

INSTITUTO FEDERAL
Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

JOÃO DE SOUZA SANTOS

**O USO DE SMARTPHONES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE
FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA MEDIÇÃO
DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE**

**SALGUEIRO
2025**

JOÃO DE SOUZA SANTOS

**O USO DE SMARTPHONES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE
FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA MEDIÇÃO
DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Eriverton da Silva Rodrigues

Coorientador: Prof. Dr. Wellington dos Santos Souza

SALGUEIRO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237 Santos, João de Souza.

O uso de smartphones como ferramenta didática no ensino de Física: desenvolvimento de uma sequência didática para medição da aceleração da gravidade / João de Souza Santos. - Salgueiro, 2025.
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Eriverton da Silva Rodrigues.
Coorientação: Dr. Wellington dos Santos Souza.

1. Ensino de Física. 2. Ensino. 3. Acessível. 4. Smartphones. 5. Aplicativo Phyphox. I. Título.

CDD 530.07

JOÃO DE SOUZA SANTOS

**O USO DE SMARTPHONES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE
FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA MEDIÇÃO
DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eriverton da Silva Rodrigues
IF Sertão PE – Campus Salgueiro
(Presidente)

Prof. Dr. Wellington dos Santos Souza
IF Sertão PE – Campus Salgueiro
(Membro Interno)

Prof. Antônio Levi Nunes da Silva
EREM Odorico Melo
(Membro Externo)

SALGUEIRO

2025

Dedicatória.

Dedico este trabalho, em especial, aos meus pais, Francisco e Maria Auxiliadora, e à minha irmã, Fabrícia, por sempre me incentivarem e apoiarem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me conceder a coragem necessária para enfrentar e superar todos os desafios que surgiram ao longo do curso.

Aos meus pais e à minha irmã pelo incentivo e por terem me fortalecido durante as lutas, sendo eles essencial para que eu chegasse ao término deste curso.

Gostaria de fazer um agradecimento especial ao Professor Eriverton, cuja orientação foi fundamental para a realização deste trabalho e também para o meu crescimento acadêmico ao longo desta jornada. Estendo meus agradecimentos ao Professor Wellington dos Santos pelas indispensáveis sugestões e contribuições que enriqueceram este trabalho.

Agradeço também a todos os outros professores que durante o curso tive a oportunidade de tê-los como mestres e aos demais profissionais do Campus Salgueiro que, assim como os professores, contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

Aos professores participantes da banca examinadora Wellington dos Santos Souza, Antônio Levi Nunes da Silva e Júlio César Mota Silva, pelo tempo dedicado, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas de turma: Daniel de Lima, Melquisedek, Wellington, Rosicleide, Carlos Daniel, Domingos, entre outros colegas que convivi ao longo do curso, pelas contribuições, reflexões, críticas e sugestões recebidas, certamente elas foram importantes para o meu desenvolvimento acadêmico.

“A ciência de hoje é a tecnologia de
amanhã”

Edward Teller

RESUMO

Este trabalho surgiu da vontade de tornar o ensino de Física mais acessível e próximo da realidade dos alunos do Sertão Central Pernambucano, onde os recursos didáticos para ensinar ciências naturais são limitados. A pesquisa resultou em uma sequência didática fundamentada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, utilizando smartphones e o aplicativo Phyphox para medição experimental da aceleração da gravidade através de um pêndulo. A ideia do produto educacional desenvolvido é que, com materiais simples e tecnologia acessível, os alunos realizem medições, coleta de dados e entendam melhor o fenômeno da gravidade, desenvolvendo uma visão crítica e habilidades de análise de dados científicos. O uso do smartphone como ferramenta educacional permite que os estudantes, mesmo em ambientes com recursos limitados, desenvolvam habilidades essenciais, como pensamento crítico e trabalho em grupo. Assim, essa abordagem visa potencializar o aprendizado e a aplicabilidade prática da Física no cotidiano do aluno, incentivando o interesse pela ciência. Como resultado de uma aplicação prática do produto, realizada em turmas de 9º ano do ensino fundamental, observou-se que, por usar o celular, os alunos demonstraram grande interesse, participaram ativamente da atividade e refletiram criticamente sobre o resultado experimental obtido na atividade, fazendo a conexão com os conceitos teóricos, o que indicou que a proposta gerou resultados positivos.

Palavras-chave: Acessível. Smartphones. Ensino.

ABSTRACT

This work arose from the desire to make Physics teaching more accessible and closer to the reality of students in Sertão Central Pernambucano, where teaching resources to teach natural sciences are limited. The research resulted in a didactic sequence based on Delizoicov's three pedagogical moments: initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge, using smartphones and the Phyphox application to experimentally measure the acceleration of gravity through a pendulum. The idea of the educational product developed is that, with simple materials and accessible technology, students can carry out measurements, collect data and better understand the phenomenon of gravity, developing a critical vision and scientific data analysis skills. Using smartphones as an educational tool allows students, even in resource-limited environments, to develop essential skills such as critical thinking and group work. Thus, this approach aims to enhance the learning and practical applicability of Physics in the student's daily life, encouraging interest in science. As a result of a practical application of the product, carried out in 9th year elementary school classes, it was observed that, by using the cell phone, the students showed great interest, actively participated in the activity and critically reflected on the experimental result obtained in the activity, making the connection with theoretical concepts, which indicated that the proposal generated positive results.

Keywords: Accessible. Smartphones. Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bases do suporte	33
Figura 2 – Trava horizontal	33
Figura 3 – Parte superior do suporte.....	34
Figura 4 – Suporte montado.....	35
Figura 5 – Pêndulo montado.....	35
Figura 6 – Posição dos celulares no momento da coleta de dados.....	36
Figura 7 – Gráfico do movimento periódico do pêndulo no aplicativo Phyphox..	37
Figura 8 – Etapa de problematização inicial na turma 9° ano A.....	42
Figura 9 – Posicionando os smartphones para coleta de dados no 9° ano B.....	43
Figura 10 – Coleta de dados usando o smartphone e o pêndulo no 9° ano A.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados extraídos do Phyphox.....	38
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
GPS	Sistema de Posicionamento Global
iOS	Sistema Operacional do iPhone
PVC	Policloreto de Vinilo
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais em Ação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

LISTA DE SÍMBOLOS

L Comprimento do Pêndulo

lx Lux

s Segundos

T Período

\bar{T} Período Médio

g Aceleração da Gravidade

m/s^2 Aceleração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Tecnologias no Ensino de Física.....	17
2.2 Dispositivos móveis.....	19
2.2.1 Smartphones.....	20
2.2.2 Aplicativos.....	23
2.3 Momentos pedagógicos de Delizoicov.....	25
2.3.1 Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial.....	26
2.3.2 Segundo Momento Pedagógico: Organização do conhecimento.....	26
2.3.3 Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento.....	27
3. METODOLOGIA.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1 Sequência Didática.....	30
4.1.1 Problematização inicial.....	30
4.1.2 Organização do conhecimento.....	31
4.1.2.1 Apresentação do Experimento:.....	31
4.1.2.2 Funcionamento do Phyphox:.....	31
4.1.2.4 Montagem.....	32
4.1.2.4.1 Montagem do suporte.....	32
4.1.2.4.1.1 Montagem das Bases.....	32
4.1.2.4.1.2 Montagem da Trava Horizontal	33
4.1.2.4.1.3 Montagem da Parte Superior.....	33
4.1.2.4.1.4 Conexão das Bases com a Trava Horizontal.....	34
4.1.2.4.1.5 Conexão da Parte Superior às Bases.....	34
4.1.2.4.2 Montagem do Pêndulo.....	35
4.1.2.5 Coleta de Dados.....	36
4.1.2.6 Análise dos Resultados.....	37
4.1.3 Aplicação do conhecimento.....	39
4.1.3.1 Observações/Atenção.....	40
4.2 Plano de Aula Sugerido.....	40
4.3 Intervenção.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6 REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem um papel de grande importância na formação e no desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos. No entanto, ao analisarmos a realidade do Sertão Central Pernambucano, percebemos que existem desafios que aumentam as dificuldades do cenário educacional local. Especificamente, a questão da infraestrutura das escolas públicas, que é uma preocupação de destaque. A carência de espaços adequados para realização de experimentos compromete a qualidade do ensino e a aprendizagem dos estudantes (SCHNEIDER; FRANTZ; ALVES, 2020).

A não utilização ou carência de laboratórios de ciências nas escolas públicas da região é uma das grandes barreiras que existem para o ensino de Física. A falta de infraestrutura apropriada para a realização de experimentos práticos pode ter impacto direto na qualidade do ensino, limitando a experiência educacional dos alunos e, portanto, seu pleno desenvolvimento. Diante desse obstáculo, é importante procurar alternativas que possibilitem superar essas dificuldades de forma inovadora e criativa.

É nesse contexto que o uso de smartphones como ferramenta didática de ensino apresenta grande potencial pedagógico, visto que, os mesmos são amplamente difundidos na sociedade e acessíveis para a maioria dos alunos. Além disso, levando em consideração que esses jovens são nativos digitais, possuindo muita familiaridade com esses dispositivos e habilidades de uso, há uma excelente oportunidade para explorar, de forma eficaz, o potencial dessas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

Utilizar os dispositivos presentes na rotina diária dos alunos é uma estratégia para aproximar a escola da realidade em que eles vivem. Dessa forma, a fim de alinhar a educação formal com a vivência dos estudantes, é importante incorporar na escola os recursos tecnológicos que fazem parte de seu cotidiano, com ênfase nos tablets e smartphones (PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

Os smartphones atuais são dispositivos equipados com vários sensores e, por meio de aplicativos instalados, são capazes de desempenhar muitas atividades e coletar dados com grande precisão e confiabilidade. Fernandes (2016) destaca que o uso desses dispositivos como instrumentos de medida associados à experimentação tem sido investigado, contribuindo para a abordagem didática e o

processo ensino-aprendizagem em sala de aula. Pedroso et al. (2020) enfatizam que aplicativos transformam smartphones em ferramentas para a realização de experimentos de Física, beneficiando o aprendizado dos estudantes.

Então, sabendo que smartphones e tablets podem ser utilizados em qualquer lugar, inclusive no ambiente doméstico, expande as possibilidades de aprendizado além das paredes da sala de aula. Isso não apenas proporciona um paliativo prático para a falta de infraestrutura, mas também abre caminho para a democratização do acesso ao ensino de Física, permitindo que os estudantes vivenciem experiências práticas de forma acessível e flexível, melhorando assim sua aprendizagem.

Nessa perspectiva, Rocha et al. (2015) afirmam que

É possível fazer destes dispositivos um minilaboratório de experimentos científicos, que além de potencializar a aprendizagem significativa, transforma a experiência em um mecanismo que leva a reflexão do construído, integra o ensino de Ciências ao cotidiano dos estudantes, interagindo a aprendizagem com a realidade dos alunos. (p. 41)

A integração dos smartphones no ensino de Física não somente ultrapassa as limitações de infraestrutura, mas também torna o aprendizado mais envolvente e relevante para os estudantes. Essa adaptação à realidade digital ajuda a preparar os alunos para um mundo cada vez mais tecnológico e para os seus desafios. A esse respeito, os PCN+ dizem que

A escola não pode ficar alheia ao universo informatizado se quiser, de fato, integrar o estudante ao mundo que o circunda, permitindo que ele seja um indivíduo autônomo, dotado de competências flexíveis e apto a enfrentar as rápidas mudanças que a tecnologia vem impondo à contemporaneidade (BRASIL, 2002, p. 229-230).

Acreditamos que o uso de dispositivos móveis no ensino de Física, na região do Sertão Central Pernambucano, terá impactos significativos. Os sensores presentes nesses dispositivos, acessíveis por meio de aplicativos, como o Phyphox, tornam-se importantes instrumentos de medição para o desenvolvimento de experimentos de baixo custo, facilitando a realização de ensaios experimentais e a compreensão de conceitos científicos de forma prática e acessível em qualquer lugar.

Portanto, no decorrer deste trabalho, será desenvolvida uma sequência didática de ensino que utiliza o smartphone como ferramenta central. Além disso, a metodologia proposta seguirá os três momentos pedagógicos de Delizoicov, que enfatiza a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do

conhecimento. Essa abordagem pedagógica busca engajar os alunos, incentivando a curiosidade, a reflexão e a construção do conhecimento.

Além disso, este trabalho visa proporcionar uma alternativa acessível e eficaz para suprir a falta de experimento sobre o tema aceleração da gravidade em escolas com pouca infraestrutura. A ideia é que a atividade prática/experimental projetada seja de baixo custo, fácil de manusear e promova a autonomia dos alunos, com orientação e mediação do docente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com o avanço constante das tecnologias digitais, tornou-se cada vez mais necessário desenvolver métodos de ensino que integrem essas ferramentas de maneira envolvente. Isso é especialmente importante quando consideramos que muitos educadores ainda estão se adaptando a esse mundo digital, enquanto seus alunos já nasceram inseridos nele (SANTOS et al., 2017). Por isso, nesta seção, apresentamos uma metodologia ativa de ensino e alguns conceitos fundamentais sobre o uso de tecnologias móveis no ensino de Física, visto que, esses conceitos são importantes para entender o porquê de criar uma sequência didática que utiliza o smartphone como recurso educativo.

2.1 Tecnologias no Ensino de Física

A busca por formas de melhorar a aprendizagem dos alunos na educação formal é um tema recorrente em pesquisas educacionais, mostrando o quanto muitos professores no Brasil consideram isso importante (DIOGO et al., 2015). Assim, diante dessa demanda, fica claro que é necessário avançar na qualidade do ensino e, para isso, é fundamental modificar e renovar as práticas pedagógicas, com o objetivo de fortalecer a aprendizagem, oferecendo mais recursos, facilitando o acesso à tecnologia e promovendo novas perspectivas de inclusão social (SANTOS et al., 2017).

De acordo com Rocha et al. (2015), a reflexão sobre como tornar o ensino mais atraente aponta para a necessidade de a escola se distanciar de abordagens tradicionais e tecnicistas. A ideia é que a instituição passe por um processo de renovação, adotando práticas pedagógicas mais modernas e aplicando-as de forma

eficaz no cotidiano dos alunos. Nesse sentido, o uso de recursos tecnológicos, como simuladores, desempenha um papel importante no ensino de Física, pois ajudam a visualizar conceitos abstratos e tornam as aulas mais dinâmicas e interativas (PEREZ et al., 2016).

Barbosa et al. (2017) complementam ao afirmarem que os estudantes de hoje estão expostos a muito mais informação do que os estudantes do passado, reconhecendo que mudanças tecnológicas e sociais sempre influenciaram a educação e destacam a inadequação de continuar utilizando apenas uma ou duas metodologias de ensino. Além disso, eles enfatizam que a informação não se encontra exclusivamente escrita nos quadros e nos livros, ressaltando que esses não são os únicos locais em que os estudantes devem buscar conhecimento.

A UNESCO, ao afirmar que "a educação e a tecnologia podem e devem evoluir lado a lado para servir de apoio uma à outra" (2014, p. 14), destaca a necessidade de uma interação colaborativa entre esses dois campos. Essa abordagem reflete a visão de Paulo Freire, que argumenta que "ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção" (1996, p. 13). Nesse contexto, a tecnologia na educação assume um papel mais significativo do que simplesmente fornecer informações, ou seja, ela se torna uma ferramenta facilitadora que capacita os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem.

Segundo Landeira et al. (2020, p. 92), "o uso das tecnologias embarcadas nos celulares tem se tornado um recurso inovador e prático no ensino de Física na atualidade". Logo, essa inovação não apenas transforma a maneira como a disciplina é abordada, mas também contorna desafios estruturais, como a carência de laboratórios didáticos nas escolas. A utilização desses aparelhos como recursos pedagógicos destaca-se como uma solução viável, e sua popularidade contribui para amenizar os prejuízos causados por essa falta de infraestrutura (LANDEIRA et al., 2020).

Ao transformar os celulares em ferramentas pedagógicas, não apenas se "ameniza" as limitações de recursos físicos nas escolas, mas também se cria uma oportunidade muitas vezes única para os alunos participarem efetivamente do ensino. Assim, quando usada da forma correta, a inovação tecnológica digital não apenas pode compensar as deficiências estruturais, mas também pode capacitar os estudantes a se envolverem de forma mais prática e dinâmica em suas atividades

educacionais, promovendo um aprendizado mais participativo e efetivo.

2.2 Dispositivos móveis

Para acompanhar o desenvolvimento tecnológico e atender às demandas da sociedade, os dispositivos móveis, como smartphones e tablets, vem sempre incorporando novas tecnologias. Assim, esses recursos transformaram esses dispositivos em ferramentas capazes de desempenhar diversas funções e facilitar a vida dos consumidores. Nesse contexto, a afirmação de Melo et al. (2021, p. 37360) de que "os celulares tornaram-se itens indispensáveis para a realização de tarefas cotidianas" reflete a crescente importância dos dispositivos móveis na sociedade contemporânea.

Silveira (2018) destaca que

Dispositivo móvel é um dispositivo de computação portátil, citam-se como exemplos os smartphones e tablets. Possui tecnologia digital que permite à mobilidade e o acesso à internet, pequeno, geralmente equipado com um método de entrada e uma tela de exibição (tela sensível ao toque ou um mini teclado). Possuem sistemas operacionais que podem executar aplicativos que permitem que os mesmos sejam usados como dispositivos de jogos, reprodutores de mídia, calculadoras, navegadores e outros. (p. 8)

Com tudo isso os dispositivos móveis têm desempenhado um papel significativo na transformação das interações sociais e na maneira como as pessoas se comunicam. Eles possibilitam a comunicação "instantânea" por meio de mensagens de texto, chamadas de voz, videoconferências e redes sociais, encurtando distâncias e "aproximando" as pessoas, independentemente de onde estejam.

Entretanto, existe uma discrepância entre o sistema educacional e o avanço tecnológico presente na vida dos estudantes, por isso "se faz necessário integrar as tecnologias a sala de aula de forma que chamem a atenção dos alunos e sejam significativas, despertando-os para novas descobertas e constante conhecimento" (GUIMARÃES et al. 2022, p. 2). Essas tecnologias têm o potencial de enriquecer o processo educativo, tornando-o mais interativo e incentivando a autonomia dos alunos no aprendizado (QUIMA, 2018).

Nesse contexto onde há uma desconexão entre a escola e o desenvolvimento tecnológico digital, a escola parece estar se afastando do ambiente vivido por seu público-alvo, resultando em uma defasagem tecnológica em relação às tecnologias amplamente utilizadas pela comunidade, conforme apontado por Rocha et al.

(2015). A influência das mídias no cotidiano dos alunos é inegável, como destacam Barbosa et al. (2017), que enfatizam a necessidade de os educadores explorarem mais intensamente esses recursos.

Paralelamente, a ascensão dos dispositivos móveis está provocando uma transformação na forma como as pessoas se comunicam, vivem e aprendem, portanto, é fundamental que essa revolução se estenda à educação, com o objetivo de promover uma aprendizagem de melhor qualidade, conforme ressaltado por Santos et al. (2017). Os dispositivos móveis podem desempenhar um papel importante ao potencializar o ensino e a aprendizagem, oferecendo recursos instantâneos e interativos que possibilitam a integração das tecnologias digitais no ambiente da sala de aula (SANTOS et al. 2017).

Santos et al. (2017) comentam que

Os dispositivos móveis tornam-se notáveis no cenário educacional quando percebemos suas características exclusivas ao compararmos a aprendizagem móvel em relação à aprendizagem tecnológica convencional. Os dispositivos móveis potencializam a aprendizagem por apresentarem recursos instantâneos, pessoais, portáteis, colaborativos, interativos e situados, já que o acesso aos conteúdos pode ocorrer em qualquer lugar e qualquer momento, servindo de apoio às aprendizagens formal e informal, transformando a forma de se oferecer educação. (p. 3-4)

A portabilidade desses dispositivos traz mais versatilidade para o estudo de Física, permitindo que o mesmo aconteça em diferentes ambientes e em horários mais convenientes para os alunos. Isso pode incentivar a aprendizagem fora das salas de aula tradicionais e ajudar os estudantes a gerenciar melhor seu tempo de estudo. Assim, os dispositivos móveis podem melhorar a educação, especificamente o ensino de Física, oferecendo uma abordagem flexível e personalizada que muda a forma como o conhecimento é compartilhado e apoia tanto a aprendizagem formal quanto a informal.

2.2.1 Smartphones

A Física, como disciplina, destaca a importância da experimentação e requer que o professor, na maioria das vezes, aborde um tópico de duas maneiras: uma teórica, geralmente ministrada por meio de aulas expositivas, e uma prática, que idealmente ocorreria em laboratórios de ciências, conforme destacado por Barbosa et al. (2017). No entanto, várias dificuldades surgem ao tentar implementar essas aulas práticas e as barreiras podem abranger um amplo espectro, desde restrições

orçamentárias que limitam o acesso a equipamentos e materiais de laboratório até a falta de espaço adequado nas escolas para conduzir experimentos.

Além disso, a capacitação dos professores para conduzir aulas práticas de forma eficaz e segura pode ser um desafio para algumas regiões do Brasil, demandando investimento em desenvolvimento profissional. Nessa perspectiva, Goulart (2015) ressalta que é fundamental considerar que muitos professores enfrentam desafios relacionados à sua formação e à sua competência para conduzir aulas experimentais.

No cotidiano, as pessoas estão sempre conectadas, seja pesquisando algo na internet ou trocando mensagens nas redes sociais. Assim, o smartphone, como destacam Melo et al. (2021), tornou-se uma peça central nesse processo. Mais do que apenas um meio de comunicação ou ferramenta de pesquisa, ele oferece uma infinidade de possibilidades, desde acompanhar notícias em tempo real até participar de conversas online e, até mesmo, pode ser usado em atividades educativas, como experimentos didáticos, ajudando a ampliar o acesso ao conhecimento e a sua disseminação.

Quima (2018) afirma que

O surgimento dos *smartphones* nos anos 1990 e sua popularização nos anos 2000, abrem uma nova possibilidade para o aprendizado em Física. Os *smartphones* são aparelhos que combinam recursos de um telefone celular com computador pessoal, com funcionalidades avançadas que podem ser executadas por aplicações em seus sistemas operacionais, mas permitem que milhares outras aplicações sejam desenvolvidas. (p. 6)

De acordo com Melo et al. (2021, p. 37359), "a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino, implica em uma nova maneira de conceber o conhecimento através de recursos fortemente presentes no cotidiano dos estudantes". Barbosa et al. (2017, p. 1) também enfatiza essa transformação no ensino, destacando que "com o advento das TIC surge uma nova era no ensino, marcada, entre outros fatores, pelo anseio dos docentes por ferramentas que lhes possibilitem a promoção de uma aprendizagem significativa".

Conforme Santos et al. (2017), a incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação na educação não é mais uma escolha, mas sim uma necessidade fundamental. Isso é evidenciado por Melo et al. (2021, p. 37359), quando afirmam que "o celular é uma TIC comum a todos, e a atual geração de alunos, devido ao acesso a essa ferramenta desde os anos iniciais, demonstra um domínio

significativo de suas funcionalidades". Estas observações destacam a importância de integrar as TIC na educação, reconhecendo que as tecnologias não representam mais uma simples opção, mas sim um recurso importante para o processo educacional, especialmente na disciplina Física que carece de ludicidade.

Barbosa et al. (2017) comentam que

Dentre as TIC contemporâneas, aparelhos como *smartphones* e *softwares* como os simuladores, merecem destaque quanto às possibilidades de uso voltadas para o ensino, sobretudo para disciplinas como Ciências, que carecem de aulas experimentais e conteúdos apresentados de forma menos abstrata, especialmente ao se trabalhar com fenômenos físicos. Os simuladores dessa forma contribuem para esta ludicidade, ao permitir que o *smartphone* possa ser utilizado também, como uma espécie de laboratório virtual portátil. (p. 1)

Para os professores, é fundamental reconhecer que proporcionar um ambiente familiar aos estudantes é importante para o desenvolvimento de seu potencial. Dado que os smartphones já são uma parte cotidiana da maioria dos jovens, explorar o potencial pedagógico desses dispositivos torna-se uma necessidade (QUIMA, 2018). Nesse contexto, conforme destacado por Perez et al. (2016), em situações em que a escola carece de recursos para adquirir computadores e outros dispositivos digitais destinados a práticas pedagógicas inovadoras que envolvam tecnologia, é possível tirar proveito dos dispositivos de propriedade dos alunos, como tablets e smartphones.

Os smartphones podem desempenhar um papel significativo na colaboração dos professores no ensino da Física, uma vez que essa disciplina se caracteriza por sua natureza investigativa, tornando possível a realização de experimentos que, em alguns lugares, não podem ser nem planejados, seja devido à falta de recursos nas escolas ou à sua complexidade. Além disso, a utilização eficaz desses dispositivos móveis em sala de aula pode revolucionar a maneira como os alunos interagem com o conteúdo e promover uma aprendizagem mais participativa e envolvente (MELO et al., 2017).

Através do uso do *smartphone*, diversos *softwares* podem oferecer essa interatividade ao discente, como vídeos, jogos e principalmente o simulador. A utilização desta TIC permite que o saber científico seja potencializado, pois além de ser um equipamento portátil que cabe na palma da mão, este tem a vantagem de estimular vários sentidos, o que facilita uma aprendizagem efetiva, e também permitem maior compartilhamento de materiais e informações. (BARBOSA, 2017, p. 2)

Com uma ampla variedade de recursos, os smartphones são equipados com diversos sensores que permitem a medição de grandezas físicas. Isso, juntamente

com os aplicativos associados, desperta o interesse dos professores de ciências (QUIMA, 2018).

QUIMA (2018, p.7) comenta que

Os *smartphones* podem possuir acelerômetro, sensor de proximidade, magnetômetro, luxímetro, barômetro, microfone, GPS, câmera de vídeo (alguns até possuem câmeras que gravam em taxas de 120 quadros por segundo) e microfone. Se bem aproveitados, podem ser instrumentos que transformam as aulas de ciências mais dinâmicas e interativas.

Quando os sensores são explorados de maneira eficaz, as funcionalidades dos smartphones podem se transformar em ferramentas valiosas para tornar as aulas de Física mais dinâmicas e interativas. Assim, as escolas podem optar por focar apenas no cumprimento das ementas curriculares, ou elas podem se esforçar para proporcionar uma aprendizagem mais sólida e significativa para os alunos. Então, nesse contexto de transformação educacional, os professores desempenham um papel importante, lidando com a prática dos alunos e promovendo o uso inteligente e criativo dos dispositivos móveis em sala de aula (SANTOS et al., 2017).

No entanto, é importante ressaltar que a utilização dos smartphones deve ser feita de maneira planejada e disciplinada. A Lei Estadual nº 15.507/2015, em Pernambuco, regulamenta o uso de smartphones nas escolas, proibindo seu uso durante as aulas, salvo para fins pedagógicos autorizados. Isso mostra como é importante criar políticas educacionais que incentivem um uso consciente e proveitoso da tecnologia dentro da sala de aula.

Quando não são utilizados a favor da educação, como apontado por Barbosa et al. (2017), os smartphones podem se tornarem um problema para muitos docentes, uma vez que os alunos frequentemente os usam de forma inadequada, tornando-se fonte de distração. De acordo com Quima (2018), essa má utilização muitas vezes se manifesta quando os alunos recorrem ao uso clandestino desses dispositivos em sala de aula, acessando redes sociais ou aplicativos de mensagens instantâneas. Portanto, a gestão eficaz do uso de smartphones na educação é essencial para evitar esses desafios e garantir um ambiente de aprendizado mais focado e produtivo.

2.2.2 Aplicativos

A tecnologia tem se tornado uma aliada na educação, ampliando as possibilidades de ensino. Entretanto, o acesso a inovações ainda é desigual,

especialmente para professores e estudantes de escolas públicas, como observam Rocha et al. (2015). Apesar das barreiras de acesso, é relevante destacar que, nos dias de hoje, há uma variedade de recursos disponíveis nos celulares que podem ser utilizados no ensino de Física, incluindo aplicativos, conforme enfatizado por Melo et al. (2021).

Os smartphones atuais são dispositivos que possuem sensores e, por meio de aplicativos instalados, são capazes de realizar várias atividades e coletar dados com precisão e confiabilidade. Nesse contexto, surgem aplicativos que permitem transformar os smartphones em ferramentas de experimentação portáteis para a Física, podendo favorecer e potencializar o aprendizado dos estudantes nessa disciplina que é frequentemente considerada desafiadora, especialmente em escolas públicas do Sertão Central Pernambucano, onde a escassez de experimentos, laboratórios e/ou profissionais capacitados para manusear e dar manutenção aos poucos equipamentos que as escolas possuem é uma realidade.

Segundo Melo et al. (2021, p. 37363), "os aplicativos para smartphones também estão incluídos no cotidiano digital de todos. Graças a isso, mais aplicativos vêm sendo desenvolvidos para atender os mais diversos tipos de necessidades, inclusive, educacionais". Essa tendência de crescimento na disponibilidade de aplicativos para dispositivos móveis reflete o reconhecimento da importância da tecnologia na educação e a busca por soluções que possam enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. Com vários aplicativos educacionais já disponíveis, professores e alunos têm a oportunidade de explorar recursos específicos que atendam às demandas de suas disciplinas, proporcionando uma experiência de aprendizado mais rica e personalizada.

Santos et al. (2017) afirmam que

Existe uma grande variedade de aplicativos e recursos disponíveis para celulares aplicáveis à educação, que devem ser aproveitados por professores a fim de proporcionarem aos alunos novas formas de aprender. Uma aprendizagem mais dinâmica e integradora que provoque a expansão da sala de aula. (p.7- 8)

Aplicativos que utilizam os sensores dos smartphones como o Phyphox, Physics Toolbox Sensor Suite, Arduino Science Journal e Physics Lab AR, têm o poder de transformar esses dispositivos em ferramentas para a coleta de dados em experimentos de Física. Logo, a utilização desses aplicativos não só contribui para

e elevar o nível de compreensão e interatividade dos alunos, conforme observado por Landeira et al. (2020), mas também aborda um dos maiores desafios nos espaços educacionais, principalmente na Educação Básica, que se refere à compreensão dos conteúdos ministrados pelos professores pelos alunos, como apontado por Quima et al. (2018). Além disso, essa abordagem baseada em smartphones não somente amplia as oportunidades de experimentação prática, mas também estimula ativamente os alunos a explorarem o mundo da Física de forma mais envolvente.

Uma grande vantagem adicional é que muitos desses aplicativos operam offline e são gratuitos (MELO et al., 2021). Isso torna essas ferramentas ainda mais acessíveis e flexíveis para alunos e professores, possibilitando o uso em diversos ambientes educacionais, mesmo em locais com conectividade limitada ou recursos financeiros restritos. Essa acessibilidade é especialmente benéfica para escolas que enfrentam desafios na obtenção de recursos tecnológicos, como o Sertão Central Pernambucano, garantindo que um número maior de estudantes tenha a oportunidade de realizar experimentos e enriquecer o estudo de fenômenos físicos.

Entre os aplicativos de licença gratuita disponíveis para os sistemas operacionais Android e iOS, o Phyphox se destaca por permitir a utilização de uma variedade de sensores em uma ampla gama de experimentos. Isso contrasta com a maioria dos aplicativos, que têm sua utilização limitada devido à ativação de um número reduzido de sensores (LANDEIRA et al., 2020). Esse enfoque mais abrangente oferecido pelo aplicativo Phyphox amplia as possibilidades de experimentação e exploração para estudantes e professores. Os dados coletados podem ser analisados no aplicativo devido aos recursos gráficos interativos e medições em tempo real, tornando a leitura rápida e, em alguns casos, eliminando a necessidade de usar um computador. Além disso, o aplicativo disponibiliza opções para exportar e compartilhar os dados, o que possibilita que sejam processados posteriormente em um software mais avançado, se necessário.

2.3 Momentos pedagógicos de Delizoicov

A proposta dos três momentos pedagógicos de Delizoicov traz uma maneira de ensinar que busca, antes de tudo, conectar o conhecimento científico com o cotidiano dos alunos. Assim, essa abordagem incentiva a construção conjunta e significativa do conhecimento, promovendo um aprendizado onde o aluno se torna

protagonista. A metodologia se organiza em três fases: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e, por fim, Aplicação do Conhecimento.

2.3.1 Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial

O primeiro momento, chamado Problematização Inicial, tem como foco criar uma ligação entre o conteúdo a ser ensinado e o cotidiano dos alunos. Essa fase começa com a apresentação de contextos reais, experiências e situações que os alunos já conhecem, mas que ainda não compreendem totalmente devido à falta de uma base científica mais sólida (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, apud FILHO, 2022).

Os alunos são desafiados a refletir e participar ativamente. Segundo Barreto et al. (2020), “a meta dessa proposta é problematizar as afirmações dos alunos baseando-se nas respostas dadas por eles mesmos aos questionamentos levantados pelo professor” (p. 57). Esse processo valoriza o conhecimento prévio dos alunos e cria um ambiente propício ao diálogo, que é fundamental para a construção de novos aprendizados.

Além disso, conforme destacado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), o objetivo desse momento é “fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém” (apud BARRETO et al., p.58). Dessa forma, a problematização desperta a curiosidade dos alunos, incentivando-os a buscar uma compreensão mais aprofundada dos temas científicos, criando uma ponte entre suas experiências e o conhecimento formal.

2.3.2 Segundo Momento Pedagógico: Organização do conhecimento

Após a problematização, o Segundo Momento Pedagógico é dedicado à Organização do Conhecimento. Nesse estágio, o professor busca conectar o que os alunos já sabem com o novo conteúdo científico a ser ensinado. O diálogo entre professor e aluno continua sendo um pilar central, permitindo que os conceitos prévios dos alunos sejam o ponto de partida para a introdução de novos saberes (FILHO, 2022).

Esse momento é enriquecido por uma variedade de atividades pedagógicas, como debates, formulação de perguntas, trabalhos extraclasse e experimentos. Delizoicov e Angotti defendem que “as mais variadas atividades são empregadas, de

modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas" (apud BARRETO et al., p.58).

Essas estratégias ajudam os alunos a organizar e aprofundar os conceitos, dando a eles a oportunidade de assumir um papel ativo no aprendizado. Barreto et al. (2020) ainda ressaltam que o uso de "exercícios, definições, leis e demonstrações" são ferramentas essenciais para consolidar o aprendizado durante essa fase de organização (p.58).

2.3.3 Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento

O terceiro momento, chamado Aplicação do Conhecimento, tem como objetivo colocar em prática o que foi aprendido. Esse momento é importante para que os alunos validem os conceitos adquiridos e vejam sua utilidade na resolução de problemas reais.

Barreto et al. (2020) destacam a importância dessa etapa ao afirmar que "a aplicação do conhecimento é o momento em que o estudante testa a funcionalidade dos conceitos apreendidos no processo de organização" (p. 58). Nesse processo, os alunos são estimulados a se tornarem protagonistas de sua própria aprendizagem, enquanto o professor atua como um mediador, orientando as atividades que possibilitam a aplicação prática dos conhecimentos científicos.

Delizoicov e Angotti (1992) reforçam a relevância de atividades práticas, como a resolução de exercícios e a realização de experimentos, para ajudar os alunos a compreenderem a aplicabilidade dos conceitos aprendidos (apud BARRETO et al., 2020). Assim, a aplicação do conhecimento consolida o aprendizado, mostrando aos alunos como o conteúdo pode ser utilizado para resolver desafios reais do dia a dia, tornando o conhecimento mais concreto e significativo.

3. METODOLOGIA

O público-alvo deste trabalho são alunos do nono ano do ensino fundamental de escolas públicas do Sertão Central Pernambucano. Assim, a atividade foi estruturada com base nos três momentos pedagógicos de Delizoicov: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Cada uma dessas etapas foi planejada para criar uma experiência de aprendizagem

que encoraje os alunos a participar ativamente e a compreender os conceitos físicos por trás do tema aceleração da gravidade.

A escolha dessa abordagem metodológica se deu porque ela oferece uma forma de ensinar que incentiva tanto a reflexão crítica quanto a participação ativa dos alunos. Por meio dessa metodologia, é possível integrar os conhecimentos prévios dos alunos ao conteúdo científico, promovendo uma aprendizagem que faz sentido para eles e que vai além da simples memorização, que é algo comum atualmente.

Durante o planejamento das etapas, procuramos criar uma atividade que realmente instigasse a curiosidade dos alunos. Então, nessa abordagem pedagógica criada, a fase de problematização inicial, por exemplo, é marcada por perguntas que incentivam a reflexão sobre o que é a aceleração da gravidade e como ela se manifesta no nosso dia a dia. A ideia é que, ao discutir essas questões, os alunos possam compartilhar suas ideias iniciais, pensar em possíveis respostas para o tema e em arranjos experimentais para medir o valor da aceleração gravitacional na superfície do planeta terra.

A partir daí, passamos para a fase de organização do conhecimento, que é quando o experimento é utilizado. Optamos por um pêndulo simples bifurcado e pelo aplicativo Phyphox, que permite utilizar os sensores do smartphone para medir o período de oscilação do pêndulo e, em seguida, a aceleração da gravidade na superfície da terra. A atividade será apresentada aos alunos para que realizem observações diretas do fenômeno, e, a partir dessas observações, serão trabalhados os conceitos físicos propostos. Toda a descrição, desde a montagem do pêndulo até a análise dos dados, foi pensada para ser simples e acessível, de modo que qualquer professor de Física possa realizar o experimento com os alunos, mesmo os que não têm muita experiência, garantindo a viabilidade da proposta em diferentes contextos educacionais e promovendo a inclusão e a popularização da ciência.

Depois que os dados são coletados pelo professor e os alunos observam o processo, chegamos à fase de aplicação do conhecimento. Nessa parte, o professor pode propor algumas perguntas para que os alunos relacionem o valor obtido com o que aprenderam na teoria e, também, refletir sobre a aceleração para outros lugares fora da terra. A intenção é incentivar uma discussão mais aprofundada sobre o

experimento, as diferenças entre o valor experimental e o teórico, e as possíveis causas de variações encontradas.

Para garantir que essa proposta fosse viável em diferentes contextos escolares, escolhemos materiais de baixo custo, como tubos de PVC, e optamos por usar smartphones, algo que muitos alunos possuem ou têm acesso facilmente. Assim, mesmo em escolas com poucos recursos, o experimento pode ser realizado sem grandes dificuldades. Além disso, todas as instruções sobre como montar o suporte de PVC e configurar o aplicativo Phyphox foram detalhadas para que qualquer professor de Física possa seguir sem problemas.

O desenvolvimento dessa atividade deu origem a uma sequência didática, planejada e organizada em etapas, com orientações claras que permitem ao professor aplicá-la de forma eficiente. Além de funcionar como um guia pedagógico, essa sequência também se destaca como um produto educacional que busca aliar teoria e prática, utilizando recursos tecnológicos simples, como um smartphone, para tornar o aprendizado da Física mais significativo.

Por fim, o produto foi avaliado de forma prática, onde as intervenções ocorreram em turmas do 9º ano do ensino fundamental, com resultados que demonstraram a efetividade da abordagem proposta na promoção da aprendizagem dos alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A atividade Obtendo a Aceleração da Gravidade foi desenvolvida como um produto educacional que integra teoria e prática de forma acessível para abordar o conceito de aceleração gravitacional. Assim, baseado nos momentos pedagógicos de Delizoicov, o mesmo é estruturado como uma sequência didática voltada para a experimentação, utilizando um pêndulo simples bifurcado e o aplicativo Phyphox, permitindo que os estudantes realizem o experimento tanto em ambiente escolar quanto em casa, desde que disponham de um smartphone com sensores integrados. A proposta requer apenas materiais básicos, como um suporte de PVC, para servir de base para o pêndulo e o próprio smartphone, tornando-a uma proposta viável em diversas realidades escolares.

O foco dessa sequência didática é um único tema: Medindo a Aceleração da Gravidade. Através dessa abordagem, os alunos passam por etapas de montagem

do pêndulo, coleta de dados com o aplicativo e análise dos resultados obtidos. Esse processo proporciona uma vivência prática dos conceitos de Física, ligando a teoria à realidade cotidiana, além de incentivar a aprendizagem colaborativa e a análise crítica.

O uso do aplicativo Phyphox como recurso central do experimento é uma inovação na prática pedagógica, pois permite aos alunos explorar diversas áreas da Física com os sensores do smartphone. Nesse experimento específico, o sensor de luz é empregado para registrar o tempo (período) de oscilação do pêndulo, possibilitando que os estudantes determinem o valor da aceleração da gravidade de forma experimental e discutam as variáveis que podem influenciar os resultados obtidos.

4.1 Sequência Didática

Os objetivos da sequência didática, são: determinar o valor da aceleração da gravidade de forma experimental utilizando um pêndulo; desenvolver habilidades de coleta e análise de dados utilizando ferramentas tecnológicas; discutir fatores que influenciam a precisão das medições experimentais; incentivar a capacidade de trabalho em grupo e a análise crítica dos resultados.

Atividade: Obtendo a Aceleração da Gravidade

4.1.1 Problematização inicial

Sugere-se ao professor, antes de propor a atividade experimental, questionar os alunos a respeito da aceleração da gravidade indagando os motivos pelos quais somos atraídos pela terra e, nessa discussão inicial, perguntar: o que significa dizer que somos atraídos pela Terra? Como a aceleração da gravidade influencia nosso cotidiano? Existem situações em que a aceleração da gravidade pode variar? Qual é o valor da aceleração da gravidade? A respeito da última pergunta, supostamente alguns alunos, se não todos, já devem saber o valor real ou aproximado, então surge-se a pergunta: como obter esse valor? Nesse momento, é opção do professor dividir a turma em grupos para que juntos, utilizando os conhecimentos prévios e/ou adquiridos na aula, proponham alguma atividade a fim de obter o valor da aceleração da gravidade. Não importa o quão simples é a proposta apresentada pelos grupos. Faça um apanhado dos grupos, sistematizando-os para a turma.

4.1.2 Organização do conhecimento

Sugere-se ao professor a proposição de uma atividade experimental a ser realizada em sala de aula ou em casa, utilizando exclusivamente um pêndulo e um smartphone. O desenvolvimento da atividade seguirá as seguintes etapas:

4.1.2.1 Apresentação do Experimento:

A sugestão é empregar o sensor de luz do aparelho por meio do aplicativo Phyphox para mensurar o período de oscilação do pêndulo. É importante esclarecer para os alunos que o experimento do pêndulo constitui uma abordagem relativamente simples e eficiente para obter, de maneira experimental, o valor da aceleração da gravidade. O professor pode destacar que isso se deve à facilidade de montagem, exigindo apenas materiais básicos, o que o torna acessível para realização tanto no ambiente escolar quanto em casa.

4.1.2.2 Funcionamento do Phyphox:

Nesta etapa, recomenda-se que o docente apresente o Phyphox para os alunos, destacando que se trata de um aplicativo de Física para smartphones que, fazendo uso dos sensores do dispositivo, permite realizar experimentos abrangendo várias áreas da Física, como óptica e ondulatória, de maneira prática e acessível. Em seguida, é importante explicar que, no experimento *Luz*, o aplicativo usa o sensor de luz do celular para obter a quantidade de luz que chega a uma superfície, ou seja, medir o fluxo luminoso luminoso por unidade de área (lux).

4.1.2.3 Materiais Necessários

- 1 Pingente esférico de cheveiro;
- 4 Joelhos soldável de PVC (20 mm);
- 6 Caps soldável de PVC (20 mm);
- 6 Tês soldáveis de PVC (20 mm);
- 4 Canos de PVC (20 mm de diâmetro, 14 cm de comprimento);

- 2 Canos de PVC (20 mm de diâmetro, 40 cm de comprimento);
- 1 Cano de PVC (20 mm de diâmetro, 20 cm de comprimento);
- 7 Canos de PVC (20 mm de diâmetro, 3,5 cm de comprimento);
- 2 Canos de PVC (20 mm de diâmetro, 6,5 cm de comprimento);
- 2 Smartphones;
- 1 Notebook (opcional);
- 1 Metro de linha flexível;
- 1 Régua ou trena.

4.1.2.4 Montagem

A montagem do experimento pode ser dividida em duas etapas, são elas: montagem de um suporte de cano PVC e montagem do pêndulo.

4.1.2.4.1 Montagem do suporte

A montagem do suporte pode ser dividida em passos, são eles: Montagem das Bases, Montagem da Trava Horizontal, Montagem da Parte Superior, Conexão das Bases com a Trava Horizontal e Conexão da Parte Superior às Bases.

4.1.2.4.1.1 Montagem das Bases

- Componentes: 2 tês, 4 canos de 14 cm, 4 caps e 2 cano de 40 cm.
- Instruções:
 1. Conecte um tê a dois canos de 14 cm.
 2. Coloque um cap em cada extremidade dos canos de 14 cm.
 3. Conecte um cano de 40 cm ao tê central, apontando para cima.
 4. Repita o mesmo processo para montar a segunda base idêntica à primeira, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Bases do Suporte.



Fonte: O próprio autor.

4.1.2.4.1.2 Montagem da Trava Horizontal

- Componentes: 2 têes e 1 cano de 20 cm.
- Instrução: Conecte a parte central de dois têes as extremidades do cano de 20 cm para formar uma barra horizontal, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Trava horizontal.



Fonte: o próprio autor.

4.1.2.4.1.3 Montagem da Parte Superior

- Componentes: 2 têes, 2 joelhos, 2 caps, 2 canos de 6,5 cm e 5 canos de 3,5 cm.

- Instruções:

1. Pegue um tê e, em uma das extremidades laterais, conecte um joelho usando um cano de 3,5 cm entre as conexões de modo que a extremidade central do tê e a extremidade que não foi utilizada do joelho fiquem opostas.
2. Repita o processo para montar uma peça idêntica.
3. Una, pelos joelhos, as duas peças idênticas, entre elas use um cano de 3,5 cm.
4. Conecte os dois canos de 6,5 cm nas extremidades centrais dos tês, que estão apontados para lados opostos.
5. Nas extremidades dos tês que sobraram, conecte caps e, para fazer a junção, use canos de 3,5 cm entre eles, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Parte superior do suporte.



Fonte: o próprio autor.

4.1.2.4.1.4 Conexão das Bases com a Trava Horizontal

Use a trava horizontal, montada no passo 4.1.2.4.1.2, para conectar as duas bases elaboradas no passo 4.1.2.4.1.1.

4.1.2.4.1.5 Conexão da Parte Superior às Bases

Utilize os dois joelhos e os dois canos de 3,5 cm restantes para conectar a parte superior, montada no passo 4.1.2.4.1.3, às bases, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Suporte montado.



Fonte: O próprio autor.

Depois de seguir esses passos, o suporte estará completo e pronto para a montagem do pêndulo.

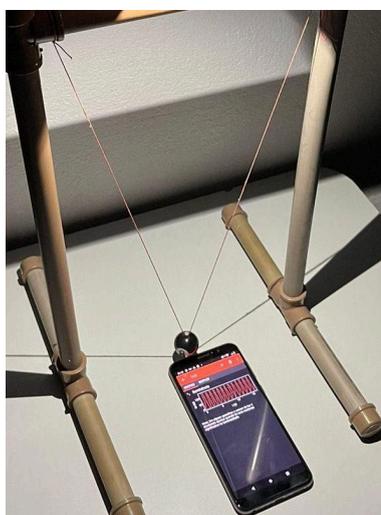
4.1.2.4.2 Montagem do Pêndulo

- Componentes: Suporte de PVC montado, linha flexível e pingente esférico.

- Instruções:

1. Insira a linha no orifício do pingente esférico;
2. Amarre as pontas da linha na haste horizontal do suporte, formando um pêndulo bifurcado, como ilustra a Figura 5.

Figura 5: Pêndulo montado.



Fonte: O próprio autor.

4.1.2.5 Coleta de Dados

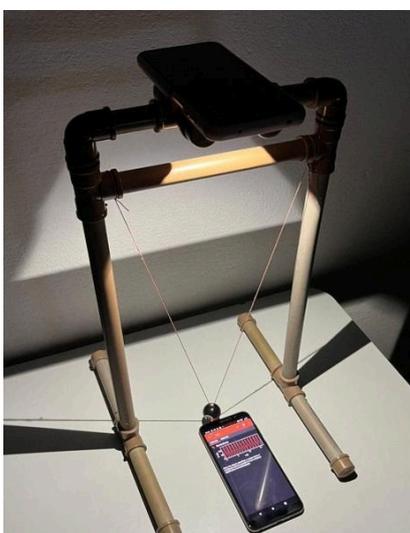
Instalação do Phyphox: Acesse a loja de aplicativos do smartphone e baixe gratuitamente o aplicativo Phyphox.

Medição da Distância L : Com o auxílio de uma régua ou trena, meça a distância (L) da haste horizontal do suporte até o centro de gravidade do pingente esférico. Registre essa medida em metros, pois será usada nos cálculos posteriores.

Configuração da Iluminação: Ligue a lanterna do segundo smartphone (aquele que não está com o Phyphox instalado) e posicione-o na parte superior do suporte, com a lanterna voltada para baixo. Certifique-se de que o ambiente esteja escuro e sem interferências externas, como vento ou outras fontes de luz, para garantir a precisão das medições.

Ajustes no Phyphox: No smartphone que possui o Phyphox, abra o aplicativo e, na tela inicial, selecione *Luz*, disponível na coluna de sensores. Em seguida, coloque o smartphone com o sensor de luz na periferia da sombra projetada pelo pêndulo, de modo que o sensor capture as variações de luz durante a oscilação, como ilustra a Figura 6. Além disso, permita o acesso remoto no Phyphox. Isso possibilitará monitorar e controlar o experimento de outro dispositivo conectado à mesma rede Wi-Fi, tipo um notebook, permitindo iniciar e finalizar a coleta de dados remotamente.

Figura 6: Posição dos celulares no momento da coleta de dados.



Fonte: O próprio autor.

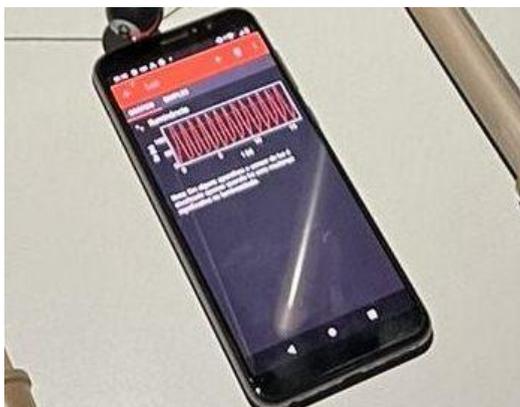
Perturbação e Coleta de Dados: Faça uma pequena perturbação no pêndulo para iniciá-lo. A amplitude da oscilação deve ser pequena o suficiente para que a sombra do pêndulo não ultrapasse completamente o lado oposto ao qual o sensor de luz foi posicionado. Em seguida, inicie a coleta de dados no Phyphox. O sensor de luz irá registrar as variações da luz causadas pelas oscilações do pêndulo. Quando o pêndulo completar 10 oscilações (10 períodos), finalize as medições no aplicativo.

Compartilhamento dos Dados: Após o término da coleta de dados, exporte os resultados no formato Excel. Assim, os dados poderão ser compartilhados e analisados em outro dispositivo para o cálculo da aceleração da gravidade, caso necessário.

4.1.2.6 Análise dos Resultados

O pêndulo simples bifurcado utilizado no experimento executa um movimento periódico, como ilustra o gráfico mostrado na tela do celular na Figura 7, ou seja, oscila repetidamente em torno de uma posição de equilíbrio, com um período bem definido. Esse tipo de movimento ocorre em diversos sistemas físicos, como em molas. No caso do pêndulo, a oscilação ocorre devido à interação entre a força gravitacional e a tensão no fio, resultando em um movimento que se repete regularmente.

Figura 7: Gráfico do movimento periódico do pêndulo no aplicativo Phyphox.



Fonte: O próprio autor.

A grande vantagem de utilizar a atividade proposta em relação ao experimento do pêndulo simples com um barbante, uma esfera e um cronômetro, é o fato de poder discutir a periodicidade do movimento por meio da visualização do

gráfico, o que torna a atividade mais interativa e dinâmica. Assim, a análise desse comportamento periódico permite determinar a aceleração da gravidade a partir da medição do tempo de oscilação (período). A equação do período de um pêndulo simples, é:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Essa equação nos mostra que quanto maior o comprimento do fio (L), maior será o período (T), ou seja, o pêndulo oscila mais devagar. Por outro lado, quanto maior a aceleração da gravidade (g), menor será o período (T), fazendo com que o pêndulo oscile mais rápido. A partir dessa relação, podemos reorganizar a equação para encontrar a fórmula final que utilizaremos na atividade. Primeiro, elevamos os dois lados da igualdade ao quadrado para eliminar a raiz quadrada:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

Agora, multiplicamos cruzado para deixar g sozinho, resultando na fórmula final que utilizaremos no experimento:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

Então, com os dados coletados no experimento em mãos, conforme ilustrado na Tabela 1, a próxima etapa é analisar as medidas de iluminâncias (em lux, (lx)) e os respectivos tempos (em segundos, (s)) registrados pelo aplicativo. O intervalo de tempo entre dois valores máximos consecutivos de iluminância, obtidos no experimento, corresponde a um período (T) de oscilação do pêndulo.

Tabela 1: Dados extraídos do aplicativo Phyphox.

1	Time (s)	Illuminance (lx)		
2	0	44		
3	0.0860686	0		
4	0.4158266	64		
5	0.5263416	128		
6	0.6358216	132		
7	1.0770246	106		
8	1.1856446	42		
9	1.2965126	0		
10	1.5161776	2		
11	1.6258236	66		
12	1.7357266	130		
13	1.8461456	132		
14	2.2893846	106		
15	2.3951886	42		

Fonte: Elaboração própria.

Cálculo do Período: Identifique os picos de iluminância e registre o intervalo de tempo entre dois picos consecutivos, que representa um período (T). Para cada par de picos, será possível calcular um valor de (T).

Média dos Períodos: Com todos os períodos individuais registrados, calcule a média dos períodos (\bar{T}) somando os valores dos períodos e dividindo pelo número total de períodos observados.

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n}$$

Quadrado do Período Médio: Após obter o valor do período médio, calcule o quadrado do período médio (\bar{T}^2).

$$\bar{T}^2 = (\bar{T})^2$$

Cálculo da Aceleração da Gravidade: Para calcular o valor experimental da aceleração da gravidade (g), utilize a fórmula derivada da equação do pêndulo simples, onde L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{\bar{T}^2}$$

No qual, L é a distância medida anteriormente, da haste horizontal até o centro de gravidade do pingente esférico e \bar{T}^2 é o valor do quadrado do período médio. Logo, ao aplicar os dados nessa fórmula, será possível calcular de forma experimental a aceleração da gravidade, possibilitando comparar o resultado com o valor teórico ($g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$) para verificar a precisão do experimento.

4.1.3 Aplicação do conhecimento

Nesse momento, sugere-se ao professor que faça um apanhado dos resultados obtidos pela turma, retome a discussão inicial e, em seguida, peça aos alunos que respondam às seguintes perguntas:

Questão 1: O resultado obtido foi satisfatório?

Questão 2: Porque o valor obtido de forma experimental difere do valor teórico?

Questão 3: Cite um fator que influenciou no resultado.

Questão 4: Como melhorar as medidas do experimento e obter um resultado mais preciso?

Questão 5: O que você conclui do experimento?

Questão 6: Se esse experimento fosse realizado na lua ou em outro planeta o resultado seria o mesmo? Explique.

4.1.3.1 Observações/Atenção

Esse roteiro pode ser adaptado de acordo com a realidade dos alunos(as), bem como podem ser inseridos mais questionamentos relacionados ao experimento.

4.2 Plano de Aula Sugerido

Objetivo Geral: Desenvolver no aluno a compreensão da aceleração da gravidade e sua medição experimental por meio de um pêndulo e um smartphone com o Phyphox instalado.

Objetivos Específicos:

- Compreender o conceito de aceleração da gravidade;
- Utilizar o smartphone como ferramenta científica para realizar medições e obter dados;
- Realizar cálculos para determinar o valor da aceleração da gravidade;
- Analisar os dados obtidos e discutir as variáveis que afetam o experimento.

Série/Ano: 9º ano do ensino fundamental

Duração da Atividade: 3 aulas de 50 minutos

Recursos Didáticos:

- Smartphones com Phyphox;
- Materiais para montagem do pêndulo (canos de PVC, linha, peso esférico);
- Régua ou trena;

Conteúdos:

- Conceito de aceleração da gravidade;
- Funcionamento do pêndulo;

- Uso do aplicativo Phyphox e sensores de smartphones;

Etapas da Aula

Problematização Inicial (25 min):

- Iniciar a aula questionando os alunos sobre a gravidade e como ela influencia nosso cotidiano.
- Em grupos, discutir práticas experimentais que possibilitem medir a aceleração da gravidade.

Organização do Conhecimento (25 min):

- Apresentação do Experimento, ou seja, introduzir o uso do pêndulo e do aplicativo Phyphox.
- Demonstração do Phyphox, explicar a interface e o uso dos sensores do aplicativo para medir as oscilações do pêndulo.

Atividade Prática: funcionamento do experimento (50 min):

- Orientar os alunos na montagem e preparação do pêndulo.
- Configurar o Phyphox, realizar as oscilações e coletar dados de 10 períodos para análise.

Análise dos Resultados (30 min):

- Ajudar os alunos a interpretar os dados obtidos no Phyphox, identificar o período médio e calcular a aceleração da gravidade usando a fórmula do pêndulo simples.

Aplicação do Conhecimento (20 min):

Revisar os resultados e discutir questões como:

- O resultado obtido foi satisfatório?
- Porque o valor obtido de forma experimental difere do valor teórico?

Avaliação: Participação/interação nas atividades práticas e discussões; interpretação dos dados; compreensão demonstrada nas respostas de aplicação.

4.3 Intervenção

A primeira intervenção, com uso da sequência didática proposta, foi com alunos(as) do último ano do ensino fundamental, pois serão possíveis estudantes do 1º ano do ensino médio. Então, nas turmas do 9º A e 9º B da Escola Municipal Antônio Lustosa de Oliveira Cabral, em Terra Nova-PE, as intervenções foram feitas e mostraram que os smartphones podem motivar os estudantes no ensino-aprendizagem de conceitos físicos, como o da aceleração da gravidade.

Quando aplicada a sequência didática, que inclui as etapas problematização, como mostra a Figura 8, organização e aplicação do conhecimento, os alunos de ambas as turmas ficaram envolvidos pela atividade. A curiosidade dos estudantes cresceu principalmente na etapa de organização do conhecimento, especificamente na coleta de dados, quando o celular foi usado para fazer as medições experimentais de período e descobrir se, com aquele conjunto de medidas, iríamos obter um resultado satisfatório.

Figura 8: Etapa de problematização inicial na turma 9º ano A.



Fonte: O próprio autor.

As intervenções foram realizadas diretamente pelo autor durante as aulas de Ciências. Para adaptar a atividade ao nível dos alunos do 9º ano, a etapa de problematização inicial foi ajustada. Em vez de pedir que os estudantes propusessem arranjos experimentais para obter o valor da aceleração da gravidade, foram explicadas algumas possibilidades com base em equações da cinemática. A ideia foi refletir o cálculo por meio da equação do movimento uniformemente acelerado. Um exemplo trazido para as turmas foi pensar na queda de um objeto e cronometrar o tempo de queda para medir a aceleração. Essa seria uma forma comumente esperada ser proposta por alunos do ensino médio, mas que foi satisfatória frente às discussões estabelecidas com os alunos do ensino fundamental.

No entanto, usar essa estratégia para medir a aceleração da gravidade na sala de aula apresenta desafios. A precisão na medição do tempo pode ser afetada, uma vez que a queda é rápida e cronometrar manualmente gera incertezas consideráveis. Além disso, a presença de um termo com o tempo elevado ao quadrado na equação do movimento uniformemente acelerado torna a precisão ainda mais problemática, deixando claro que essa não é a melhor alternativa para medir a aceleração da gravidade em experimentos realizados na sala de aula.

Então, na etapa de organização do conhecimento foi sugerido usar um pêndulo simples e limitar as direções de movimento bifurcando-o, ou seja, ao invés de usar um único fio inextensível, foi proposto usar dois, ficando o pêndulo no formato de um “V”. Além disso, foi esclarecido para os alunos que o experimento do pêndulo constitui uma abordagem relativamente simples e eficiente para obter, de maneira experimental, o valor da aceleração da gravidade. Para garantir a compreensão, foi explicado também o conceito físico de período de oscilação, também fazendo relações com o cotidiano, e apresentado a fórmula para calculá-lo, ressaltando que sua validade é limitada a pequenos ângulos de oscilação.

Em vez de cronometrar manualmente os períodos, foi sugerido o uso de um smartphone para realizar essas medições, como ilustra a Figura 9. Assim, o smartphone, com o aplicativo Phyphox instalado, foi posicionado de forma que o sensor de luz pudesse detectar as variações causadas pela passagem do pêndulo. Após preparar o equipamento, o pêndulo foi perturbado, e o experimento foi iniciado no aplicativo para registrar os dados de forma automática e mais precisa. Nesse momento da atividade no 9º A, surgiram perguntas do tipo: por que usar o celular de forma automática em vez de medir manualmente? Como o celular funciona para detectar o movimento do pêndulo?

Figura 9: Posicionando os smartphones para coleta de dados no 9º ano B.



Fonte: O próprio autor.

Essas perguntas geraram uma conversa envolvente com a turma, o que possibilitou a interação e a troca de conhecimento entre o autor e os(as) alunos(as), bem como entre os(as) próprios(as) alunos(as). Eles começaram a entender que cronometrar manualmente geraria erros muitas vezes grandes, já que nossos reflexos não são suficientemente rápidos para medir com precisão. O celular, por outro lado, usa o sensor de luz para registrar cada oscilação do pêndulo de forma rápida e sem interferência humana. Embora o celular também apresente incertezas, essas são menores em comparação com as de uma cronometragem manual usando o cronômetro do aparelho. Quando foi esclarecido que o sensor de luz detecta variações na luz toda vez que o pêndulo passa, eles ficaram curiosos e foi interessante ver como os alunos se empolgaram ao perceber que uma tecnologia comum no dia a dia poderia ser usada como ferramenta científica, como mostra a Figura 10.

Figura 10: Coleta de dados usando o smartphone e o pêndulo no 9º ano A.



Fonte: O próprio autor.

Essa atividade mostrou como a tecnologia móvel pode ser útil no ensino, principalmente em locais com poucos recursos. Com apenas um celular e um pêndulo, conseguimos criar uma experiência de aprendizado envolvente. Os alunos discutiram, questionaram e entenderam, pois puderam aplicar o conhecimento na prática ao refletir sobre os resultados e responder a questões que os levaram a pensar criticamente. Eles avaliaram se o resultado encontrado de maneira experimental era satisfatório, analisaram algumas razões pelas quais o valor

experimental diferia um pouco do teórico, identificaram fatores que influenciaram as medições e discutiram maneiras de obter mais precisão. No 9º A, o valor da aceleração da gravidade encontrado foi $9,86 \text{ m/s}^2$, com um erro percentual de aproximadamente 0,5% em relação ao valor teórico. Já no 9º B, o valor obtido foi $9,92 \text{ m/s}^2$, com um erro de aproximadamente 1,1%. Além disso, os alunos refletiram sobre como o experimento se aplicaria em diferentes ambientes, como na lua, explorando conceitos científicos de maneira ativa. Assim, nessa atividade o smartphone deixou de ser apenas um aparelho de diversão/distração e se transformou em uma ferramenta didática para explorar a ciência de forma prática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática para tornar o ensino de Física mais alinhado com a realidade dos alunos das escolas do Sertão Central Pernambucano, utilizando recursos tecnológicos simples, como smartphones, para promover a aprendizagem de forma prática e significativa. A escolha de usar o smartphone, algo que os alunos têm familiaridade, para medições experimentais, e fundamentar a proposta nos três momentos pedagógicos de Delizoicov mostrou-se eficaz ao integrar teoria e prática, além de estimular a participação ativa e o pensamento crítico dos estudantes.

A aplicação da sequência didática em turmas de 9º ano do ensino fundamental possibilitou observar o potencial dessa metodologia em despertar o interesse dos alunos pela ciência. A utilização do pêndulo e do aplicativo Phyphox para medir experimentalmente a aceleração da gravidade mostrou-se uma abordagem que traz inovação, permitindo aos alunos explorar conceitos físicos de maneira mais interativa e crítica, algo que é importante para o ensino. Durante a aplicação da sequência, os estudantes demonstraram curiosidade, participaram da atividade e estabeleceram conexões entre os resultados experimentais e os conceitos teóricos, o que evidenciou o impacto positivo da proposta e o bom cumprimento dos objetivos do trabalho.

Além disso, o uso do smartphone, que normalmente é visto como algo para a diversão ou distração, foi usado como uma ferramenta didática de ensino, ajudando a tornar o aprendizado da Física mais interessante e investigativo. Isso mostra como

é importante trazer tecnologias acessíveis para a educação, especialmente em lugares onde os recursos são limitados e necessitam buscar meios de atrair, ou melhor, competir a atenção dos alunos que, naturalmente, dispõem de várias formas de distrações, inclusive o próprio celular quando usado de forma “clandestina”, ou seja, de maneira oculta e não permitida, para atividades que desviam o foco das aulas, como navegar na internet, trocar mensagens em redes sociais ou jogar.

Como perspectivas futuras, propõe-se expandir a aplicação da sequência didática para outro público-alvo, como os estudantes do ensino médio, e explorar adaptações para outros conteúdos da Física, além de realizar estudos comparativos para avaliar o impacto em diferentes contextos escolares, como em escolas diferentes ou em outros níveis de ensino, e propor melhorias na metodologia utilizada para um melhor alcance e eficácia da proposta.

6 REFERÊNCIAS

BARBOSA, C. D.; SOARES, N. D. N.; CHAGAS, M. L. das; FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 01-13, 2017.

BARRETO, Pâmella Gonçalves et al. Ensino e aprendizagem de eletrostática utilizando os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 2, p. 55-65, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília: 2002.

DIOGO, R. C. *et al.* Tecnologias da Informação e Comunicação na Sala de Aula: Produção de vídeos Por meio de Smartphones Como Uma Possibilidade Viável Para o Ensino e a Aprendizagem. **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 6 p. 169-173, 2015.

FERNANDES, A. C. P. et al. Efeito Doppler com tablet e smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, p. e3504, 2016.

FILHO, J. P. O. Sequência didática investigativa baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov para a determinação experimental da velocidade do som no ar. 2022. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de

Física, Polo 58 – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, 2022. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/8670>>. Acesso em: 26 set. 2024.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* / Paulo Freire – São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOULART, Janayna da Costa. **Investigação sobre o uso do laboratório didático de física por professores do ensino técnico de nível médio integrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-campus Curitiba**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

GUIMARÃES, U. A.; CASCALHO, C. E. B.; MENEGUSSI, M. H. O Impacto das Mídias Digitais na Educação. **RECIMA21 - Revista científica multidisciplinar**, [S. l.], v.3, n.8, p. e381802, 2022.

LANDEIRA, Jessica Emilia Pinto Carvalho et al. Pêndulo Simples: Tracker x Phyphox. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 91-108, 2020.

MELO, R. B. de F.; DO NASCIMENTO, G. K. M.; STEINMÜLLER PIMENTEL, P.; DA SILVA NEVES, J. E.; RAMOS BARRETO, F.; VINÍCIOS BARBOSA, O.; DA SILVA LIMA, A.; SILVA CANDIDO, D. A. O uso do smartphone no ensino de física: relato de uma experiência em ondulatória / The use of smartphones in teaching physics: report of an experiment in ondulatory. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 37366–37380, 2021.

PEDROSO, Luciano Soares et al. Experimentos de baixo custo utilizando o aplicativo de física Phyphox. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 14, n. 4, p. 1, 2020.

PEREZ, M. da C.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Aplicativos para tablets e smartphones no ensino de Física. **Revista Ciências & Ideias**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 154–173, 2015.

QUIMA, L. C. O Smartphone como laboratório de Física. **UFRJ Macaé**. Disponível em:<<https://ppgef.macaee.ufrj.br/index.php/dissertacoes/menu-item-dissertacoes-2018>>. Acesso em: 17 de ago. 2023.

ROCHA, M. D. da; EVANGELISTA, E. G.; MACHADO, N. G.; MELLO, G. J. (Des)Liga esse celular, moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de Ciências. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v. 14, p. 41–52, 2015.

SANTOS, A. O. S. *et al.* Tecnologias Digitais no Ensino de Física: Uso de Celular na Abordagem de Conteúdos Programáticos de Velocidade. **Revista Eletrônica DECT**. Vitória – Espírito Santo, v. 7, n. 3, p. 208 - 228, Dezembro de 2017.

SCHNEIDER, Gabriela; FRANTZ, Maíra Gallotti; ALVES, Thiago. Infraestrutura das escolas Públicas no Brasil: Desigualdades e Desafios para o financiamento da Educação Básica. **Revista Educação Básica em Foco**, v. 1, n. 3, p. 47-61, 2020.

SILVEIRA, Nelsi Roseli Wagner. Dispositivos móveis na educação: desafios e o processo de ensino e aprendizagem. **Lume UFRGS**. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/handle/10183/202104>. Acesso em: 17 de ago. 2023.

UNESCO. O futuro da aprendizagem móvel: Implicações para planejadores e gestores de políticas. 2014. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002280/228074POR.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. 2023.