aluno, proporcionando que o mesmo desenvolva algumas habilidades e competências específicas como: observar, questionar, analisar, registrar e experimentar (FREITAS e PAVÃO, 2008).

A experimentação é, portanto, de suma importância, pois permite que os alunos coloquem em prática parte do que aprendem nas aulas teóricas. Ainda assim, são poucos os professores que fazem uso de atividades práticas, que apesar de fundamentais acabam sendo desconsideradas. Alencar (2020) deixa claro que para um processo de ensino-aprendizagem satisfatório, o ensino de física precisa de mudanças.

Conforme explicado acima, a melhor maneira de compreender esse processo é considerar que a Física é uma ciência experimental, teoria e prática precisam caminhar juntas. É preciso reconhecer que as atividades práticas são determinantes para a aprendizagem de Física, e em cima disso, descobrir meios para desenvolvê-las e transpor possíveis barreiras que possam existir. É importante ressaltar que nem sempre o professor tem a formação apropriada para ministrar aulas de Física,

isso pode inviabilizar o uso da experimentação em suas aulas, principalmente no que diz respeito a não ter cursado uma licenciatura. Na tentativa de minimizar esses e outros problemas, o uso de laboratórios didáticos virtuais disponíveis para *smartphones* se apresentam como uma alternativa para a inserção das práticas experimentais. Uma vez que, os laboratórios tradicionais são relevantes, mas quase nunca são usados ou até mesmo nem existem nas escolas.

Assim, através de uma formação adequada, os professores deverão gradualmente substituir uma experimentação totalmente centrada na execução "cega" de um protocolo fornecido aos alunos, por uma experimentação em que o protocolo é discutido e preferencialmente construído com a participação dos alunos, reservando mais tempo para uma reflexão dos propósitos educacionais (conceptuais e metodológicos) da atividade. (CARVALHO, FERREIRA, PAIVA e SOUSA, 2012, p. 41).

Espera-se, dessa forma, que atividades experimentais bem planejadas, aliando teoria com a prática possam promover uma aprendizagem satisfatória. É necessário modificar a velha perspectiva de que as práticas experimentais servem apenas para exemplificar, esclarecer, ou ilustrar alguma coisa vista nas aulas teóricas. Portanto, é necessário uma qualificação teórica e prática dos professores, a fim de implementar as atividades experimentais em sua prática pedagógica e, oportunizar aos alunos a construção do conhecimento e despertar um interesse maior pela aprendizagem.

3. CONTEÚDOS DE FÍSICA

Este capítulo apresenta a Fundamentação dos conceitos Físicos que norteiam o produto educacional. Dentre as diversas teorias da Física iremos estudar a Aceleração, Queda Livre e o Pêndulo Simples. Serão apresentados neste capítulo alguns conceitos que serão necessários para aplicação do produto. Essa seção foi toda desenvolvida baseando-se nos livros textos: HALLIDAY (2012) vol. I e vol. II, ALONSO e FINN (2014), TIPLER e MOSCA (2017) em nível de graduação e ANNA, MARTINI, REIS e SPINELLI (2011) vol. I e vol. II em nível médio.

3.1 Aceleração

Vamos começar analisando um exemplo. Se um automóvel, em uma viagem, passou da velocidade de 40 km/h para a velocidade de 100 km/h em 6 minutos, podemos dizer que o carro aumentou, em média, 10 km/h em sua velocidade a cada minuto.

Daí, podemos afirmar que a aceleração média do automóvel foi:

$$\frac{10 \text{ km/h}}{1 \text{ mim}} = \frac{10 \text{ km/h}}{\frac{1}{60} \text{ h}} = \frac{10 \cdot 60 \text{ km/h}}{\text{h}} = 600 \text{ km/h}^2$$

É importante observar que o automóvel não aumentou necessariamente 10 km/h a cada minuto. Ele pode ter aumentado 45 km/h nos 3 primeiros minutos e mais 15 km/h nos 3 minutos seguintes.

De um modo geral a velocidade de um corpo é uma função do tempo. Se a velocidade permanece constante o movimento é dito uniforme. Assim, a aceleração média durante certo intervalo de tempo é a variação da velocidade de tempo durante o intervalo de tempo.

$$a_{\text{méd}} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.1)$$

Daí vem que a unidade de medida de aceleração é a razão entre a unidade de medida de velocidade e a unidade de medida de tempo:

$$u(a) = \frac{u(v)}{u(t)} = \frac{m/s}{s} = m/s^2$$

Assim como deslocamento e velocidade, aceleração é uma quantidade vetorial. Para o movimento unidimensional, podemos usar + e – para indicar a orientação da aceleração.

Tabela 01: Orientação da aceleração.

<i>se</i>	$v_f > v_i$	$\Delta v > 0$	$a_{méd} > 0$
<i>se</i>	$v_f < v_i$	$\Delta v < 0$	$a_{méd} < 0$
<i>se</i>	$v_f = v_i$	$\Delta v = 0$	$a_{méd} = 0$

Fonte: o autor.

No caso do automóvel que aumentou sua velocidade de 40 km/h para 100 km/h em 6 minutos, a aceleração média foi de 600 km/h². Porém, isso não significa que em todo instante a aceleração foi de 600 km/h². O automóvel pode ter mantido sua velocidade constante por algum intervalo de tempo, ou até diminuído sua velocidade ao encontrar algum obstáculo em sua frente. Para sabermos a aceleração do móvel em todo instante, a aceleração média não nos serve, precisamos conhecer a aceleração instantânea.

A aceleração instantânea é o valor limite da aceleração média, quando o intervalo de tempo torna-se muito pequeno. Assim,

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a_{méd} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ou seja,

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (3.2)$$

A aceleração instantânea pode ser obtida pelo cálculo da derivada temporal da velocidade. Operacionalmente, determina-se a aceleração instantânea pela observação da pequena variação de velocidade que ocorre durante o pequeno intervalo de tempo.

Se a velocidade aumenta com o tempo em valor absoluto, o movimento é dito “acelerado” e se a velocidade decresce com o tempo em valor absoluto, o movimento é dito “retardado”.

Conhecida a aceleração, podemos calcular a velocidade por integração. Da Equação (3.2) temos:

$$dv = a \cdot dt$$

Que se for integrada, fica:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt$$

Onde v_0 é a velocidade no instante t_0 . Mas, como:

$$\int_{v_0}^v dv = v - v_0$$

Logo:

$$v = v_0 + \int_{t_0}^t a dt \quad (3.3)$$

A relação entre a aceleração e posição pode ser obtida pela combinação da Equação (3.2), com a equação da velocidade que é:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (3.4)$$

Então, combinando (3.2) com (3.3), temos:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right)$$

Logo:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (3.5)$$

Outra importante relação entre posição e velocidade pode ser obtida do modo seguinte. A Equação (3.2) pode ser escrita como:

$$dv = a dt$$

Multiplicando os membros da equação acima pela equação (3.4), temos:

$$v dv = a dt \left(\frac{dx}{dt} \right) = a dx$$

Integrando, obtemos:

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{x_0}^x a dx$$

Logo:

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = \int_{x_0}^x a dx \quad (3.6)$$

3.2. Movimento com aceleração constante

Em geral, a aceleração varia durante o movimento. Um movimento retilíneo com aceleração constante e diferente de zero é dito uniformemente acelerado ou uniformemente variado. Um exemplo de movimento uniformemente acelerado é o de Queda Livre, que será visto ainda nesse capítulo.

Como a aceleração é constante, da Equação (3.3), temos:

$$v = v_0 + \int_{t_0}^t a dt = v_0 + a \int_{t_0}^t dt = v_0 + a(t - t_0) \quad (3.7)$$

Partindo da equação,

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t v dt$$

temos:

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t [v_0 + a(t - t_0)] dt = x_0 + v_0 \int_{t_0}^t dt + a \int_{t_0}^t (t - t_0) dt$$

Logo:

$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (3.8)$$

Em muitos casos do movimento uniformemente acelerado é interessante resolver um problema sem a necessidade de utilizar o tempo nos cálculos, isso se faz relacionando diretamente a velocidade com o espaço. Sendo assim, é útil obter uma relação deduzida a partir da Equação (3.6):

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = a \int_{x_0}^x dx = a(x - x_0)$$

Então:

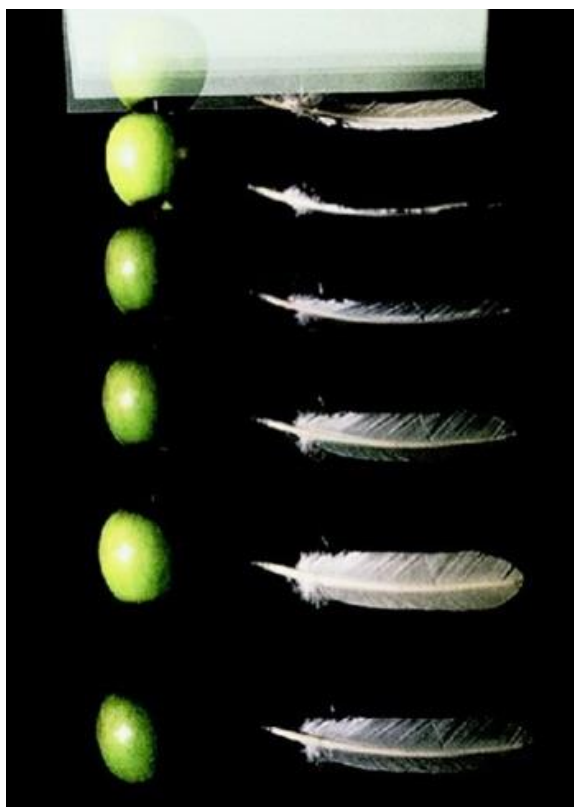
$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (3.9)$$

3.3. Aceleração em Queda Livre

Um corpo que é lançado verticalmente no vácuo (para cima ou para baixo), ou simplesmente abandonado, sofre a ação de uma aceleração, denominada aceleração da gravidade (g). O valor dessa aceleração não depende das características do objeto, como massa, densidade e forma; é a mesma para todos os objetos.

A Figura 3 mostra uma maçã e uma pena, simultaneamente largadas a partir do repouso em uma grande câmara de vácuo, ambas caem com movimentos idênticos. Assim, sabemos que a maçã e a pena caem com a mesma aceleração.

Figura 3: No vácuo, a maçã e a pena, largadas simultaneamente do repouso, caem idênticamente.



Fonte: HALLIDAY, RESNICK, 2012, Vol. I, p. 26

O caso mais importante de movimento uniformemente acelerado é o movimento vertical sob a ação da gravidade. Nesse caso, tomando o sentido de baixo para cima como positivo, definimos $a = -g$, sendo o sinal de menos devido ao fato de a aceleração da gravidade ter o sentido de cima para baixo. O valor da aceleração da gravidade varia de um local para outro sobre a superfície da terra devido à altitude e latitude. Porém, se o movimento se der em uma região onde estas duas variáveis têm pequenas mudanças, podemos considerar a aceleração da gravidade constante. A magnitude desta aceleração tem o valor aproximado de:

$$a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Como g é a magnitude da aceleração, g é sempre positivo.

Podemos observar que um corpo em movimento vertical para cima, sujeito exclusivamente à aceleração da gravidade, tem o módulo de sua velocidade reduzido durante a subida, o que constitui um movimento retardado. Do mesmo modo, um corpo em movimento vertical para baixo, sujeito exclusivamente à aceleração da gravidade, tem o módulo de sua velocidade aumentado durante a descida, o que constitui um movimento acelerado.

As equações de movimento da Seção (3.2) para aceleração constante também se aplicam à queda livre nas proximidades da superfície da terra, ou seja, se aplicam a um objeto que esteja descrevendo uma trajetória vertical, para cima ou para baixo, contanto que os efeitos do ar possam ser desprezados, mas é preciso fazer duas mudanças na notação:

- 1- O movimento deve ser descrito em relação a um eixo vertical y , com $+y$ orientado verticalmente para cima.
- 2- A aceleração a deve ser substituída por $-g$, onde g é o módulo da aceleração em queda livre.

A aceleração da gravidade pode ser calculada usando a equação que relaciona altura com o tempo de queda, ou seja, a equação que dá o deslocamento no eixo vertical no movimento de queda livre.

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Logo:

$$g = \frac{2h}{t^2} \quad (3.10)$$

3.4. Movimento Oscilatório

Entre os movimentos encontrados na natureza, um dos mais importantes é o movimento oscilatório. Dentre todos os movimentos oscilatórios, o mais importante é o Movimento Harmônico Simples (MHS), porque, além de ser o movimento mais simples para se descrever matematicamente, constitui uma descrição bastante precisa de muitas oscilações encontradas na natureza.

3.4.1 Cinemática do movimento harmônico simples

Por definição, dizemos que uma partícula executa um movimento harmônico simples ao longo do eixo x quando seu deslocamento x , em relação à origem do sistema de coordenadas é dado, como função do tempo, pela relação:

$$x = A \operatorname{sen}(\omega t + \alpha) \quad (3.11)$$

A grandeza $\omega t + \alpha$ é denominada fase e α é a fase inicial, isto é, o valor da fase para $t = 0$.

O movimento harmônico simples é periódico e seu período é:

$$P = \frac{2\pi}{\omega}$$

A frequência de um movimento harmônico simples é igual ao número de oscilações completas, por unidade de tempo. A grandeza ω , denominada frequência angular, está relacionada com a frequência pela relação seguinte:

$$\omega = \frac{2\pi}{P} = 2\pi\nu \quad (3.12)$$

A velocidade da partícula, denominada a partir da equação (3.4), é:

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \alpha) \quad (3.13)$$

Analogamente, a aceleração é dada por:

$$a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \text{sen}(\omega t + \alpha) = -\omega^2 x \quad (3.14)$$

3.4.2 Dinâmica do movimento harmônico simples

Na seção anterior, definimos o movimento harmônico simples por meio de suas propriedades cinemáticas expressas pela equação (3.11). Dada uma força atrativa proporcional ao movimento, isto é ($F = -Kx$), o movimento resultante é harmônico simples. Um procedimento é partir da equação de movimento, $F = m \cdot a$, com $F = -Kx$ e, lembrando que no movimento retilíneo:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Logo, vamos escrever a equação:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \quad \text{ou} \quad m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$$

Fazendo $\omega^2 = k/m$, podemos escrever:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \quad (3.15)$$

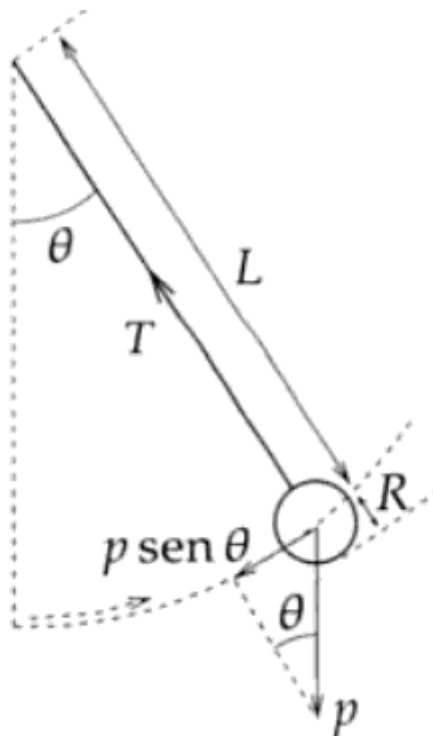
Dizemos que $x = A \text{sen}(\omega t + \alpha)$ é a solução geral da equação (3.15) porque tem duas constantes arbitrárias, a amplitude A e a fase inicial α^* . Portanto, verificamos que uma força atrativa proporcional ao deslocamento produz movimento harmônico simples.

3.4.3 Pêndulo simples

Um exemplo de movimento harmônico simples é o movimento de um pêndulo. Um pêndulo simples é constituído por um corpo de dimensões desprezíveis, preso a um fio inextensível de comprimento L fixado verticalmente, no equilíbrio o fio permanece em uma posição vertical. Ao afastarmos o corpo desta posição de equilíbrio inicia-se um movimento pendular em torno do ponto de suspensão.

Considere uma esfera de massa m e raio R presa por um fio a um ponto fixo O . A distância entre o ponto O e o centro de esfera é igual a L . Suponha que R seja muito menor que L ; com esta hipótese a esfera pode ser considerada como massa puntiforme. Quando esta aproximação for satisfeita, dizemos que este sistema constitui um pêndulo simples.

Figura 4: Movimento oscilatório do pêndulo



Fonte: LUIZ, 2007, Vol. II, p. 09

Para determinar o tipo de oscilação, precisamos escrever a equação de movimento da partícula. A partícula move-se num arco de círculo com raio OB . As forças que agem sobre a partícula são o peso mg e a tensão T no fio. A componente tangencial da força resultante é:

$$F_T = -mg \operatorname{sen}\theta$$

Onde o sinal negativo aparece porque ela tem sentido oposto ao deslocamento. A equação para o movimento tangencial é:

$$F_T = ma_T$$

Como a partícula se move ao longo de um círculo de raio l , podemos exprimir a aceleração tangencial. Isto é:

$$a_T = \frac{la^2\theta}{dt^2}$$

Logo, a equação para o movimento tangencial é, portanto:

$$m \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg \operatorname{sen}\theta \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \operatorname{sen}\theta = 0 \quad (3.16)$$

Essa equação não é do mesmo tipo da equação (3.15) devido à presença de $\operatorname{sen}\theta$. Entretanto, se o ângulo θ é pequeno, o que é verdadeiro para amplitudes pequenas de oscilação, podemos escrever $\operatorname{sen}\theta \sim \theta$ na equação (3.16) para o movimento do pêndulo que, então, reduz-se a:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \theta = 0$$

Essa equação diferencial é idêntica à Equação (3.15), em que x foi substituído por θ , sendo que, desta vez, ela se refere a um movimento angular e não linear. Assim, concluímos que o movimento angular do pêndulo é harmônico simples, com $\omega^2 = g/l$. O ângulo θ pode ser, desse modo, expresso na forma $\theta = \theta_o \operatorname{sen}(\omega t + x)$. Então, usando a Equação (3.12), $P = 2\pi/\omega$, podemos escrever o período de oscilação como:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3.17)$$

Observa-se que o período do pêndulo simples independe da massa oscilante e da amplitude, desde que $\theta < 15^\circ$. O período do pêndulo simples depende apenas da gravidade local e do comprimento do fio.

4. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os métodos e os recursos que auxiliaram na aplicação do produto educacional fundamentada na abordagem da aprendizagem significativa de David Ausubel (MOREIRA, 2017), visando o desenvolvimento de aulas práticas/experimentais, combinando teoria e prática, pois são recursos importantes para potencializar a aprendizagem significativa.

A pesquisa foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio Professor João Bento da Costa, localizada na cidade de Porto Velho – RO, na Rua das Camélias, 5301, no bairro Eldorado, com a devida autorização da direção da escola. A aplicação do produto educacional ocorreu de forma remota através do Google Classroom com os alunos de uma turma de 2º ano do ensino médio do turno da manhã. A pesquisa foi realizada entre junho e julho de 2021, os encontros ocorreram todos de forma remota às quintas-feiras, durante o horário de aula. Um total de 23 estudantes participaram da pesquisa.

Para coleta dos dados, seguiram-se os seguintes passos, primeiro foi usado um questionário (Pré-teste) com 16 questões objetivas que constam no Apêndice A- Questionários, com intuito de fazer um levantamento sobre os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos com relação aos conteúdos que seriam abordados na aplicação do produto educacional. Segundo, os conteúdos foram explicados por meio de aulas expositivas e dialogadas, a aplicação do PE ocorreu em 5 encontros. Terceiro passo, aplicação do produto educacional. Quarto passo, realização de pós um pós-teste com 16 questões objetivas que consta no Apêndice A - Questionários. As respostas do pré- teste serviu de base para comparação com o pós-teste.

4.1. Descrição do Produto Educacional

O produto educacional elaborado trata-se de um Manual de Experimentos Físicos composto por dois roteiros experimentais fazendo uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso, usando o *smartphone* como instrumento de medição para aquisição de dados a partir do aplicativo phyphox.

Este produto foi preparado para atender alunos e professores do Ensino Médio, com o objetivo de auxiliar o professor a desenvolver com seus alunos o estudo da física experimental. Os experimentos propostos no Manual estão relacionados a conteúdos de Mecânica e Movimento Harmônico Simples.

Cada roteiro do Manual é estruturado da seguinte forma:

- **Introdução:** onde é feita uma pequena abordagem teórica sobre os conteúdos a qual o experimento está relacionado.
- **Metas de Aprendizagem:** onde se apresenta o que se espera obter com a realização do experimento.
- **Materiais, Equipamentos e Estrutura:** onde se encontra a relação dos materiais necessários para a realização do experimento, ressaltando que os materiais podem ser adaptados de acordo com a realidade da escola ou aluno.
- **Procedimento Experimental:** Descreve o passo a passo a ser seguido pelos alunos para montagem do arranjo experimental e realização do experimento.
- **Tarefas:** Neste item encontram-se sugestões de atividades para os alunos realizarem durante o experimento. O professor pode acrescentar outras tarefas como, por exemplo, a elaboração de um relatório.

Os roteiros são simples de serem seguidos e se apresentam como uma sugestão, podendo ser adaptado pelo professor de acordo com a sua realidade, pois existem diversas maneiras de se trabalhar os experimentos dependendo dos objetivos pedagógicos que se queiram alcançar.

4.2 O Aplicativo Phyphox

O aplicativo physical phone experiments (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. O phyphox é um aplicativo de coleta de dados, desenvolvido para professores de Física, disponível de forma gratuita para Android e IOS com

suporte no Brasil.

Com o phyphox é possível realizar experimentos de Física usando os sensores disponíveis do próprio *smartphone*, por exemplo, detectar a frequência de um pêndulo usando o acelerômetro, ou ainda, meça o efeito Doppler usando o microfone do *smartphone*. Estes são apenas alguns dos muitos experimentos que podem ser feitos com a ajuda do aplicativo, de modo que, quanto mais sensores estiverem disponíveis no aparelho, mais experimentos poderão ser realizados, conforme mostra a figura 5.

Figura 5: Sensores do aparelho que podem ser usados com o phyphox



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

Dentre os vários sensores de um *smartphone*, podemos destacar o acelerômetro, magnetômetro, giroscópio, intensidade luminosa, microfone, proximidade, temperatura, pressão e GPS. Vale lembrar que alguns sensores não estão presentes em todos os aparelhos. O aplicativo permite ao usuário o acesso remoto, podendo ser controlado a partir de outro dispositivo como computador ou outro *smartphone*, desde que ambos tenham conexão com *internet*, como mostra a Figura 6. Os dados coletados podem ser enviados para o computador em dois formatos: valores separados por vírgula (csv) ou valores separados por tabulações (Excel).

Figura 6: Acesso remoto ao phyphox



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

Depois de baixado e instalado, o aplicativo poderá ser iniciado e a tela da Figura 7 será exibida.

Figura 7: Tela inicial do phyphox

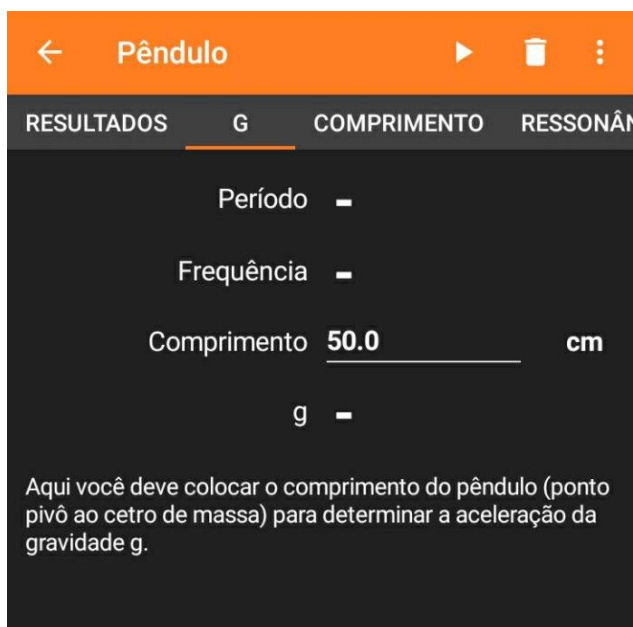


Fonte: Autor

Na tela inicial do phyphox está o menu com os ícones de cada experimento e os sensores disponíveis no aparelho. No canto superior direito temos o ícone de informações como: créditos, ideias e instruções de experimentos, perguntas frequentes, idiomas e informações do aparelho. No canto inferior direito, há o ícone mais “+”, que serve para adicionar experimentos via QR code ou *Bluetooth*. Este mesmo ícone permite adicionar experimento simples usando os sensores ativos do aparelho incluindo análise de dados e compartilha-los com outros usuários.

Ao clicar em uma das experiências disponíveis na tela inicial, o usuário será encaminhado para uma nova tela. Por exemplo, ao clicar no experimento de pêndulo o usuário será direcionado a uma tela com todas as opções do referido experimento, como mostra a Figura 8.

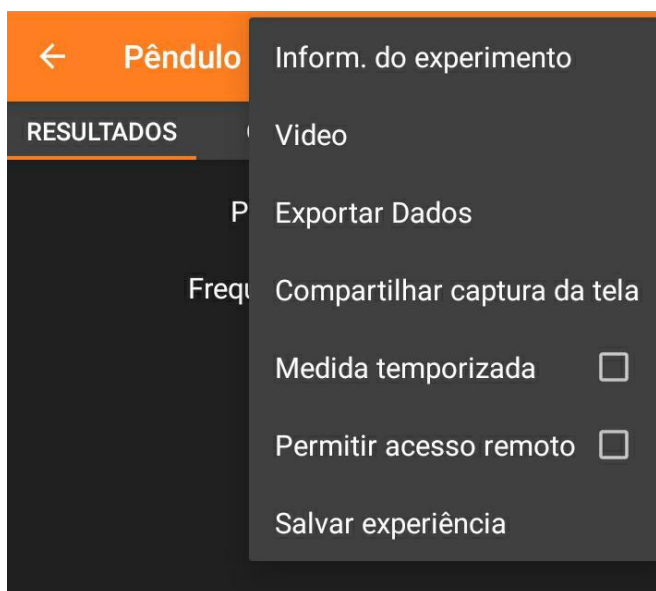
Figura 8: Tela do experimento de pêndulo.



Fonte: o Autor

Na parte superior da nova tela, na aba de cor laranja, o usuário vai encontrar o nome do experimento, o ícone “voltar” que serve para voltar à tela anterior, o ícone “lixeira” que serve para excluir os dados do experimento e reiniciar o mesmo, o ícone “play” usado para iniciar e pausar o experimento e o ícone “opções” indicado pelos três pontinhos no canto superior direito da tela, este ícone fornece ao usuário novas opções conforme mostra a Figura 9.

Figura 9: Ícone opções

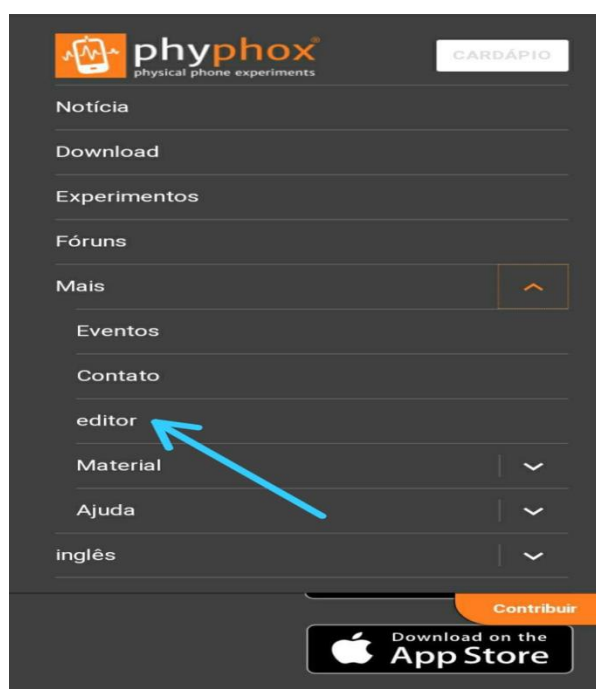


Fonte: o Autor

Todos os experimentos pré-concebidos no aplicativo são seguidos por estas opções, para que o usuário não encontre obstáculos na hora de manipular o experimento. Ao clicar em informações do experimento, o usuário tem acesso a todas as informações e dicas que precisa para manipular o experimento. Ao clicar em vídeo, o usuário será encaminhado a uma página do youtube com um vídeo explicando o uso da ferramenta e como realizar o experimento. Em exportar dados o usuário terá duas opções: Exportar os dados do experimento em separados por vírgula (csv) ou por tabulações como formato do Excel (xls). Em compartilhar captura de tela o usuário pode tirar um print da tela para salvar os registros daquele momento do experimento. Em medida temporizada o usuário consegue retardar o início do experimento e/ou alterar a duração do mesmo. Em permitir acesso remoto o aplicativo aceita o acesso com outros dispositivos, desde que estejam conectados na mesma rede de *internet*, e por fim, ao clicar em salvar experiência o usuário poderá salvar/guardar o experimento desenvolvido.

Além da gama de experimentos já prontos, o phyphox trás a opção editor (Figura 10) que permite aos usuários do aplicativo criar experimentos simples e programar novos experimentos sendo um colaborador do aplicativo, como mostra a Figura 11.

Figura 10: Função editor do phyphox



Fonte: o Autor

Figura 11: Editor teste do phyphox

Editor-Teste
phyphox.org

Principal Entrada Saída Visualizações Análise Exportar → XML Baixar / transferir

Informação da experiência

Informações sobre este experimento, como título, ícone e descrição.

Título ? New experiment
0 traduções

Categoria ? no category
0 traduções

Ícone ? 

Cor ?

Opções de análise

Essas configurações controlam quando o processo de análise, especialmente quando os dados devem ser recalculados.

Sono (s) ? 0

Sono Dinâmico ? --- v

na entrada do usuário ?

Carregar experimento Baixar experimento

Fonte: o Autor

Mais informações sobre o aplicativo Phyphox e seus recursos podem ser encontradas no site <https://phyphox.org/editor/>.

4.3. Aplicação do Produto

Esta seção apresenta os métodos e recursos utilizados para auxiliar na aplicação do produto educacional. Diante da pandemia da covid-19 que afetou todo o mundo, houve a necessidade de nos reinventarmos. O produto educacional inicialmente planejado para ser aplicado de forma presencial, precisou ser aplicado de forma remota. Foram feitos alguns testes preliminares para detectar possíveis dificuldades que os alunos poderiam encontrar na hora de realizar os experimentos. A aplicação do PE foi dividida em cinco encontros todos de forma virtual pelo google meet, cada encontro era composto por duas aulas seguidas de 50 minutos. A seguir, encontra-se a descrição detalhada desses encontros.

No primeiro encontro foi realizada uma pequena apresentação sobre as atividades planejadas e aplicado um questionário (Apêndice A) sobre aceleração da gravidade, queda livre e pêndulo simples contendo 16 questões, com intuito de verificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos sobre os conteúdos a

serem estudados. O questionário foi elaborado na plataforma do google formulários para ser aplicado de forma remota.

Na segunda aula desse primeiro encontro, os alunos tiveram o primeiro contato com o app phyphox, foi pedido a eles que baixassem o app a fim de explorá-lo e constatar quais sensores do *smartphone* estavam disponíveis para o uso no aplicativo. Nesse momento surge um problema, pois dois alunos não tinham em seus *smartphones* os sensores necessários para realização dos experimentos, o que já era esperado, pois nem todo aparelho possui todos os sensores disponíveis para funcionamento no aplicativo. Felizmente, ambos os alunos conseguiram baixar o aplicativo em aparelhos emprestado de parentes para poder realizar as atividades propostas. Como a aplicação do PE envolve recursos tecnológicos, é necessário que o professor verifique a possibilidade de sua aplicação com antecedência. Outro problema constatado nesse primeiro encontro, é que alguns alunos usam o aparelho celular para assistir as aulas, e usariam este mesmo aparelho para baixar o aplicativo e realizar as atividades, de modo que tiveram que sair da aula para baixar o aplicativo e manuseá-lo.

No segundo e terceiro encontro, foi feita uma abordagem teórica dos assuntos a ser trabalhado nas atividades experimentais que são aceleração da gravidade, queda livre e pêndulo simples.

No segundo encontro foi trabalhado o conteúdo de aceleração em queda livre. No início da aula foi pedido aos alunos para lerem um pequeno texto (organizador prévio) sobre o famoso experimento de Galileu Galilei. Após a leitura deu-se início a uma discussão a cerca do texto com perguntas como: Afinal, porque os corpos caem? O que afeta a queda de um corpo? O tempo de queda dos objetos depende de suas massas? Qual é a aceleração de um corpo em queda livre?

Em seguida, foi feita uma abordagem teórica de forma expositiva sobre o tema Queda Livre. Em seguida foi feita uma revisão mostrando as equações do movimento uniformemente variado (MUV), ressaltando que o movimento vertical no vácuo é um caso particular do MUV, logo às equações são as mesmas com algumas considerações. Após o término da aula expositiva, foi apresentado aos alunos um vídeo e uma animação sobre o experimento de Galileu Galilei. O endereço web do

vídeo, da animação e do texto usado no início da aula pode ser encontrado no plano de aula (Apêndice B).

No terceiro encontro, foi trabalhado o conteúdo de Pêndulo Simples, e a fim de instigar a curiosidade dos alunos, a aula começou com um debate/discussão. Para dar direcionamento a essa discussão, foram feitas algumas perguntas como: Vocês sabem dizer o que é um Pêndulo? Que tipos de pêndulo você costuma ver no seu dia-a-dia? Você já viu um relógio de pêndulo? Do que será que depende o tempo de oscilação do pêndulo? O que ocorre com a frequência de um pêndulo quando variamos o seu comprimento? Será que é possível determinar aceleração da gravidade através de um pêndulo?

Após esse primeiro momento da aula inicia-se uma abordagem teórica, de forma expositiva sobre o conteúdo Pêndulo Simples. Para finalizar a aula, foi apresentado aos alunos o “Simulador de Pêndulo Simples”, onde é possível trabalhar todos os conceitos básicos do pêndulo simples. No simulador, o aluno pode manipular o pêndulo e determinar o comprimento que desejar para o fio, escolher a gravidade necessária para o movimento, pode medir o período e mudar o ângulo do pêndulo, esse momento foi muito importante para deixa-los familiarizados com o pêndulo e prepara-los para realizar as atividades experimentais. O simulador se encontra disponível no site do phetcolorado de forma gratuita e o endereço web para encontra-lo está disponível no plano de aula (Apêndice B).

O quarto encontro deu-se início com um bate papo sobre o app phyphox, foi perguntado aos alunos se todos haviam baixado o app e foi feita a apresentação do aplicativo para os alunos, falando sobre suas funcionalidades, as infinitudes de experimentos disponíveis, coleta de dados e sobre a experiência de usar o *smartphone* para realizar atividades experimentais. No segundo momento foi enviado aos alunos o Manual Experimental contendo os roteiros para realização dos experimentos. Foi feita a leitura do roteiro junto aos alunos e explicado passo a passo como eles deveriam proceder para realizar os experimentos.

O aluno teve um prazo de sete dias para realizar os experimentos em casa e enviar fotos e vídeos como registro das atividades realizadas. O aluno recebeu todo suporte necessário para realização da atividade, através de vídeo-chamadas com o professor e mensagens pelo app do WhatsApp.

4.3.1 Realização dos experimentos.

Experimento 01: Cálculo da Aceleração da gravidade em Queda Livre

Na atividade experimental proposta, os alunos tinham que calcular a aceleração da gravidade em queda livre, onde um corpo é abandonado de certa altura (com velocidade inicial zero) e cai com movimento uniformemente acelerado, alterando sua velocidade apenas devido à gravidade. Com a Equação (3.10) o aluno consegue calcular a aceleração da gravidade com o tempo encontrado pela ferramenta de cronômetro acústico do app phyphox.

Figura 12: Ícone do cronômetro acústico do phyphox



Fonte: o autor

Os alunos foram conscientizados de que essa atividade deveria ser realizada com mínimo de barulho possível, para que não houvesse interferência no experimento. Pensando em sala de aula ou em um evento com público, como uma feira de ciências, por exemplo, o Manual experimental apresenta uma estrutura alternativa para este experimento. Vale ressaltar que alguns alunos optaram por fazer a atividade experimental utilizando a estrutura alternativa, mesmo estando em um ambiente com pouco barulho.

Figura 13: Arranjo experimental queda livre



Fonte: o autor

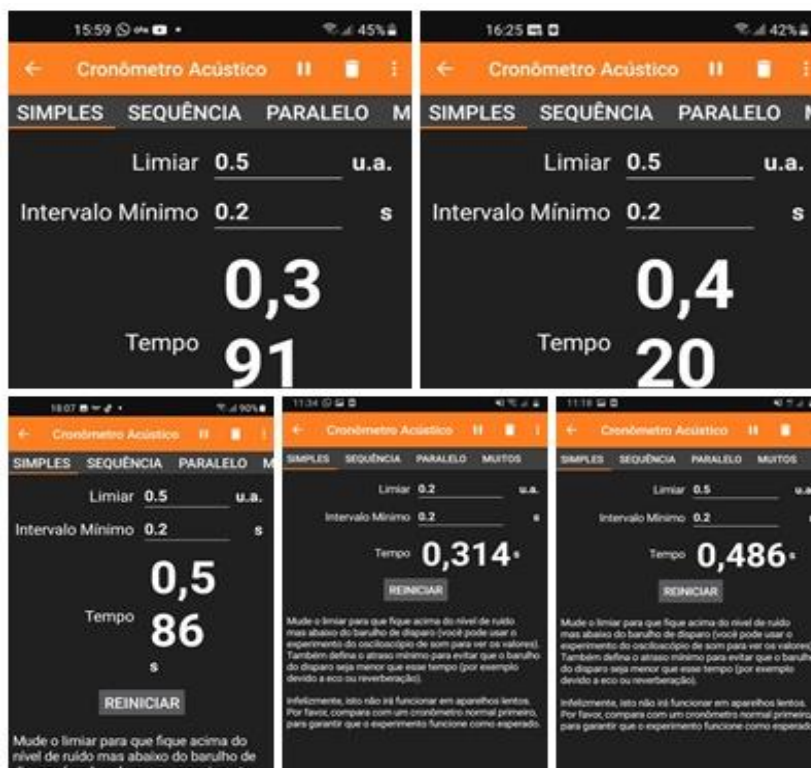
Figura 14: Arranjo experimental alternativo



Fonte: o autor

Após montarem os arranjos experimentais, os alunos tinham que realizar os experimentos e repetir o procedimento por 5 vezes com alturas diferentes e preencher uma tabela para o cálculo da aceleração da gravidade que se encontra na seção de tarefas no final do roteiro experimental.

Figura 15: Dados obtidos pelo aluno 01 durante o experimento.



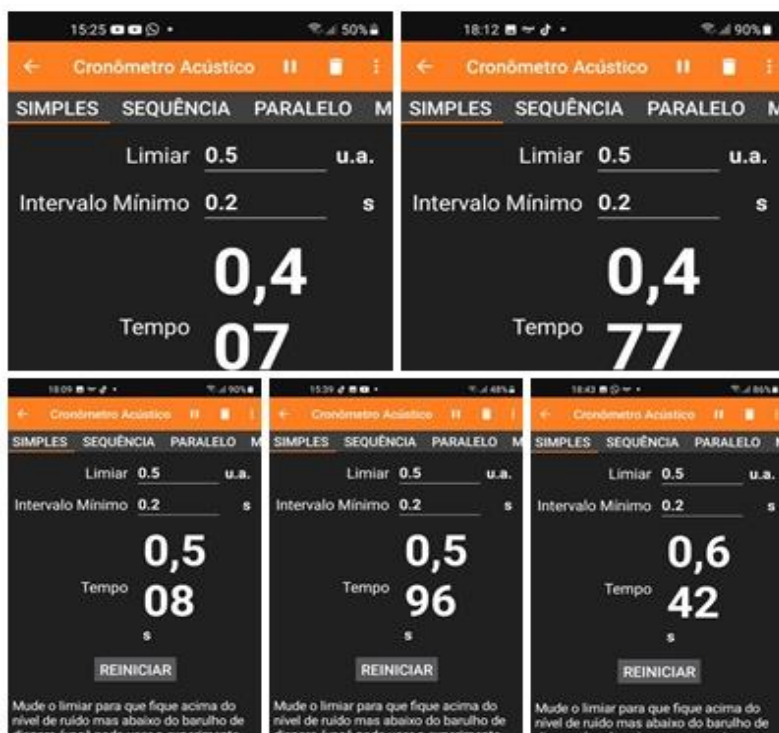
Fonte: o autor

Figura 16: Cálculo da aceleração da gravidade feito pelo aluno 01

	h (m)	t (s)	$t(s^2)$	$g(m/s^2)$
Teste 01	0,73	0,39	0,15	9,7
Teste 02	0,88	0,42	0,18	9,8
Teste 03	1,50	0,59	0,35	9,0
Teste 04	0,47	0,31	0,10	9,4
Teste 05	1,05	0,49	0,24	8,8
			Valor médio	9,4

Fonte: o autor

Figura 17: Dados obtidos pelo aluno 02 durante o experimento



Fonte: o autor

Figura 18: Cálculo da aceleração da gravidade feita pelo aluno 02

	h (m)	t (s)	$t(s^2)$	$g(m/s^2)$
Teste 01	0,80	0,40	0,16	10
Teste 02	1,00	0,47	0,22	9,1
Teste 03	1,30	0,50	0,25	10,4
Teste 04	1,70	0,59	0,35	9,7
Teste 05	2,00	0,64	0,41	9,8
			Valor médio	9,8

Fonte: o autor

Experimento 02: Aceleração da Gravidade - Pêndulo Simples

Para essa atividade experimental foi proposta a seguinte situação: Estudar o movimento de um pêndulo simples e usar esse movimento para medir a aceleração da gravidade. Os alunos foram orientados a construir um balanço (arranjo experimental) para receber o *smartphone*, a fim de torná-lo um pêndulo simples.

Todas as orientações de como construir o balanço passo a passo se encontram na página (15) do Manual de Experimentos.

Figura 19: Arranjo experimental do pêndulo simples



Fonte: o autor

Para realizar a aquisição de dados, os alunos tinham que iniciar o phyphox e selecionar o experimento “Pêndulo” em sua tela inicial. Nesta configuração o aplicativo utiliza o sensor giroscópio do aparelho para medir seu movimento pendular, calcular seu período de oscilação e sua frequência. Para a execução do experimento não é necessário calibrar o aplicativo.

Com o arranjo experimental pronto, o celular deve ser posto em oscilação da seguinte forma: soltar o celular a um ângulo de aproximadamente 10° e iniciar a coleta de dados pelo aplicativo por um intervalo de tempo equivalente a 10 oscilações completas. O aluno tinha que repetir esse procedimento por 6 vezes com diferentes comprimentos para o fio do pêndulo. O valor para a aceleração gravitacional será obtido diretamente do aplicativo (Figura 20).

Figura 20: Cálculo da aceleração gravitacional na aba G.



Fonte: o autor

A segunda tarefa a ser realizada pelos alunos era construir um gráfico frequência x comprimento para evidenciar o comparativo entre os dados teóricos e os dados coletados pelo aplicativo phyphox. As figuras 21 e 22 mostram alguns resultados obtidos pelos alunos.

Figura 21: Cálculo do período e da frequência feito por um aluno

$$T = 6,28 \sqrt{\frac{0,50}{9,8}} = 1,38 \text{ s} \quad f = \frac{1}{1,38} = 0,7 \text{ Hz}$$

$$T = 6,28 \sqrt{\frac{0,70}{9,8}} = 1,63 \text{ s} \quad f = \frac{1}{1,63} = 0,6 \text{ Hz}$$

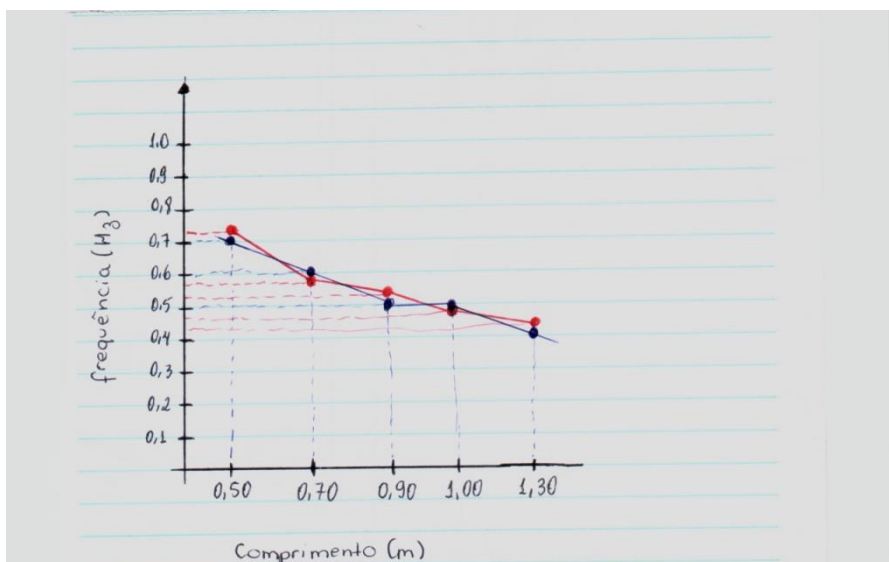
$$T = 6,28 \sqrt{\frac{0,90}{9,8}} = 1,88 \text{ s} \quad f = \frac{1}{1,88} = 0,5 \text{ Hz}$$

$$T = 6,28 \sqrt{\frac{1}{9,8}} = 2,01 \text{ s} \quad f = \frac{1}{2,01} = 0,5 \text{ Hz}$$

$$T = 6,28 \sqrt{\frac{1,30}{9,8}} = 2,26 \text{ s} \quad f = \frac{1}{2,26} = 0,4 \text{ Hz}$$

Fonte: o autor

Figura 22: Gráfico frequência x comprimento feito por um aluno



Fonte: o autor

No quinto e último encontro da aplicação do PE, foi feita uma pesquisa (Apêndice A) de satisfação/opinião com intuito de verificar a aceitação das atividades experimentais propostas, e do app phyphox como recurso para essas atividades. No próximo capítulo serão detalhadas as respostas obtidas com essa pesquisa de opinião. Ainda neste último encontro os discentes foram avaliados por meio de um questionário de avaliação (pós-teste).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

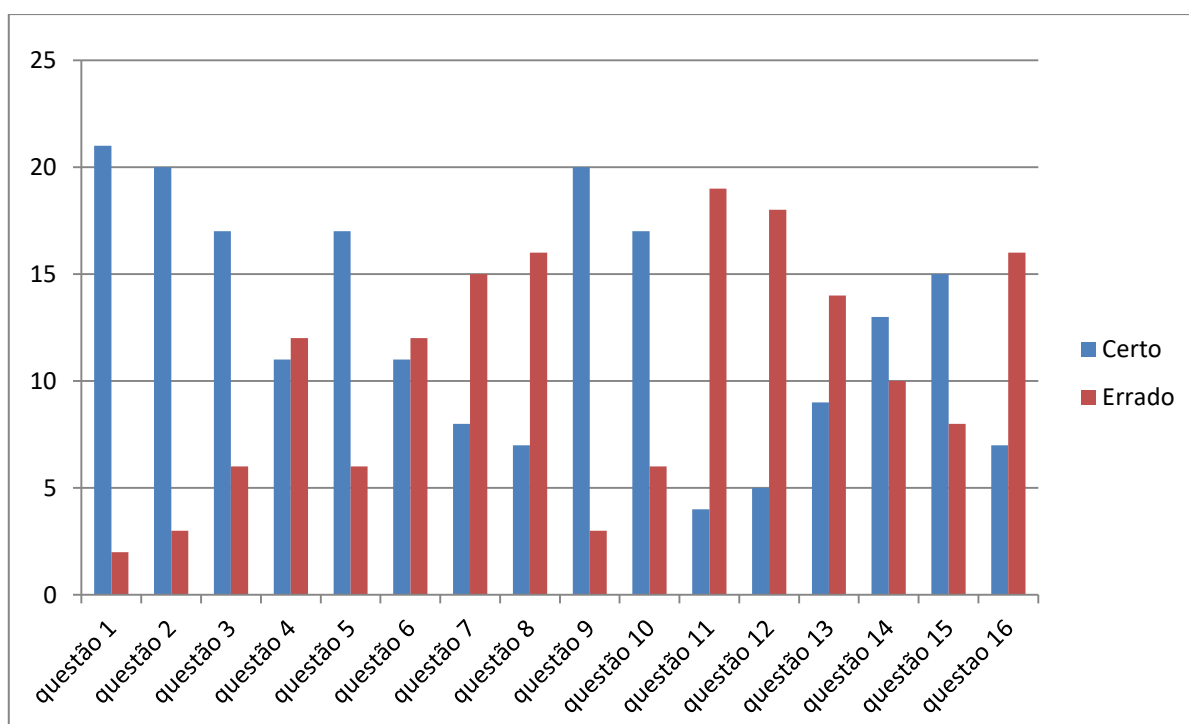
Neste capítulo, apresenta-se uma análise qualitativa dos resultados da aplicação do produto educacional. Em se tratando da análise da pesquisa, adotaram-se duas etapas: a primeira é a análise dos questionários de conhecimentos prévios (subsunçores) a segunda é a análise da pesquisa de satisfação/opinião e por último uma análise comparativa entre os dois experimentos.

5.1. Análise dos questionários de pré-teste e pós-teste.

Como descrito na metodologia, uma das partes desse trabalho foi à aplicação de um questionário sobre o tema proposto, antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação do produto educacional. O questionário se encontra no Apêndice A.

O questionário de conhecimentos prévios (pré-teste) foi aplicado aos alunos no primeiro encontro, um total de 23 alunos responderam ao questionário. Nestes termos, os resultados do questionário estão demonstrados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Respostas obtidas no questionário de conhecimentos prévios



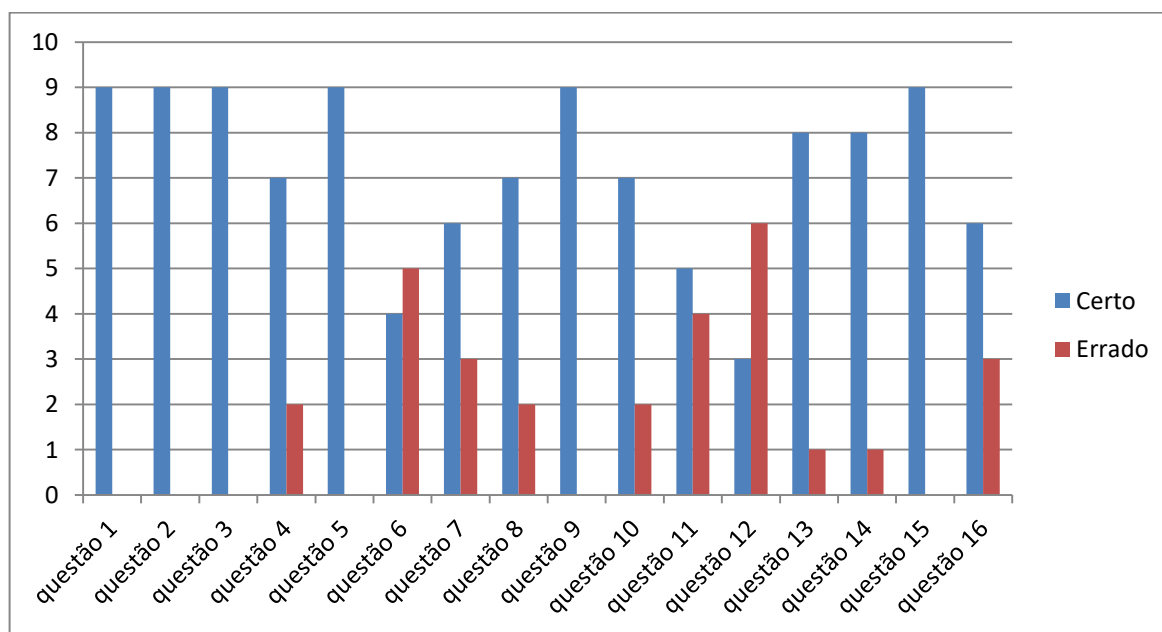
Fonte: o autor

Os dados apresentados mostram que os alunos obtiveram um baixo rendimento, ou seja, não houve um bom resultado no nível de acertos nas questões, uma vez que na metade do número de questões houve mais erros do que acertos.

Nas questões 11 e 12 houve um grande número de erros, talvez por se tratar de questões que necessitava de cálculos os alunos tiveram dificuldades em respondê-las. Outra questão que chamou atenção pelo número de erros foi a Questão 16 que versava sobre conceitos básicos de pêndulo simples, acredita-se que a dificuldade encontrada nessa questão, tenha haver com o fato que os alunos ainda não haviam estudado esse conteúdo.

O questionário de avaliação (pós-teste) foi aplicado aos alunos no último encontro da aplicação do PE, um total de 9 alunos responderam ao questionário. Nesses termos, os resultados do questionário estão demonstrados no Gráfico 2. Vale ressaltar que o questionário de avaliação foi o mesmo aplicado no pré-teste.

Gráfico 2: Respostas obtidas no questionário de avaliação



Fonte: o autor

Os resultados expressos no Gráfico 2 atestam que o uso de aplicativo para dispositivos móveis pode ser usado como uma ferramenta eficaz no processo de ensino-aprendizagem, pois houve uma melhora significativa no número de acertos das questões se comparado ao resultado do pré-teste. Os dispositivos móveis facilitam a aprendizagem como um todo e estimulam a vivência do ensino de Física, possibilitando a correlação entre a teoria e a prática.

5.2. Análise da pesquisa de satisfação

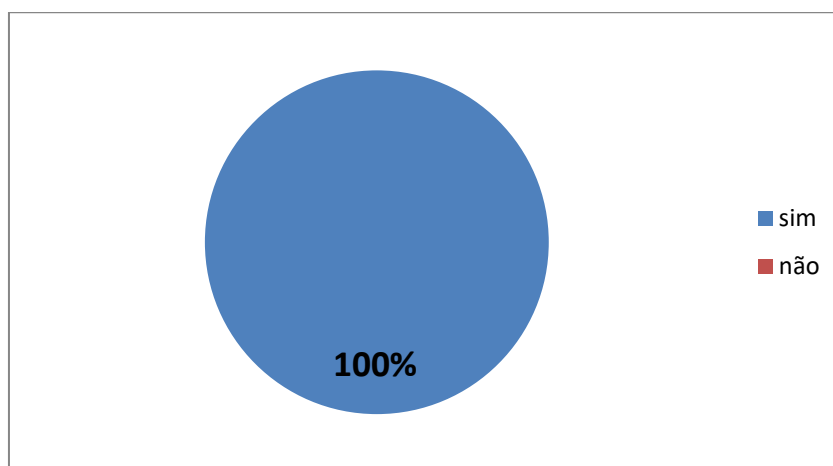
Após a aplicação do produto educacional foi feita uma pesquisa de satisfação/opinião através de um questionário (Apêndice A) com 11 perguntas no intuito de verificar a aceitação das atividades experimentais propostas, bem como o uso do app phyphox para dispositivos móveis. Essa pesquisa teve o intuito de verificar a eficiência do produto educacional desenvolvido, contribuindo, dessa forma, com o seu aprimoramento e atendimento frente ao seu público alvo. O questionário foi respondido por 15 alunos de uma turma de 2º ano do ensino médio. Os resultados obtidos foram transformados em dados estatísticos que levaram à construção de gráficos. Vamos apresentar as perguntas e os seus respectivos dados estatísticos e, em seguida, fazer um breve comentário do mesmo.

Pergunta 01 - Você possui acesso à *internet* por meio de smartphone?

sim

não

Gráfico 3: respostas da pergunta 01 do questionário de satisfação



Fonte: o autor.

Quanto ao acesso a *internet* 100% dos alunos respondeu que acessam a *internet* pelo celular. O resultado já era esperado uma vez que devido à era digital a maioria das crianças e adolescentes em idade escolar possuía acesso à *internet* por esses dispositivos.

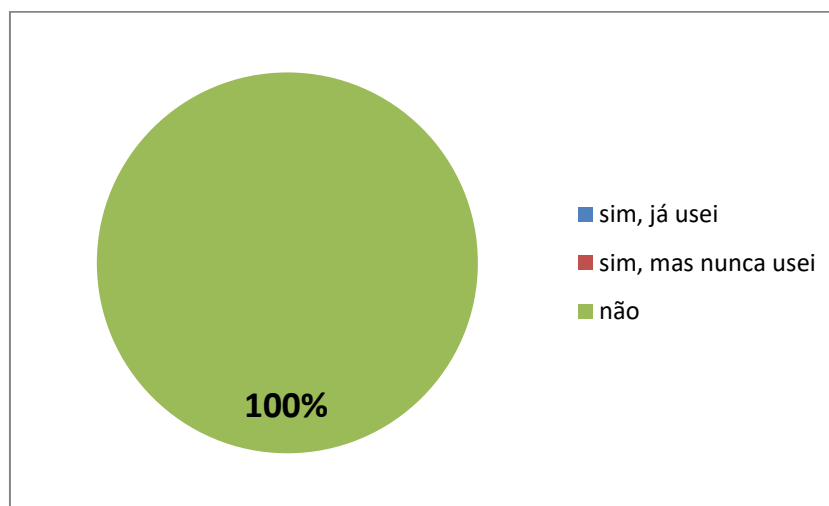
Pergunta 02 - Você já conhecia o aplicativo phyphox?

sim, já usei

sim, mas nunca usei.

não

Gráfico 4: respostas da pergunta 02 do questionário de satisfação



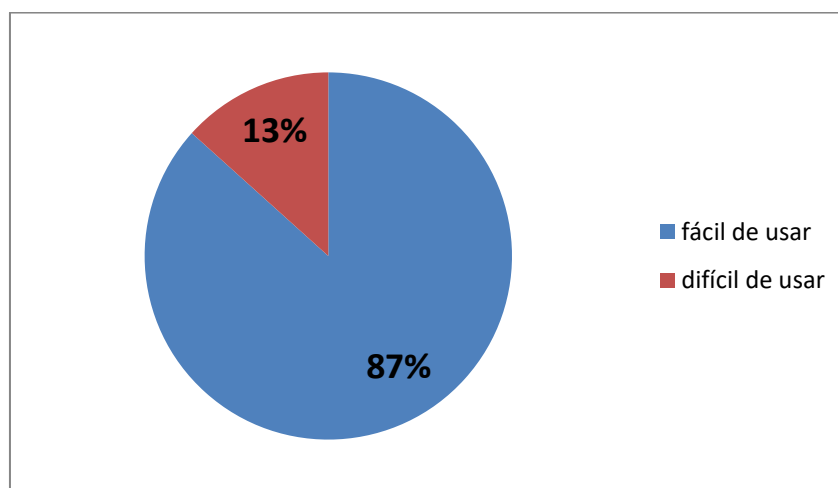
Fonte: o autor.

O gráfico 4 mostra que nenhum aluno conhecia o aplicativo phyphox utilizado nas atividades propostas. Com base nesses dados percebe-se a importância de dar acesso aos alunos às tecnologias.

Pergunta 03 – Em relação ao uso do aplicativo phyphox você considera:

() fácil de usar () difícil de usar

Gráfico 5: respostas da pergunta 03 do questionário de satisfação



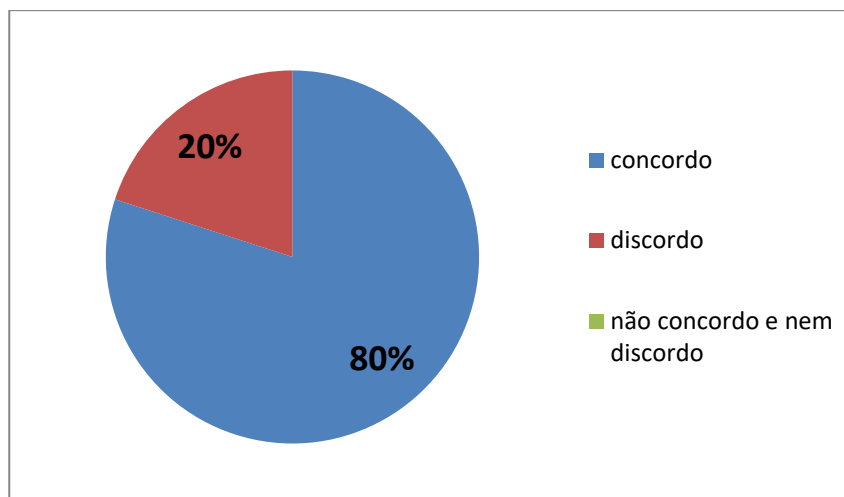
Fonte: o autor

Sobre a facilidade de manuseio em relação ao aplicativo phyphox, 87% dos alunos concordaram que o app é de fácil manuseio, outros 13% dizem ser difícil de manusear o app. Vale destacar que alguns alunos tiveram problemas no manuseio, pois o aplicativo ficava falhando ou travando devido o celular ser mais antigo.

Pergunta 04 - O aplicativo phyphox facilitou a compreensão dos conteúdos abordados nos experimentos. Você concorda ou discorda desta afirmação?

concordo discordo nem concordo, nem discordo

Gráfico 6: respostas da pergunta 04 do questionário de satisfação



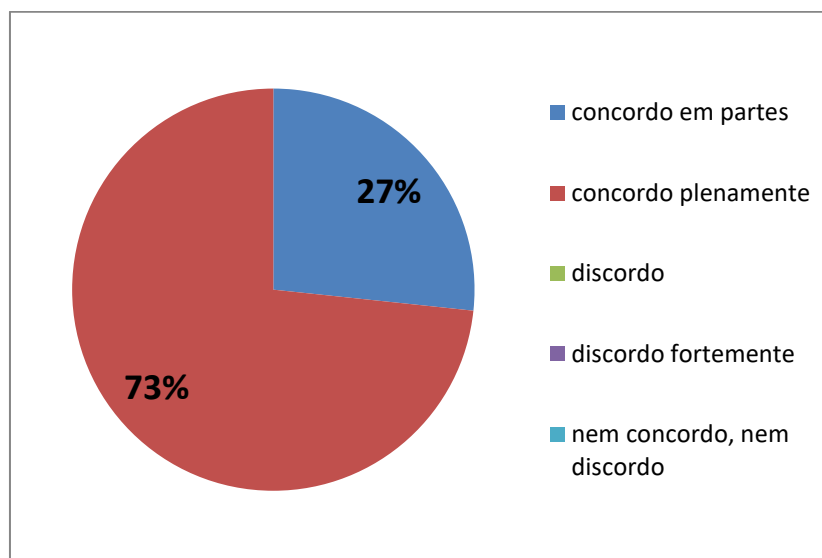
Fonte: o autor.

O objetivo dessa pergunta era verificar a eficiência do aplicativo para o entendimento dos conteúdos abordados. Os dados apresentados no gráfico 6 mostraram que 80% dos alunos concordam que o aplicativo ajuda na compreensão dos conteúdos abordados nos experimentos. A análise desse resultado mostra que o aplicativo é uma ferramenta eficaz para o aprendizado dos alunos.

Pergunta 05 - Recebi orientação adequada para o desenvolvimento das atividades experimentais e manuseio do aplicativo. Você concorda ou discorda desta afirmação?

- concordo em partes
- concordo plenamente.
- discordo
- discordo fortemente
- nem concordo, nem discordo

Gráfico 7: respostas da pergunta 05 do questionário de satisfação



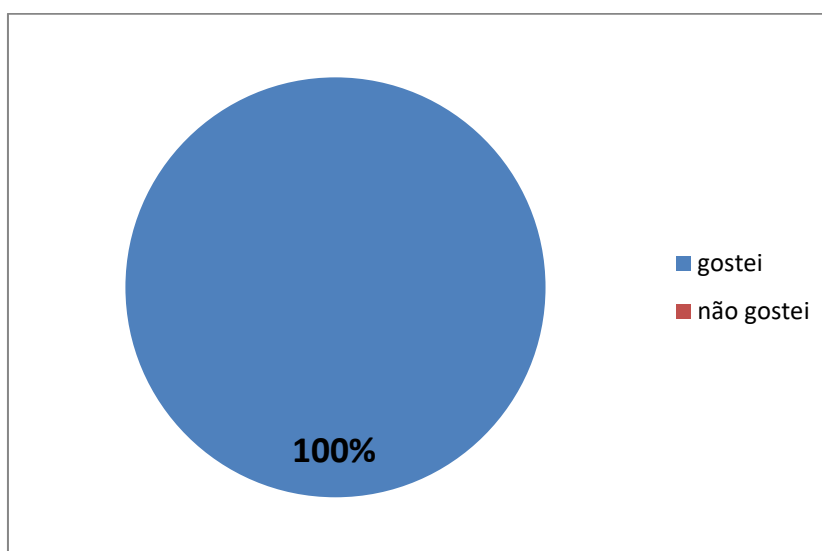
Fonte: o autor

O Gráfico 7 mostra que 73% dos alunos concordaram que receberam orientação adequada para a execução das atividades propostas pelo Manual usando o app phyphox. Outros 9,3%, ou seja, 4 alunos discordaram da afirmação. Os alunos receberam orientação por vídeo chamadas e mensagens usando o app WhatsApp.

Pergunta 06 - O que você achou dos experimentos desenvolvidos?

() gostei () não gostei

Gráfico 8: respostas da pergunta 06 do questionário de satisfação



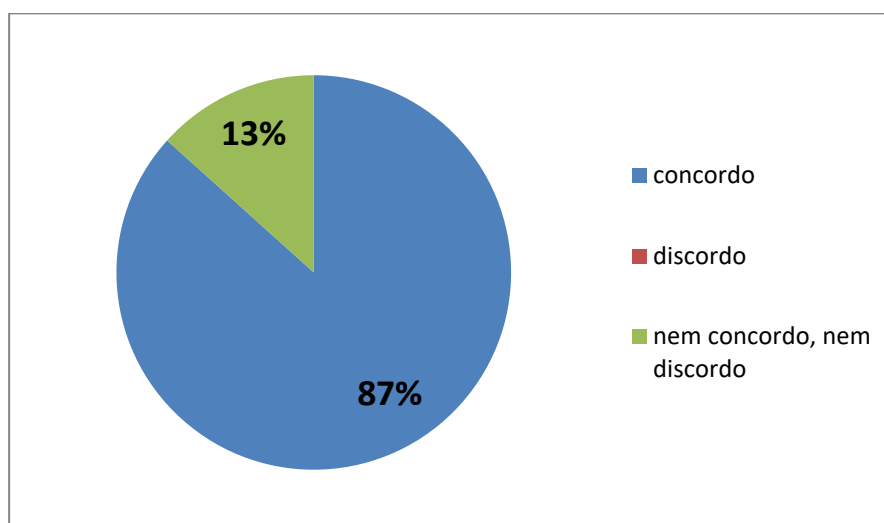
Fonte: o autor.

Em relação aos experimentos, todos os alunos (100%) escolheram a opção “gostei”. Isso mostra que aliando teoria com a prática é possível tornar o aprendizado satisfatório.

Pergunta 07 - As atividades experimentais propostas contribuíram significativamente para superarem dificuldades de aprendizagem dos conteúdos abordados. Você concorda ou discorda desta afirmação?

concordo discordo nem concordo, nem discordo.

Gráfico 9: respostas da pergunta 07 do questionário de satisfação



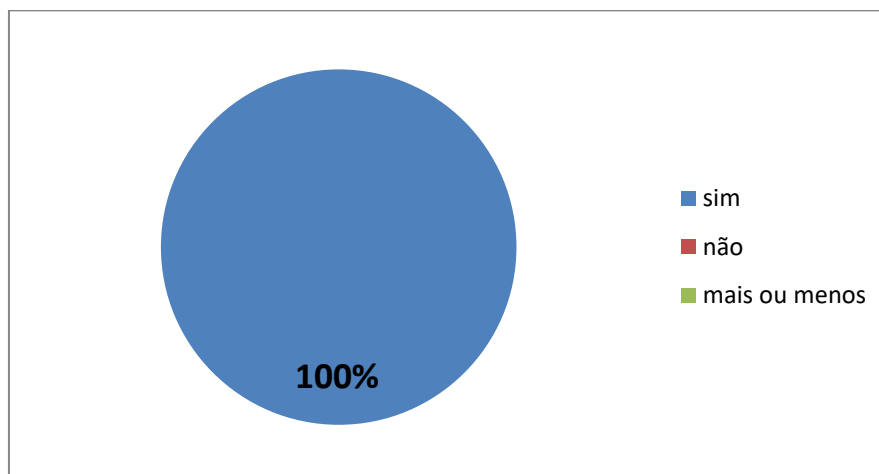
Fonte: o autor

O gráfico 9 mostra que 87% dos alunos concordam que as atividades experimentais propostas contribuíram para superar possíveis dificuldades encontradas com relação aos conteúdos de Física abordados. Acredita-se que a facilidade dos estudantes em manusear os *smartphones*, tenha contribuído ao crescente interesse da busca pela aprendizagem gerada pelo emprego dos dispositivos móveis, assim resultando em mais de 80% de concordância.

Pergunta 08 - O tempo disponibilizado para realização das atividades propostas foi suficiente?

sim não mais ou menos

Gráfico 10: respostas da pergunta 08 do questionário de satisfação



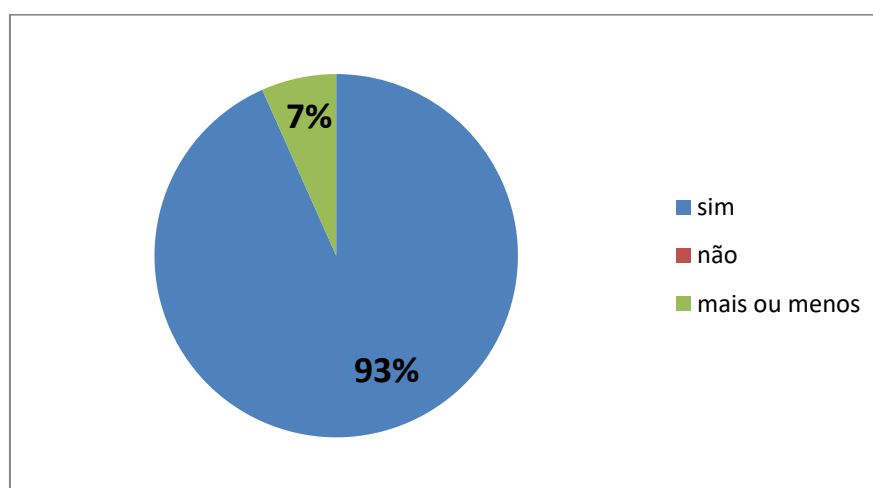
Fonte: o autor

Ao se avaliar o tempo disponibilizado para a realização das atividades experimentais do manual, observou-se conforme o Gráfico 10 que todos os alunos concordaram que o tempo disponibilizado foi suficiente para realizar as atividades. É importante destacar que os alunos tiveram 7 dias para mandar fotos e vídeos dos experimentos realizados.

Pergunta 09 - Os materiais utilizados nos experimentos são de fácil acesso?

() sim () não () talvez

Gráfico 11: respostas da pergunta 09 do questionário de satisfação



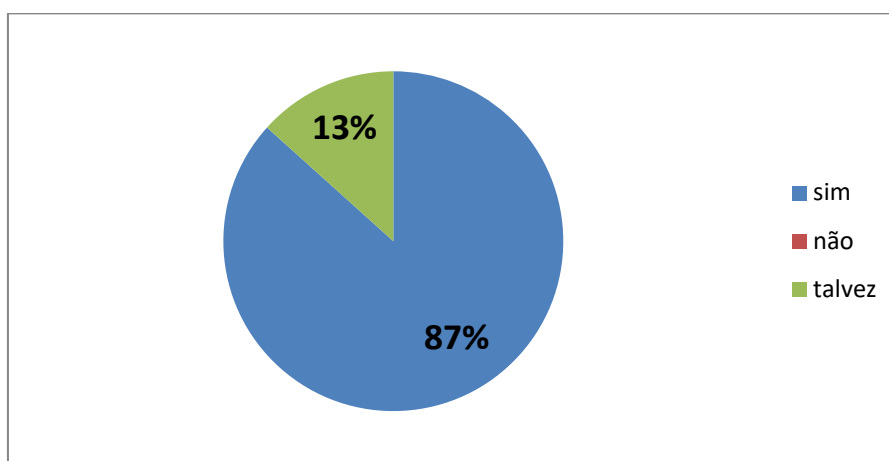
Fonte: o autor.

O Gráfico 11 do questionário verificou se os materiais de baixo custo são facilmente acessíveis. Nesta questão, 93% dos alunos (14 alunos) disseram "sim" e apenas um aluno disse talvez, mostrando uma acessibilidade e facilidade em encontrar os materiais escolhidos para os experimentos.

Pergunta 10 - Sentiu-se motivado com as atividades realizadas? Você vê uma contribuição para seu aprendizado?

() sim () não () talvez

Gráfico 12: resposta da pergunta 10 da pesquisa de satisfação



Fonte: o autor.

Sobre a afirmação a respeito da motivação mediante as atividades realizadas, nota-se que 87% dos estudantes concordaram que se sentiram motivados com as atividades realizadas. Com isso, entende-se que esses dispositivos podem contribuir com o processo ensino-aprendizagem, pois os mesmos trazem mais engajamento por parte dos alunos, mudando sua concepção a cerca da disciplina de Física, aumente o interesse e a motivação dos discentes para o aprendizado.

A última questão pedia para que os alunos deixassem algum comentário sobre o que haviam achado do aplicativo phyphox, das atividades experimentais ou alguma sugestão. Essa questão não era obrigatória, de modo que dos 15 alunos que responderam ao questionário, apenas 11 alunos deixaram seu comentário e/ou sugestão, como mostra as figuras 23 e 24.

Figura 23: comentários e sugestões dos alunos de 1 à 5.

Aluno 01:	Excelente.
Aluno 02:	O aplicativo e muito bom. Sem comentários kkk.
Aluno 03:	É um aplicativo bastante interessante para esses experimentos.
Aluno 04:	Achei um pouco confuso no início, mas depois entendi como usar.
Aluno 05:	É um aplicativo muito bom, mas tem algumas funções que é difícil de acessar.

Fonte: o autor

Com base nas respostas da figura 20 temos que: quase todos os alunos elogiaram bastante o app phyphox, bem como as atividades experimentais desenvolvidas. O aluno 02, por exemplo, diz que o app é “muito bom” e que dispensa comentários. Os alunos 04 e 05 apresentam algumas dificuldades que tiveram para manusear o aplicativo, alegando ser confuso e ter algumas funções difíceis de usar. Porém, vale destacar que ambos conseguiram realizar os experimentos.

Figura 24: comentários e sugestões dos alunos de 06 à 11.

Aluno 06:	Como eu nunca tinha usado o aplicativo, fui buscar aprender a usar, depois fui seguindo passo a passo, até concluir a atividade.
Aluno 07:	É muito bom ter o desenvolvimento de aulas experimentais durante esse isolamento, assim o aluno se sente motivado e como estivesse em sala de aula.
Aluno 08:	Achei ele um aplicativo de fácil manuseio e compreendi o conteúdo de maneira prática e divertida.
Aluno 09:	achei super interessante esse novo método de aprendizado à física por meio desse aplicativo!!
Aluno 10:	Achei bem elaborado, um experimento adequado e fácil para todos.
Aluno 11:	O aplicativo phyphox é bom e fácil de usar, as atividades experimentais foram muito boas também.

Fonte: o autor.

Já na figura 21, o aluno 07 pondera que foi muito bom ter aulas experimentais durante o período de isolamento, o mesmo afirma que se sentiu motivado em realizar as atividades propostas. O aluno 08 diz que o app é de “fácil manuseio” e destaca que conseguiu compreender o conteúdo “de maneira prática e divertida”. Os alunos 09, 10 e 11 elogiaram bastante o app e as atividades experimentais que

foram desenvolvidas, afirmando que foi “bem elaborado” e que foi “super interessante” estudar física por meio de um aplicativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo por meio de um produto educacional possibilitou uma reflexão acerca dos recursos didáticos que vem sendo utilizados em sala de aula e dificuldades encontradas no ensino de Física, além disso, também permitiu utilizar um aplicativo para dispositivos móveis como recurso didático e avaliar como esse recurso auxilia na aprendizagem dos conteúdos.

De um modo geral, os alunos demonstraram interesse em trabalhar com esse tipo de tecnologia e demonstraram facilidade em manusear o aplicativo phyphox durante as atividades experimentais, mas ainda assim foram encontradas algumas dificuldades como, por exemplo, alguns aparelhos eram antigos e não tinham os sensores necessários para realização dos experimentos, de forma que alguns alunos ficaram sem participar desta atividade e outros tiveram que usar o celular de algum parente emprestado para poder realizar os experimentos. Como a realização destas atividades envolve recursos tecnológicos, é necessário que o professor verifique a possibilidade de sua aplicação com antecedência para que o uso destes recursos não fique limitado.

Portanto, o uso dos dispositivos móveis é uma alternativa pedagógica motivadora para o ensino de Física, pois facilita a aprendizagem tornando-a mais dinâmica, torna o aluno mais ativo, promove a interação entre a teoria vista em sala de aula com o cotidiano do aluno, incluindo num só conjunto professor, aluno e o material, conforme propõe as teorias da aprendizagem significativa. Diante das falas dos alunos ficou evidente que os objetivos de cada recurso didático utilizado na aplicação do produto educacional foram realmente alcançados.

O debate "tira dúvidas" feito pelo google meet conseguiu criar um ambiente onde os alunos puderam argumentar e através da troca de ideias coletivas tirarem suas dúvidas e curiosidades sobre o tema. Já os vídeos exibidos possibilitaram reforçar o conteúdo que foi transmitido pelo professor e com a discussão ao final do vídeo, os alunos tiravam dúvidas e debatiam sobre o tema. Os vídeos permitiram os alunos entender melhor a matéria, por apresentarem uma linguagem fácil e aproximar o aluno do seu cotidiano.

As animações e os simuladores forneceram aos estudantes um ambiente enriquecedor e motivador que além de divertir, passou a ser visto como um promotor de aprendizagem, permitindo os alunos entender melhor alguns conceitos que antes não foram assimilados, por considera-los abstratos e difíceis de serem visualizados somente por uma imagem ou representações feitas na lousa, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que desejar. Esses recursos possibilitaram ainda tirar dúvidas, revisar e reforçar o que foi visto nas aulas expositivas.

As atividades experimentais por meio de dispositivos móveis com auxílio do app phyphox que utilizou materiais acessíveis e de baixo custo, permitiu aos alunos usarem a criatividade para propor soluções alternativas de materiais e metodologias e, assim, fazer os experimentos com as adaptações necessárias. Como a aplicação do produto educacional se deu de forma remota devido a pandemia do corona vírus, os alunos foram estimulados a serem mais ativos e gerar/aprimorar o seu senso crítico, pois os mesmos tiveram que pensar no experimento desde sua produção.

Dada à importância do tema, torna se necessário o desenvolvimento de projetos que visem à formação continuada dos professores, que possam desencadear competências e habilidades para trabalhar com os mais variados meios tecnológicos, aqui em especial os dispositivos móveis, a fim de garantir um ensino de maior qualidade, que atendam as diferentes necessidades dos alunos e, assim, efetivar uma prática pedagógica diferenciada. Vale ressaltar que o produto educacional não deve ser entendido como algo totalmente terminado, e que o uso do phyphox não é restrito aos experimentos aqui apresentados, de modo que o uso deste aplicativo pode ser desenvolvido e aplicado em diversos assuntos de Física, devido a grande quantidade de experimentos disponível no aplicativo.

Nesse sentido, a utilização dos dispositivos móveis em sala de aula permite os professores mediar o processo ensino/aprendizagem de uma forma mais enriquecedora, motivando o aluno a ter mais vontade de aprender e contribuir para que a aprendizagem seja realmente significativa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, F. P. **Os Laboratórios Didáticos de um Curso de Física**. 1ª. ed. Curitiba - PR: Editora Appris, 2020.

ALONSO, M.; FINN, E. J. **Física um curso universitário**. 2ª. ed. São Paulo - SP: Blucher, 2014.

ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a física: Estudo dos movimentos, leis de Newton e leis de conservação** 3ª. ed. São Paulo: Moderna, v. I, 2016.

ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a física: Estudo do calor, óptica geométrica e fenômenos ondulatórios**. 3ª. ed. São Paulo: Moderna, v. II, 2016.

AMBRÓSIO, M.; NICÁCIO, W. P. J. D. S. C. **O uso do webfólio e das tecnologias no ensino de Física**. São Paulo - SP: Pimenta Cultural, 2021.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre - RS: Penso, 2018.

BEHRENS, A.; MASETTO, M.T; MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas - SP: Papirus, 2017.

BORGES, R. M. R. (org.). **Interatividade e Transdisciplinaridade: na educação científica e tecnológica de jovens e adultos**. Porto Alegre - RS: EDIPUCRS, 2013.

CARVALHO, P. S. **Ensino experimental das ciências**. 1ª. ed. Porto - Portugal : U. Porto editorial, 2012.

CARVALHO, A. B. G.; MOITA, F. M. C. D. S.C.; SOUSA, R. **Tecnologias Digitais na Educação**. 21ª. ed. Campina Grande - PB: eduepb, 2011.

FREITAS, D. D. (org.); PAVÃO, A. C. **Quanta ciência há no ensino de ciências**. São Carlos - SP: EdUFSCar, 2008.

GLAP, L. (org.). **Desafios da educação na contemporaneidade**. Ponta Grossa - Paraná: AYA Editora, 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 9ª. ed. Barueri - SP: LTC, v. II, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física - Mecânica**. 9ª. ed. Barueri - SP: LTC, v. I, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio** - PNAD - Uso de internet, televisão e celular no Brasil: 2019.

Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>> Acesso em: julho de 2021.

KRAUSE, J. C.; ORTIZ, J. D. L. D. R.; SANTOS, A. V. D. **Estudando Física no Ensino Médio com o Software Tracker**. 1ª. ed. Curitiba - PR: Appris, 2017.

LUIZ, A. M. **Coleção Física 2 Gravitação: Ondas e Termodinâmica**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 2, 2007.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C. **Conexões com a física: Estudo do calor, óptica geométrica e fenômenos ondulatórios**. 3ª. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2016.

MONTEIRO, E. F. L. **O uso dos dispositivos móveis e da internet: Como parte da cultura escolar de estudantes universitários**. 1ª. ed. Jundiaí - SP: Paco e Littera, 2020.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados** [online]. 2018, v. 32, n. 94, p. 73 – 80. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt#>. Acesso em: 19 de agosto 2021.

NETO, A. S. (org.). **Educação, aprendizagens e tecnologias: relações pedagógicas e interdisciplinares**. São Paulo - SP: Pimenta Cultural, 2020.

PHYPHOX. Phyphox: seu smartphone é um laboratório móvel. Página inicial. Disponível em: < <https://phyphox.org/>>. Acesso em: 05 de dez. de 2020.

SENHORAS, M. (org.). **Covid-19: Educação e a óptica docente**. Boa Vista - RR: EdUFRR, 2020.

SILVA, J. M. D. **Efetividade das tecnologias da informação e comunicação no ensino de língua portuguesa a partir do enfoque construtivista**. Maceió - AL: EDITORA OLYVER, 2021.

SILVA, M. D.; PUHL, C. S.; MULLER, T. J. **Ensino de ciências da natureza e de matemática: contribuições teóricas e pedagógicas das tecnologias digitais**. Porto Alegre - RS: EDIPUCRS, 2020.

TIPLER, A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6ª. ed. Barueri - SP: LTC, v. I, 2009.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. 1. Disponível em: <<http://www.bibl.ita.br/UNESCO-Diretrizes.pdf>>. Acesso em: 12 agosto 2021.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO – Pré-teste e Pós-teste

1- Corpos que são abandonados com certa altura são acelerados pela gravidade em direção ao solo. A este movimento damos o nome de:

- a) Velocidade Escalar.
- b) Aceleração média.
- c) Queda Livre.
- d) Impulso.

Resposta: C

2- Qual é (aproximadamente) a aceleração de um corpo em queda Livre nas proximidades da terra?

- a) $1,4m/s^2$
- b) $9,8m/s^2$
- c) $100m/s^2$
- d) $8,9m/s^2$

Resposta: B

3- O movimento de um corpo em queda livre após ter sido abandonado de uma determinada altura é:

- a) Circular uniforme.
- b) Parabólico uniforme.
- c) Retilíneo e uniformemente acelerado.
- d) Circular e uniformemente variado.

Resposta: C

4- Quando solto no vácuo, um objeto chega ao chão após um tempo de 1,5 s, em um local onde a gravidade é igual a $10 m/s^2$. Assinale a alternativa que indica a altura aproximada em que esse objeto foi solto:

- a) 15m
- b) 12m
- c) 5,25m
- d) 11,25m

Resposta: D

5- Desprezando a resistência do ar podemos afirmar que corpos de massas diferentes caem com a mesma aceleração.

- a) Verdadeiro.
- b) Falso.

Resposta: A

6- A queda livre é um movimento uniformemente acelerado e unidimensional, cuja aceleração é a aceleração da gravidade e sempre dirigida para cima.

- a) Verdadeiro.
- b) Falso.

Resposta: B

7- Assinale a alternativa correta:

- a) A aceleração da gravidade é igual em todos os pontos da terra.
- b) A aceleração da gravidade é constante para cada ponto da terra.
- c) A aceleração da gravidade é sempre igual a 9,8 metros por segundo ao quadrado.
- d) Nos polos a aceleração da gravidade é menor que no equador.

Resposta: B

8- No instante em que uma partícula, sujeita à aceleração da gravidade, atinge a altura máxima:

- a) Sua velocidade é nula.
- b) Sua aceleração é nula.
- c) A aceleração e a velocidade se anulam.
- d) A velocidade e a aceleração têm sentidos contrários.

Resposta: A

9- No pêndulo simples, o movimento oscilatório surge em decorrência da ação das forças peso e tração, exercida por um fio.

- a) Certo.
- b) Errado.

Resposta: A

10- Um relógio a pêndulo está atrasado. Se o comprimento do pêndulo é ajustável, o que devemos fazer?

- a) Alonga-lo
- b) Encurta-lo

Resposta: B

11-Determine o período de oscilação de um pêndulo simples que possui comprimento de 1 m, oscilando em um local onde a aceleração da gravidade corresponde a $16m/s^2$. (considere $\pi = 3$)

- a) 1,5s
- b) 1s
- c) 0,5s
- d) 2s

Resposta: A

12- A aceleração da gravidade na lua é cerca de 6 vezes menor do que na terra. A razão entre os períodos de oscilações de um mesmo pêndulo simples, na lua e na terra, é cerca de:

- a) 6
- b) 2/6
- c) $\sqrt{6}$
- d) Depende do comprimento do pêndulo.

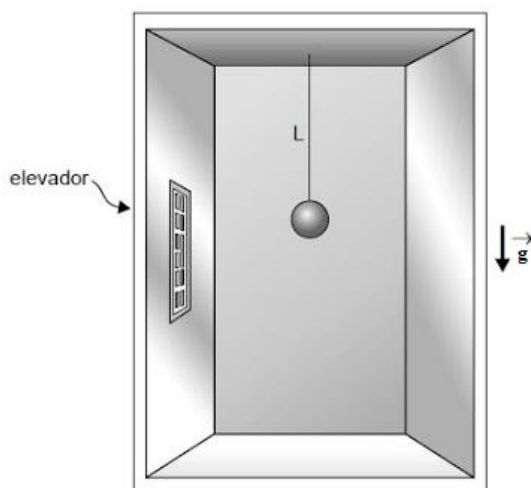
Resposta: D

13-Considere um pêndulo que realiza oscilações de pequenas amplitudes. Assinale a alternativa FALSA a cerca do seu período.

- a) Depende da massa pendular.
- b) Depende do comprimento do fio.
- c) Comprimento e período do pêndulo são duas grandezas diretamente proporcionais.
- d) Depende da intensidade gravitacional no local.

Resposta: A

14- Um Pêndulo simples é preso ao teto de um elevador, como mostra a figura:



Sendo g o módulo do campo gravitacional no local, podemos afirmar que se o elevador estiver em queda livre o pêndulo não oscilará.

- a) Certo.
- b) Errado.

Resposta: A

15- Um Pêndulo simples de comprimento L e massa m oscila com período T . O fio do pêndulo é inextensível e sem peso. O comprimento L pode variar convenientemente. Podemos afirmar que:

- a) Encurtando o fio, a frequência da oscilação aumenta.
- b) Mantendo o comprimento do fio constante e aumentando a massa m do pêndulo, o período aumenta.
- c) Mantendo constante o comprimento do fio e transportando o pêndulo para outro lugar, onde a aceleração da gravidade é maior, o período aumenta.
- d) Nenhuma das afirmativas anteriores é correta.

Resposta: A

QUESTIONÁRIO – Pesquisa de Opinião

- 1- Você tem acesso a internet por meio de smartphone ou tablet?
 - a) Sim
 - b) Não

- 2- Você já conhecia o aplicativo phyphox?
 - a) Sim, já usei.
 - b) Sim, mas nunca usei.
 - c) Não.

- 3- O aplicativo phyphox facilitou a compreensão dos conteúdos abordados nos experimentos. Você concorda ou discorda desta afirmação?
 - a) Concordo.
 - b) Discordo.
 - c) Nem concordo, nem discordo.

- 4- Recebi orientação adequada para o desenvolvimento das atividades experimentais e manuseio do aplicativo. Você concorda ou discorda desta afirmação?
 - a) Concordo plenamente.
 - b) Concordo em partes.
 - c) Discordo.
 - d) Nem concordo, nem discordo.

- 5- Você compartilharia essa experiência de usar o aplicativo phyphox com outros colegas?
 - a) Sim

- b) Não.
 - c) Talvez.
- 6- As atividades experimentais propostas contribuíram significativamente para superar dificuldades de aprendizagem dos conteúdos abordados. Você concorda ou discorda desta afirmação?
- a) Concordo.
 - b) Discordo.
 - c) Nem concordo, nem discordo.
- 7- O tempo disponibilizado para realização das atividades propostas foi suficiente?
- a) Sim.
 - b) Não.
 - c) Mais ou menos.
- 8- Sentiu-se motivado com as atividades realizadas? Você vê uma contribuição para seu aprendizado?
- a) Sim.
 - b) Não
 - c) Talvez.
- 9- Os materiais utilizados nos experimentos são de fácil acesso?
- a) Sim.
 - b) Não
 - c) Mais ou menos.
- 10- Você apoia as aulas de físicas com uso de aplicativos e atividades experimentais?
- a) Sim.
 - b) Não.

11- Se você se sentir confortável, deixe aqui algum comentário sobre o que você achou do aplicativo phyphox, das atividades experimentais ou alguma sugestão.

APÊNDICE B - PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA 01	
Disciplina: Física	Professor: Ualiton F. de Sousa
Turma: 2º Ano Ensino Médio	
<p>I. Conteúdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceleração Gravitacional. ➤ Queda Livre. ➤ Pêndulo Simples. 	
<p>II. Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar os conhecimentos prévios dos alunos. ➤ Conhecer e manusear o aplicativo phyphox. 	
<p>III. Duração:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Duas aulas de 50 minutos. 	
<p>IV. Recursos Didáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celular ou computador com acesso a internet. ➤ Ferramenta google meet ➤ Ferramenta google formulários. 	
<p>V. Desenvolvimento da Aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Primeiro Momento: Aplicação do questionário de conhecimentos prévios com questões básicas sobre Queda livre e Pêndulo simples. Disponibilizar o link do Google formulários para os alunos responderem. A ideia é que os alunos respondam ao questionário sem fazer qualquer tipo de consulta. O questionário é apresentado no Apêndice A. ➤ Segundo Momento: O professor deve solicitar que os alunos baixem o aplicativo que se encontra de forma gratuita tanto para Android como IOS, em 	

seguida fazer uma breve apresentação do aplicativo. Com o aplicativo baixado e após a apresentação feita pelo professor, os alunos são convidados a manipular o phyphox a fim de conhecer as suas funcionalidades.

PLANO DE AULA 02	
Disciplina: Física	Professor: Ualiton F. de Sousa
Turma: 2º Ano Ensino Médio	
I. Conteúdo:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceleração Gravitacional ➤ Queda Livre. 	
II. Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir o conceito de queda Livre. ➤ Demonstrar como a queda livre usa o intervalo de tempo. ➤ Apresentar a Queda livre como movimento vertical. ➤ Relacionar a queda livre com o cotidiano do aluno. ➤ Discutir relações onde atuam a queda livre. 	
III. Duração:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Duas aulas de 50 minutos. 	
IV. Recursos Didáticos e Instrucionais:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Celular e Computador com acesso a internet. ➤ Aula expositiva e dialogada. ➤ Procedimento experimental. 	
V. Desenvolvimento da Aula:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Primeiro Momento: Aula expositiva e dialogada para construção do conceito de Queda Livre, Reconstrução do conceito de aceleração e resolução de exercícios. Para fixar melhor o conteúdo vídeo sobre Queda livre e uma animação sobre o experimento de Galileu Galilei. <p>Vídeo: Queda Livre - massas diferentes têm tempos de queda diferentes? - https://www.youtube.com/watch?v=GWS4XAb0tfo</p> <p>Animação: Scratch: Queda Livre - experimento de Galileo. Disponível em: https://scratch.mit.edu/projects/367995914/</p>	

➤ **Procedimento Experimental:**

Para esta atividade experimental propomos a seguinte situação: Determinar a duração (tempo) de uma queda livre e coletar dados de medição com aplicativo phyphox e usar o smartphone como instrumento de medição para aquisição de dados.

Materiais necessários:

- Objeto (preferência Metálico) de diferentes massas.
- Uma régua (preferência de metal)
- Uma caneta.
- Smartphone com aplicativo phyphox.
- Placa de metal ou bandeja de alumínio.

Coloque o objeto de sua escolha sobre a régua apoiada em uma mesa ou cadeira. Você deve bater na régua para que o objeto caia, sem ser acelerado para cima ou para baixo pelo golpe. A ideia é que o barulho do golpe contra a régua inicie o cronômetro, e o barulho da colisão do objeto com o chão, o cronômetro pare o experimento e assim será calculado o intervalo de tempo. O procedimento deve ser repetido por pelo menos 5 vezes com alturas diferentes.

PLANO DE AULA 03	
Disciplina: Física	Professor: Ualiton F. de Sousa
Turma: 2º Ano Ensino Médio	
I. Conteúdos:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pêndulo Simples. 	
II. Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compreender o funcionamento de um Pêndulo Simples a partir do conceito de gravidade. ➤ Conhecer as características básicas de um pêndulo simples. ➤ Verificar fatores que influem no período do pêndulo (amplitude de oscilação, massa e comprimento do fio). ➤ Esclarecer a teoria e promover sua compreensão. ➤ Estimular a observação e o registro cuidadoso dos dados. 	
III. Duração:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Duas aulas de 50 minutos. 	
IV. Recursos Didáticos e Instrucionais:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Celular e Computador com acesso a internet. ➤ Aula expositiva e dialogada. ➤ Procedimento experimental. 	
V. Desenvolvimento da Aula:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Primeiro Momento: Aula expositiva e dialogada. A dinâmica se baseia na retomada dos conhecimentos já adquiridos pelos alunos. Desta forma, serão conectadas as novas ideias a fim de fixar os novos conceitos. Para fixar melhor o conteúdo usar o simulador de Pêndulo Simples do Phet colorado disponível no link abaixo. <p style="text-align: center;">Simulador de Pêndulo Simples. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab.</p>	

➤ **Procedimento Experimental:**

Para esta atividade experimental propomos a seguinte situação: Estudar o movimento de um pêndulo simples e usar esse movimento para medir a aceleração da gravidade.

Materiais Necessários:

- Smartphone com aplicativo phyphox.
- Tubo de papelão (rolinho de papel higiênico ou papel toalha).
- Barbante ou linha de pesca.
- Elástico pequeno.
- Fita métrica ou trena.

Solicitar aos alunos que Construam um balanço (arranjo experimental), para receber o smartphone, a fim de torná-lo um pêndulo simples. Para construir o balanço, pegue o tubo de papelão amasse-o para ficar achatado, em seguida faça pequenos furos nos quatro cantos do tubo de papelão. Marque a largura do seu celular, corte em ambos os lados e, finalmente, prenda o seu telefone celular com um elástico de borracha.

Para realizar a aquisição de dados, basta iniciar o aplicativo phyphox e selecionar o experimento “Pêndulo” em sua tela inicial. Nesta configuração o aplicativo utiliza o sensor giroscópio do aparelho para medir seu movimento pendular, calcular seu período de oscilação e sua frequência. Para a execução do experimento não é necessário calibrar o aplicativo.

O comprimento do pêndulo a ser inserido no aplicativo deve considerar a distância total do ponto de amarração do fio na haste horizontal até o centro de massa do celular. Para a montagem experimental, deve-se pegar o balanço com

smartphone e pendurar em um suporte que esteja suficientemente fixo. Um bom suporte fixo é a maçaneta de uma porta, por exemplo. Certifique-se de que o fio esteja completamente esticado e tomando cuidado para que o aparelho não caia.

Faça o balanço oscilar com uma amplitude pequena (no máximo em torno de 10 graus). Inicie a coleta de dados por um intervalo de tempo equivalente a dez oscilações completas. Repita esse procedimento 6 vezes para cada valor de L sugerido: 20cm, 30cm, 40cm, , 60cm, 70cm e 80cm. O período de oscilação será obtido diretamente do aplicativo Certifique-se que o pêndulo oscila sem dificuldades e o amortecimento seja desprezível (a amplitude não diminui significativamente com o tempo).

Após a prática experimental o professor deve solicitar aos alunos que Construam um gráfico frequência x comprimento de forma que evidencie o comparativo entre os dados teóricos e os dados coletados pelo aplicativo phyphox. Em seguida, responder a seguinte pergunta: O que ocorre com a frequência de um pêndulo quando variamos o seu comprimento?

