



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO

PERNAMBUCANO

COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

CAMPUS SERRA TALHADA

JOÃO PAULO DA SILVA

EXPERIMENTOS DE FÍSICA: UM OLHAR LÚDICO NA CINEMÁTICA

SERRA TALHADA - PE

2022

JOÃO PAULO DA SILVA

EXPERIMENTOS DE FÍSICA: UM OLHAR LÚDICO NA CINEMÁTICA

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

Orientador(a): Prof. Dr. Daniel Cesar de Macedo Cavalcante

SERRA TALHADA - PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586 Silva, João Paulo.

Experimentos de física: um olhar lúdico na cinemática / João Paulo Silva. - Serra Talhada, 2023.
41 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Cesar de Macedo Cavalcanti.

1. Física. 2. Experimentos de baixo custo. 3. Cinemática. 4. Ensino aprendizagem.
I. Título.

CDD 530

JOAO PAULO DA SILVA

EXPERIMENTOS DE FÍSICA: UM OLHAR LÚDICO NA CINEMÁTICA

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 Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

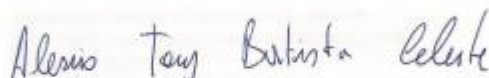
Aprovado em: 14/12/2022

Banca examinadora

Daniel Cesar De Macedo
Cavalcante

Assinado de forma digital por Daniel Cesar De Macedo Cavalcante
Dados: 2023.01.18 11:31:47 -03'00'
Versão do Adobe Acrobat Reader: 2022.003.20310

Prof. Dr. Daniel Cesar de Macedo Cavalcante
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada
Orientador



Prof. Dr. Aléssio Tony Batista Celeste
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
 DANIEL DE SOUZA SANTOS
Data: 25/01/2023 09:44:11 -0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Me. Daniel de Souza Santos
IFSertãoPE – Campus Serra Talhada
Examinador interno

Gerivaldo Bezerra da Silva:08407314420 Assinado de forma digital por Gerivaldo Bezerra da Silva:08407314420
Dados: 2023.01.20 18:29:44 -03'00'

Prof. Esp. Gerivaldo Bezerra da Silva
IFSertãoPE – Campus Floresta
Examinador externo

Dedico este trabalho aos meus pais, meus familiares, amigos e professores, pelas ajudas e incentivos para que eu concluísse o curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e determinação para não desistir da realização deste trabalho.

Aos meus pais e familiares por todo apoio e ajuda, que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Aos professores e amigos que sempre estiveram ao meu lado, pelas correções, ensinamentos, conselhos e paciência que me permitiram ter um melhor desempenho ao longo do curso.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, no meu desenvolvimento e enriquecendo o meu processo de aprendizado.

“A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces.”

Aristóteles.

RESUMO

O presente trabalho surgiu com o objetivo de apresentar experimentos de baixo custo com o propósito de auxiliar no ensino aprendizagem de Física, especificamente, no conteúdo de Cinemática, no qual foi dividida em cinco experimentos e simulações, onde, antes de cada experimento o professor apresenta o conteúdo aos alunos visto que, determinados conceitos servirão para a compreensão do experimento realizado. A proposta indica uma sequência de experimentos de baixo custo e simulações relacionados com cada conteúdo estudado em Cinemática, primeiro, uma introdução à cinemática, segundo, movimento retilíneo uniforme, terceiro, movimento retilíneo uniformemente variado, posteriormente, movimento circular e por fim, vetores, essas experimentações serão montadas pelos próprios discentes, buscando assim um maior envolvimento deles com a física, e conseqüentemente, solidificando o aprendizado dos mesmos.

Palavras-chave: experimentos de baixo custo; cinemática; ensino aprendizagem.

ABSTRACT

The present work arose with the objective of presenting low-cost experiments with the purpose of assisting in the teaching and learning of Physics, specifically, in the content of Kinematics, in which it was divided into five experiments and simulations, where, before each experiment, the teacher presents the content to the students since certain concepts will serve to understand the experiment carried out. The proposal indicates a sequence of low-cost experiments and simulations related to each content studied in Kinematics, first, an introduction to kinematics, second, uniform rectilinear motion, third, uniformly varied rectilinear motion, later, circular motion and finally, vectors, these experiments will be set up by the students themselves, thus seeking a greater involvement of them with physics, and consequently, solidifying their learning.

Keywords: low cost experiments; kinematics; teaching learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------|---------------------------------------|----|
| Figura 1 | – Materiais necessários..... | 25 |
| Figura 2 | – Esquema do experimento..... | 25 |
| Figura 3 | – Tela do simulador de Movimento..... | 26 |
| Figura 4 | – Organização dos materiais..... | 28 |
| Figura 5 | – Realização do experimento..... | 29 |
| Figura 6 | – Exemplo de simulação de MRU..... | 30 |
| Figura 7 | – Inclinação dos cabos..... | 32 |
| Figura 8 | – Realização do experimento..... | 32 |
| Figura 9 | – Exemplo de simulação de MRUV..... | 33 |
| Figura 10 | – Materiais necessários..... | 34 |
| Figura 11 | – Realização do experimento..... | 34 |
| Figura 12 | – Experimentação do MCU..... | 35 |
| Figura 13 | – Esquema de montagem..... | 37 |
| Figura 14 | – Realização do experimento..... | 37 |
| Figura 15 | – Simulação de vetores..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Materiais do primeiro experimento..... | 24 |
| Tabela 2 – Materiais do segundo experimento..... | 28 |
| Tabela 3 – Materiais do terceiro experimento..... | 31 |
| Tabela 4 – Materiais do quarto experimento..... | 34 |
| Tabela 5 – Materiais do quinto experimento..... | 36 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| ENEM | Exame Nacional do Ensino Médio |
| MRU | Movimento Retilíneo Uniforme |
| MRUV | Movimento Retilíneo Uniformemente Variado |
| MCU | Movimento Circular Uniforme |

SUMÁRIO

| | |
|---|---------|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. OBJETIVOS | 16 |
| 2.1 Objetivo Geral | 16 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 17 |
| 3.1 A Física no mundo..... | 17 |
| 3.2 Metodologia Tradicional X Metodologias Ativas | 18 |
| 3.3 Dificuldades no Ensino de Física | 20 |
| 3.4 A importância da experimentação no Ensino da Física..... | 21 |
| 4. PROPOSTA..... | 23 |
| 4.1 Primeiro Experimento: Introduzindo a Cinemática..... | 23 |
| 4.2 Segundo Experimento: Movimento Retilíneo Uniforme..... | 27 |
| 4.3 Terceiro Experimento: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado | 31 |
| 4.4 Quarto Experimento: Movimento Circular Uniforme | 34 |
| 4.5 Quinto Experimento: Vetores | 36 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 39 |
| REFERÊNCIAS..... | 40 - 41 |

1 INTRODUÇÃO

Pode-se afirmar que a Física não é vista pelo estudante como uma disciplina atraente e divertida, visto que, ela estuda os fenômenos que estão presentes no cotidiano, sendo assim, levaria o aluno a compreender situações que ocorrem em sua volta, como o funcionamento do telefone celular, o sistema de freio de um carro, a ressonância magnética, um motor elétrico, efeitos da umidade do ar, entre outros. Como diz Bezerra et al (2009), “Sabe-se que a física está presente em todos os momentos da vida humana. Fazer com que o aluno tenha essa percepção pode ser um incentivo real para seu desenvolvimento cognitivo. O papel do docente em física deve ser de desenvolver métodos para que os alunos verifiquem na prática os fenômenos físicos.”

Essa matéria sempre foi considerada pelos estudantes como uma das mais difíceis do ensino médio, isso se deve a forma tradicional pela qual os conceitos são apresentados para o discente, no qual, acaba colocando o aluno a simplesmente decorar equações e definições, sem realmente mostrar a esse aluno exemplos e/ou experimentos, para facilitar a compreensão dos fenômenos físicos que estão presentes no nosso cotidiano. Como afirma Loss e Machado (2005) “Apesar de todos os avanços tecnológicos, principalmente após o século XX, o conhecimento físico ainda é tratado como enciclopédico, resumindo-se a um aparato matemático que, normalmente, não leva à compreensão dos fenômenos físicos e ainda, acaba por causar aversão pela disciplina”. Segundo Mees (2002)

[...] A grande maioria dos professores, assim como eu, que hoje estão atuando nas escolas, tiveram uma formação mecânica onde o conteúdo nos era transmitido e, como alunos, éramos meros receptores e devolvedores de conteúdos aprendidos mecanicamente. Com o passar do tempo e com a experiência de sala de aula e por estudos, este conteúdo, não digo na sua totalidade, passou de uma aprendizagem mecânica para aprendizagem mais significativa e, é natural que, após trabalhar o mesmo conteúdo por vários anos conseguimos realmente entendê-lo. A aprendizagem mecânica, que ainda continua presente na sala de aula, não posso chamá-la de uma aprendizagem significativa. No entanto ela serviu, no meu caso, para passar nas provas e alcançar a graduação em Física.

Assim como qualquer disciplina escolar, é necessário que o docente seja capaz de levar para sala de aula metodologias de ensino adequadas a determinado

conteúdo, para que facilite o ensino aprendizagem, tornando a aula dinâmica e atraindo a atenção do discente. De acordo com Oliveira *et al* (2018) “A aprendizagem de estudantes em disciplinas como física é facilitada substancialmente quando existem práticas pedagógicas dinâmicas, diferenciadas e que perpassem o modelo tradicional de ensino...”, bem como experimentos de baixo custo, simulações ou exemplos do cotidiano.

Outro obstáculo no ensino da Física é a dificuldade que os alunos possuem em matemática básica, na maioria das vezes, dificuldade para entender o que estão lendo, esses problemas acabam criando ainda mais barreiras para a compreensão dos conceitos físicos, e assim, rotulando a Física como “odiada”, o que torna a aprendizagem desinteressante, onde deveria ser admiradora. Como afirma Gomes (2019) “A carência de uma base sólida na matemática básica no ensino médio pode acarretar sérias consequências no desenvolvimento do aluno na disciplina de Física, sendo bastante relevante na organização e compreensão das teorias físicas, dessa forma é de suma importância que o estudante de física tenha conhecimento dos princípios básicos da matemática para a partir daí compreender os fenômenos físicos”.

É preciso que a metodologia adotada para ensinar Física seja agradável, dinâmica, com experimentos capazes de mostrar ao aluno que determinado conteúdo pode ser visto ou utilizado para facilitar e solucionar problemas enfrentados no seu dia a dia, logo, ajudará o aluno a ter uma visão diferenciada para a disciplina e desenvolver um carinho e curiosidade pela ciência. Conforme diz Oliveira *et al* (2018) “os métodos e técnicas diferenciadas de ensino tem o sentido de trazer inovação no âmbito escolar tornando a Física mais agradável e acessível aos estudantes”.

Diante do exposto, emerge esse trabalho no qual auxilia o processo de ensino aprendizagem da física, através de experimentos de baixo custo, para o ensino da cinemática, trazendo uma física lúdica e interdisciplinar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Elaborar uma sequência de experimentos de baixo custo, com a finalidade de auxiliar no processo de ensino aprendizagem na cinemática.

2.2 Objetivos Específicos

- Relacionar aulas práticas com conteúdos teóricos;
- Incentivar a utilização de experimentos no processo de ensino-aprendizagem da física;
- Desenvolver um olhar diferente para a Física no ensino médio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

3.1 A Física no mundo

A origem da física como ciência está atrelada a outras áreas do conhecimento, como a filosofia e religião, uma vez que essas surgiram com o objetivo em comum de compreender a origem e a constituição do mundo (LIMA, 2019). No entanto, a física se distanciou dessas por seu caráter experimental e expressão em linguagem matemática (PRASS, 2018). Atualmente, a física é definida como uma ciência que estuda as propriedades da matéria (nos seus níveis molecular, atômico, nuclear e subnuclear), as forças da natureza, como a gravidade por exemplo, além dos níveis de organização/estados da matéria (PRASS, 2018; LIMA, 2019).

A física está diretamente vinculada ao cotidiano, uma vez que ela tem como alicerce os fenômenos naturais. Assim, a aplicação dessa ciência é visível tanto nos processos naturais, como a influência dos astros na vida terrestre, quanto em tecnologias que são criadas a partir de suas propriedades (PRASS, 2018). Dentre tais podemos citar a propagação de ondas, aplicadas na produção de celulares e micro-ondas, a termodinâmica utilizada em ar condicionados e aquecedores, a radiação eletromagnética voltada para controlar à distância aparelhos eletrônicos, além da eletricidade voltada para a energia elétrica (PRASS, 2018; OLIVEIRA, 2020).

No Brasil o ensino de física teve origem durante o período colonial, exclusivamente para o ensino superior. Com as resoluções apresentadas na constituição de 1934 essa ciência, assim como todas as outras da área da natureza e da matemática, tiveram uma expansão de carga horária e de relevância dentro do meio escolar. Atualmente a disciplina de física é trabalhada durante o ensino médio, com carga horária média de duas horas/aula (BEZERRA, 2009; OLIVEIRA, 2020). Apesar das novas resoluções para a área, apontadas por documentos norteadores da educação, o ensino de física ainda encontra dificuldades nas escolas brasileiras, por diversas razões (PUGLIESE 2017).

3.2 Metodologia Tradicional X Metodologias Ativas

O processo de ensino e aprendizagem é uma parte de suma importância para a espécie humana, e se modifica ao longo do tempo a fim de acompanhar as alterações que ocorrem na sociedade. No entanto, o percurso dessas alterações não é linear, de modo que as metodologias e práticas que surgem na atualidade coexistem e se articulam com aquelas a muito implantadas (KRÜGER; ENSSLIN, 2013). Sendo assim, observa-se dentro das escolas uma heterogeneidade de metodologia, dentre as quais estão a metodologia tradicional e as conhecidas como metodologias ativas.

O método tradicional de ensino é o mais antigo e enraizado na cultura escolar brasileira. Nele o professor é visto como o detentor do conhecimento, protagonista do processo de ensino e responsável por transmitir o conhecimento. Já os alunos possuem um papel secundário, com uma postura passiva e sem personalidade individual. Normalmente as práticas desta metodologia são aulas expositivas, com avaliação dos resultados por meio de testes quantitativos (INÁCIO *et al.*, 2020; KRÜGER; ENSSLIN, 2013).

Apesar de se manter estável desde os tempos do Brasil colônia, o ensino tradicional sempre foi criticado pelos pesquisadores e estudiosos da área. Isso porque as restrições dessa metodologia são claras e relevantes (DUARTE, 2018). Entre tais limitações podemos citar a exclusão de alunos. Como nesse modelo os alunos são vistos como um ser genérico no processo educacional, as particularidades individuais desses não são consideradas. Desse modo, todo aluno que possuir um perfil divergente da maioria terá, conseqüentemente, dificuldade em se adaptar. Assim, a metodologia tradicional acaba marginalizando alunos que apresentam problemas de inclusão. Outro fator a ser considerado é a contextualização, visto que a estrutura dessa metodologia raramente se adapta à realidade dos alunos e ao contexto social em que a escola está inserida. Sendo assim, os conteúdos trabalhados tornam-se abstratos e sem aplicação no cotidiano e na vivência dos educandos (INÁCIO *et al.* 2020; DUARTE, 2018).

Um contraponto ao ensino tradicional e a metodologia ativa, que traz o aluno para o centro da dinâmica educacional, conferindo a este o protagonismo da própria jornada escolar. Entre os objetivos dessa metodologia está a individualização e a contextualização da aprendizagem, de modo que quando confrontados por

problemas e desafios, os alunos possam refletir e avaliar opções para solucionar as situações apresentadas (BORTOLETTI, 2021; KRÜGER; ENSSLIN, 2013).

A metodologia ativa está mais alinhada com o mundo contemporâneo e globalizado atual. De modo que ela é uma ferramenta para modernização e atualização da escola, tornando essa mais atraente e valiosa para os alunos (BORTOLETTI, 2021). Segundo Paiva *et al.* (2018) as mudanças sociais que ocorreram no século XXI direcionaram a educação para um perspectiva político-social, de modo que o processo de aprendizagem não deve ser neutro e pontual, e sim baseado em “aprender a fazer, conviver e ser”.

Dentre as práticas da metodologia ativa que podem ser implementadas nas salas de aula da educação básica estão: (i) Aprendizagem baseada em problemas - provavelmente a prática mais popular, consiste em incentivar a elaboração coletiva e interdisciplinar de soluções para situações e conflitos cotidianos; (ii) Aprendizagem baseada em projetos - prevê a elaboração de um projeto pelos alunos, de modo que esses aprendam na prática a analisar e resolver problemas de modo sistemático e coordenado; (iii) Sala de aula invertida - é uma prática bastante popular que propõe a inversão de papéis professor-aluno. Nesse contexto o aluno assume a função de explicar os conteúdos, nos famosos trabalhos de seminários (iv) Gamificação - aplicação de jogos que auxiliem no processo de aprendizagem, conferindo engajamento entre os estudantes; (v) Estudo de caso - é uma prática de metodologia ativa onde os alunos devem aplicar os conteúdos trabalhados em aula em uma situação-problema específica, de modo a agregar ao conhecimento teóricos a uma versão prática (BORTOLETTI, 2022).

Apesar de ser amplamente reconhecida como mais adequada, a metodologia ativa ainda encontra dificuldades em se inserir efetivamente no meio escolar (BORTOLETTI, 2021). As causas para tal são variadas, incluindo a estruturação do currículo e a visão conteudista, que a muito foi instaurada nas escolas. Além disso, as aulas interativas exigem mais preparo e tempo do professor. De forma que, para a adoção permanente da metodologia ativa, esses necessitam de mais respaldo para formação continuada horas remuneradas fora de sala de aula, a fim de se aperfeiçoar e planejar atividades (BORTOLETTI, 2022; KRÜGER; ENSSLIN, 2013; DUARTE, 2018).

3.3 Dificuldades no Ensino de Física

Apesar dos significativos avanços no setor de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias na área da física, o ensino dessa ciência encontra notórias dificuldades de aplicação no ambiente escolar (BARROSO *et al.*, 2018). Sabe-se que, no Brasil há uma tentativa governamental de implementação efetiva da física nas escolas (PUGLIESE, 2017), no entanto essa continua sendo uma disciplina que encontra adversidades em sala de aula. Essas dificuldades, tanto em ensinar quanto em aprender os conteúdos da física, se refletem nas avaliações quantitativas aplicadas aos alunos do ensino médio. Barroso *et al.* (2018) constatou que o percentual médio de acerto questões classificadas como “de física”, aplicadas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é de apenas 20%. De modo semelhante, nenhum dos professores entrevistados na pesquisa de Pugliese (2017), afirma que seus alunos de fato conseguem aprender os conteúdos trabalhados nas aulas de física, no estado de São Paulo, Brasil.

Dentre os principais causadores desses fatos estão: o despreparo docente; a aplicação descontextualizada dos conteúdos; e metodologia empregada (PUGLIESE, 2017; BARROSO *et al.*, 2018; NASCIMENTO, 2020). No que diz respeito ao corpo docente, destaca-se que existe no Brasil um déficit no número de professores de física, de modo que a disciplina acaba sendo ministrada por docentes com formações diversas. De modo que, estima-se que apenas 20% dos ministrantes dessa disciplina nas escolas estaduais possuem graduação em licenciatura em física (NASCIMENTO, 2020). A delegação dessa matéria para outros professores dificulta a popularização da física entre os alunos, já que essa acaba sofrendo com a falta de um professor qualificado para conduzir o processo aprendizagem (PUGLIESE, 2017).

Sobre a aplicação dos conteúdos, salienta-se que, apesar da física ser uma área com grande contribuição para os avanços científicos e tecnológicos da sociedade atual, os temas abordados em sala de aula limitam-se aos exemplos clássicos (BARROSO *et al.*, 2018; PRASS, 2018). A análise realizada por Pugliese (2017), em escolas do estado de São Paulo, indicam que os 10 temas mais frequentes nas aulas são os da Física Clássica, desenvolvida até o final do século XIX, em contrapartida, os 10 temas menos ensinados são os da Física Moderna, desenvolvida no século XX. Essa relação, segundo o autor, é incongruente com a

realidade de uma comunidade escolar situada na maior metrópole da América Latina.

Em relação a metodologia, infere-se que a parca infraestrutura das escolas, associada a professores sobrecarregados e a visão conteudista adotada pelo calendário escolar influenciam os conteúdos a serem trabalhados majoritariamente de forma expositiva (AGUIAR *et al.*, 2020; PUGLIESE, 2017; BEZERRA, 2009). Essa metodologia tradicional limita a compreensão dos alunos a possibilidade deles se apropriarem dos alicerces da física (NASCIMENTO, 2020; AGUIAR *et al.*, 2020) a fim de empregarem esses na resolução de situações problemas (BORTOLETTI, 2021).

3.4 A importância da experimentação no Ensino da Física

Atividades práticas e experimentais são uma alternativa popular no ensino de física, devido ao fato da base dessa ser os fenômenos naturais. Entende-se por física experimental a categoria voltada a observação desses fenômenos físicos (ALVES *et al.*, 2020). Os métodos de tal categoria são compostos tanto por observações quanto por experiências, e tornam-na uma aliada importante para a compreensão, comprovação e aprimoramento de conhecimentos previamente teóricos (GARCIA *et al.*, 2020).

Assim, a física experimental se apresenta como uma estratégia pedagógica para tornar os conteúdos abordados nessa disciplina mais atraentes. Além disso, a inclusão de atividades práticas nas aulas de física pode trazer diversos benefícios, dentre os quais estão a aproximação do conteúdo trabalhado ao cotidiano do aluno; a facilitação da visualização aplicável da física; além de promover a autonomia dos educandos em relação aos seus processos de aprendizagem (NETO; PARENTE, 2018; BORTOLETTI, 2022; ALVES *et al.*, 2020)

Apesar disso, Garcia *et al.*, (2020) destaca que, entre as principais vantagens da física experimental está a construção da autonomia na resolução de problemas, o desenvolvimento de um pensamento crítico e a formulação de ideias argumentativas. Assim, deve-se atentar para que as atividades aplicadas não se restrinjam ao carácter lúdico e atrativo, devendo-se incluir ao processo as etapas que compõem o processo científico, tais como a observação de uma

situação/problema, a formulação de hipótese, realização de experimentos, e a discussão dos resultados (GARCIA *et al.* 2020; AGUIAR *et al.*, 2020).

Apesar de ser uma atividade reconhecida tanto por alunos (NETO; PARENTE, 2018) quanto por professores (PUGLIESE; 2017), a física experimental ainda é uma atividade coadjuvante no calendário escolar. O enraizamento do método tradicional e a sobrecarga dos professores contribuem para essa realidade, assim como o sucateamento laboratorial nas escolas. Desse modo, tão importante quanto a possibilidade de formação continuada dos professores, é a compatibilidade entre as propostas de atividade e a infraestrutura encontrada nas redes públicas de ensino. Visto que a disparidade entre o material solicitado e o disponibilizado pode acarretar no desestímulo de alunos e professores, minucando a aplicação da física experimental nas escolas (GARCIA *et al.*, 2020; NETO; PARENTE, 2018; ALVES *et al.*, 2020).

4. PROPOSTA

A proposta tem como finalidade abordar a Cinemática no ensino de Física, sendo uma área da Mecânica que estuda o movimento dos corpos, através da utilização de experimentos de baixo custo. Essa iniciativa se deu para promover o desenvolvimento da curiosidade dos estudantes no conteúdo, de modo a aprimorar e capacitá-los para realização de debates e questionamentos de situações do cotidiano.

A atividade foi dividida em cinco experimentos, onde cada um está relacionado a um determinado conteúdo da Cinemática, sendo eles: introdução à cinemática, movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, movimento circular uniforme e vetores.

Para cada experimento é sugerido que seja dividido em quatro momentos, primeiramente o professor introduz o conteúdo relacionado para que os estudantes tenham noção do que será estudado. Na sequência, é feita a montagem e a realização das experimentações pelos próprios discentes, para que possam relacionar a teoria com a prática, e observar tal fenômeno no seu cotidiano, logo após, explorem o simulador online, e ao final é interessante que o professor aplique o questionário de sugestão.

4.1 Primeiro Experimento: Introduzindo a Cinemática

Esse primeiro experimento pretende introduzir uma das partes da física, a Mecânica, que estuda o movimento e o repouso dos corpos. Desde a análise de pequenas partículas, ou até mesmo de órbitas planetárias, todos os movimentos podem ser descritos através das equações de movimento, já que estão relacionados com grandezas como posição, velocidade e aceleração.

Como exemplos de movimentos que podem ser estudados, pode-se citar a trajetória de foguetes, lançamento de projetos, escoamento de fluidos, funcionamento de mecanismos simples (como planos inclinados e balanças), trajetória de partículas eletricamente carregadas, entre outras aplicações.

Dentro da mecânica é visto a Cinemática, que trata exatamente da descrição do movimento e repouso desses corpos, sem se preocupar com as causas ou características do estado do movimento. E, a compreensão de alguns conceitos

fundamentais é fundamental para aplicabilidade favorável ao ensino, sendo eles:

- Referencial = o ponto que determina se o objeto está em movimento ou repouso;
- Movimento = caracterizado pela mudança de posição;
- Repouso = a posição de um objeto não se altera em relação a um ponto referencial;
- Trajetória = caminho percorrido pelo objeto com o passar do tempo;
- Deslocamento = distância percorrida desde o ponto inicial até o final do objeto.

E, diferentemente do que muitas pessoas pensam, a Cinemática está presente no cotidiano, desde a identificação da velocidade de um veículo, o tempo que falta para chegar a um lugar, entre diversas outras inúmeras aplicações. Com isso, o experimento aborda o conceito de posição, comprimento, tempo e velocidade média, destacando-se a importância que o professor use uma metodologia ativa para que os alunos sintam curiosidade e atraídos em conhecer ainda mais a Física.

De modo a representar a movimentação de um carrinho elétrico, e aplicar os conceitos da Cinemática, o principal propósito da atividade é compreender a relação entre velocidade, aceleração, deslocamento e tempo. Portanto, a Tabela 1 representa os materiais necessários para o primeiro experimento, assim como a quantidade de cada um.

Tabela 1 - Materiais do primeiro experimento

| Itens | Quantidade |
|------------------------------------|------------|
| Marcador (giz, caneta, lápis, etc) | 1 |
| Trena ou fita métrica | 1 |
| Cronômetro | 1 |
| Carrinho elétrico | 1 |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Nesse caso, a Figura 1 representa os materiais utilizados para a experimentação, onde à esquerda há a caneta verde, cuja aplicabilidade será fazer marcação, ao seu lado, um celular para representar o cronômetro, ao centro um carrinho elétrico vermelho, e uma fita métrica, para medição da distância.

Figura 1 - Materiais necessários

Fonte: Aatoria própria, 2022.

Para montagem, inicia-se fazendo duas marcas no chão com o marcador, e para delimitar uma distância entre elas, utiliza-se a trena, marcando essa distância entre as marcações. Após isso, se deve posicionar o carrinho em uma das extremidades da trena, de modo a representar o ponto de partida, conforme exposto pela Figura 2.

Figura 2 - Experimento montado

Fonte: Aatoria própria, 2022.

Ligando o carrinho elétrico e o cronômetro, se deve marcar o tempo que o mesmo leva para percorrer essa distância. Para maior precisão no resultado, se recomenda repetir algumas vezes o mesmo procedimento. Com os valores obtidos, há a possibilidade de definir a velocidade média do carrinho durante seu deslocamento.

De maneira similar, pode ser usado simuladores *online* que compreendem o mesmo propósito, nesse caso, os alunos possuem maior liberdade para explorar mais conceituações relacionadas à Cinemática. O *site* Phet Interactive Simulations desenvolvido na University of Colorado Boulder, oferece simulações de matemática e ciências, totalmente gratuito e com garantia de eficácia educacional, tendo como objetivo incentivar a investigação científica e usar conexões com o mundo real. Sendo assim, contribui com diversas simulações científicas que podem ser utilizadas de modo didático. Em relação ao estudo da velocidade, aceleração, deslocamento e tempo, o experimento chamado Movimento¹ dispõe ferramentas poderosas para o estudo.

Portanto, o simulador oferece um cenário, com um personagem disposto no centro, marcações no chão, para representar a distância do centro até o ponto de deslocamento, e dois muros, que definem as limitações do espaço, conforme a Figura 3.



Fonte: Phet, 2022.

¹Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man&locale=pt>

A partir do menu disposto abaixo da fita métrica da imagem, se pode definir valores para posição, velocidade e aceleração. Para que a simulação reproduza, deve-se clicar na seta azul. A partir desse experimento, é possível analisar de maneira mais detalhada os fenômenos físicos e como ocorrem. Já que a ferramenta disponibiliza que a experimentação seja retrocedida, pontos em específicos podem ser explorados.

Depois de realizado o experimento e a simulação será feito um exercício de fixação com a finalidade de analisar o conhecimento adquirido pelos estudantes, o mesmo contém cinco questões e aborda o que foi visto no experimento, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário de sugestão sobre introdução a cinemática

1. Qual a definição de movimento?
2. Qual a diferença entre trajetória e deslocamento?
3. Se esse carrinho percorrer a uma velocidade de 5m/s uma distância de 100m, quanto tempo ele irá levar?
4. Qual a relação entre deslocamento e tempo?
5. O que você entendeu a respeito desse experimento?

Fonte: Autoria própria, 2022.

4.2 Segundo Experimento: Movimento Retilíneo Uniforme

O segundo experimento aborda o conteúdo Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), é denominado uniforme já que sua velocidade escalar é constante com o passar do tempo e diferente de zero. Um exemplo dessa aplicação é quando ocorre uma viagem em uma estrada plana e reta, cujo velocímetro indica sempre o mesmo valor no velocímetro.

Geralmente, esse tipo de conceituação é utilizada para interpretar a velocidade de uma partícula em relação ao tempo e distância percorrida. Sendo uma gama de interpretações, o experimento busca ajudar que o aluno a compreender o

conceito de velocidade constante e variações de espaço em intervalos de tempo iguais. Nesse caso, a Tabela 2 representa quais materiais serão necessários.

Tabela 2 - Materiais do segundo experimento

| Itens | Quantidade |
|---|------------|
| Mangueira transparente com comprimento maior que 1,0 metro. | 1 |
| Caneta hidrográfica | 1 |
| Pedaço de madeira de 120 cm | 2 |
| Cronômetro | 1 |
| Fita adesiva | 1 |
| Elástico para dinheiro | 1 |
| Trena ou fita métrica | 1 |
| Água | 1 |
| Bloco de madeira (10 cm x 13 cm x 14 cm) | 1 |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Começa-se juntando os pedaços de madeira com os elásticos, ou fita, e apoia-se no bloco de madeira, de maneira que fique parecendo uma gangorra, conforme exposto pela Figura 4. Em seguida, se deve dobrar uma das extremidades da mangueira e amarrar firmemente com o elástico de dinheiro, de forma que fique bem tampada.

Figura 4 - Organização dos materiais



Fonte: Autoria própria, 2022.

Logo após, deve-se colocar água para encher a mangueira, deixando aproximadamente 1 cm sem água para que se forme uma bolha de ar. Assim, se

deve dobrar novamente a outra extremidade da mangueira e prender com o elástico de dinheiro para que a água não vaze. Fixando a mangueira no meio das madeiras com a fita adesiva e, com a caneta hidrográfica e a trena, fazer marcações a cada 10 cm (dando um desconto na primeira marcação, para garantir que a bolha entre em MRU), conforme a Figura 5.

Figura 5 - Realização do experimento.

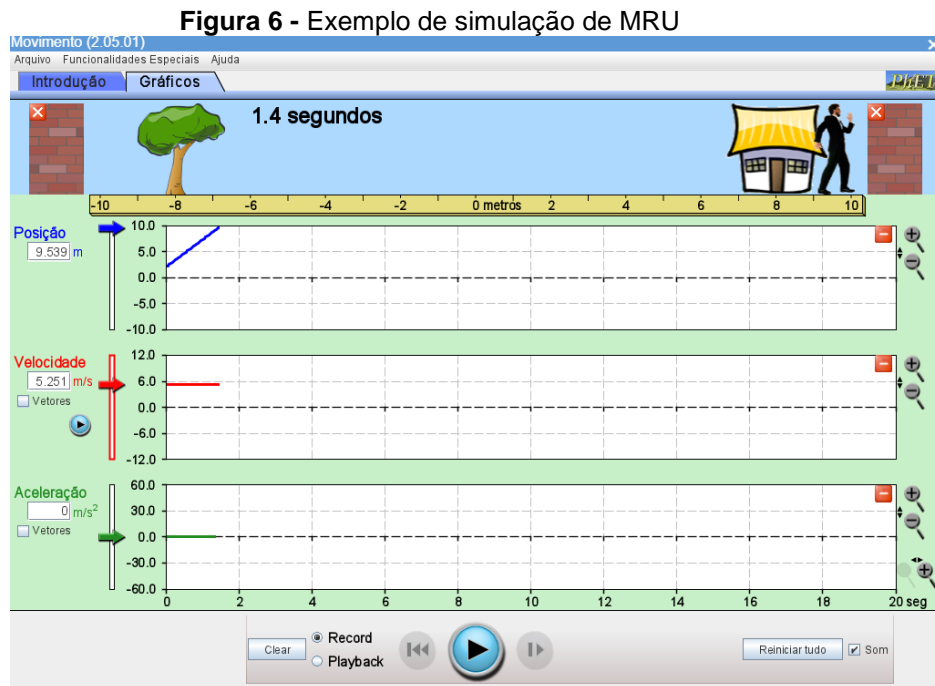


Fonte: Autoria própria, 2022.

Partindo disso, se coloca bloco e os pedaços de madeira sobre uma superfície plana, tendo um de seus lados posicionado para baixo, para que a bolha se desloque da parte mais baixa para a mais alta da mangueira. Cronometrando o tempo de deslocamento da bolha, deve-se acionar o temporizador quando a bolha passar pela primeira marcação. Para maior precisão no resultado, se recomenda repetir algumas vezes o mesmo procedimento.

Com o uso do simulador Phet, a atividade nomeada Movimento² pode contribuir significativamente para a aprendizagem. Nesse caso, como se trata do movimento retilíneo uniforme, não deve existir aceleração, consoante o exemplo da Figura 6.

²Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man&locale=pt>



Fonte: Phet, 2022.

Nesse exemplo, os gráficos representam que a velocidade permaneceu constante enquanto o personagem se movia. Também, foi representado o valor do tempo demorado para chegar até a extremidade da imagem. Assim, se pode analisar experimentalmente o funcionamento do movimento retilíneo uniforme.

Após a realização do experimento e a simulação será feito um exercício de fixação com a finalidade de analisar o conhecimento adquirido pelos estudantes, o mesmo contém cinco questões e aborda o que foi visto no experimento sobre o MRU, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Questionário de sugestão sobre movimento retilíneo uniforme

1. O que você entende por velocidade constante?
2. Quais conceitos envolvem esse experimento?
3. Suponha que a gota de água percorra uma distância de 150cm em 5s, determine a sua velocidade média.
4. Você consegue identificar esse movimento no seu cotidiano? Cite exemplos.
5. O que você entendeu a respeito desse experimento?

Fonte: Autoria própria, 2022.

4.3 Terceiro Experimento: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Neste terceiro experimento será abordado o conteúdo Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), a qual é um assunto visto posterior ao MRU. Portanto, destaca-se a importância do aluno ter compreendido o conteúdo anterior, já que o conhecimento é construído. Esse movimento é dito variado, pois sua velocidade escalar varia no decorrer do tempo, logo, a aceleração escalar é constante e diferente de zero. A partir desse aprendizado, o experimento ajuda o aluno a compreender o conceito de aceleração constante.

Se destaca existirem dois tipos de movimento, sendo o acelerado e retardado. No primeiro caso, o elemento se move e, para qualquer instante de tempo, a velocidade é sempre positiva e a aceleração é constante. Já no segundo caso, ocorre quando o objeto móvel muda de sentido durante o percurso, exibindo velocidade negativa. De modo a explorar essas conceituações, a Tabela 3 representa os materiais necessários para o experimento.

Tabela 3 - Materiais do terceiro experimento

| Itens | Quantidade |
|---|------------|
| Elásticos (ligas) | 2 |
| Fita métrica | 1 |
| Fita transparente | 1 |
| Esfera de rolamento (preferencialmente uma esfera grande) | 1 |
| Bloco (10 cm x 13 cm x 14 cm) | 1 |
| Cabos de vassoura de 120 cm | 2 |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para montagem, inicia-se colocando o bloco em uma das extremidades dos cabos, de modo a elevar um dos lados. A inclinação deve ser suficiente para a esfera de rolamento poder atingir um movimento acelerado, que não seja muito rápido, conforme exposto pela Figura 7.

Figura 7 - Inclinação dos cabos

Fonte: Autoria própria, 2022.

Uma vez familiarizado com o movimento, se poderá observar que à medida que a esfera desce e o tempo transcorre, a velocidade da bola vai aumentando. Logo, a relação das variações destas duas grandezas (velocidade e tempo) chama-se aceleração. Aliás, é importante mencionar que a relação distância/tempo vai aumentando em cada intervalo de tempo de dois ou três segundos, assim, o aluno ou professor pode gravar o movimento de descida com um celular e o analisar em câmera lenta, conforme a Figura 8.

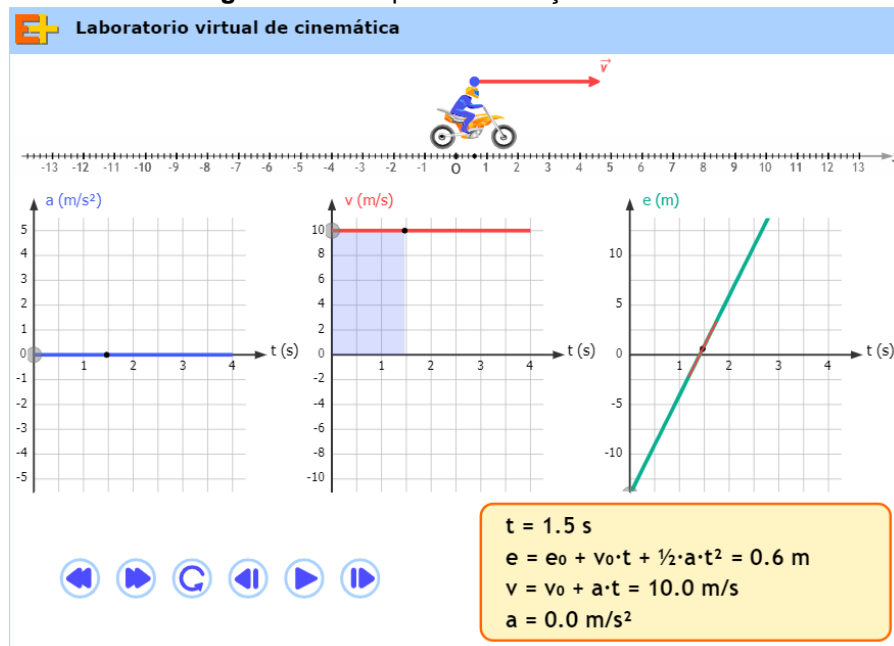
Figura 8 - Realização do experimento

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para auxiliar na compreensão desse assunto, o Laboratório Virtual de Cinemática³ pode contribuir significativamente. Nesse caso, o simulador conta com um personagem em cima de uma moto, posicionado numa distância que pode ser determinada pelo usuário. Conforme os dados da velocidade e distância se alteram, pode-se acompanhar o desenvolvimento da aceleração. Ademais, para contribuir com o entendimento, o simulador fornece a função de Torricelli, segundo a Figura 9.

³Disponível em: <https://www.educaplus.org/game/laboratorio-virtual-de-cinematica>

Figura 9 - Exemplo de simulação de MRUV



Fonte: Educaplus.org, 2022.

Feito o experimento e a simulação, será aplicado um exercício de fixação com a finalidade de analisar o conhecimento adquirido pelos estudantes, o mesmo contém cinco questões e aborda o que foi visto no experimento sobre MRUV, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Questionário de sugestão sobre movimento retilíneo uniformemente variado

1. Qual a definição de aceleração?
2. Imagine que a bolinha se deslocou a uma distância de 200m em 20 s, determine sua aceleração.
3. Qual a relação entre aceleração, velocidade e distância?
4. Cite exemplos do seu dia a dia onde você observa o MRUV.
5. O que você entendeu a respeito desse experimento?

Fonte: Autoria própria, 2022.

4.4 Quarto Experimento: Movimento Circular Uniforme

O quarto experimento trata-se do conceito de Movimento Circular Uniforme (MCU), isto é, todo movimento de trajetória circular em que a velocidade escalar, linear ou angular difere de zero e é constante. Esse experimento pretende que o discente compreenda o conceito de velocidade linear e angular, movimento circular, frequência e período. Para isso, a Tabela 4 representa os materiais necessários e suas respectivas quantias.

Tabela 4 - Materiais do quarto experimento

| Itens | Quantidade |
|---------------------|------------|
| Sacola plástica | 1 |
| Garrafa de plástico | 1 |
| Tesoura | 1 |
| Fio de nylon | 1 |
| Arame | 1 |
| Recipiente com água | 1 |
| Folhas de caderno | 15 |

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para representar um gira-gira, se deve amassar algumas folhas de papel e colocá-las dentro da sacola plástica. Para fechar a sacola, o arame deve ser amarrado em volta da abertura. A Figura 10 demonstra os materiais dispostos e a esquematização do projeto.

Figura 10 – Materiais necessários



Fonte: Autoria própria, 2022.

Posteriormente, se deve amarrar o fio de nylon no recipiente com água e juntar com a garrafa de plástico. Depois, deve-se juntar o conjunto à sacola plástica com papel, formando o gira-gira, conforme a Figura 11. Nesse caso, conforme a movimentação do projeto ocorre, o movimento circular uniforme pode ser prestigiado.

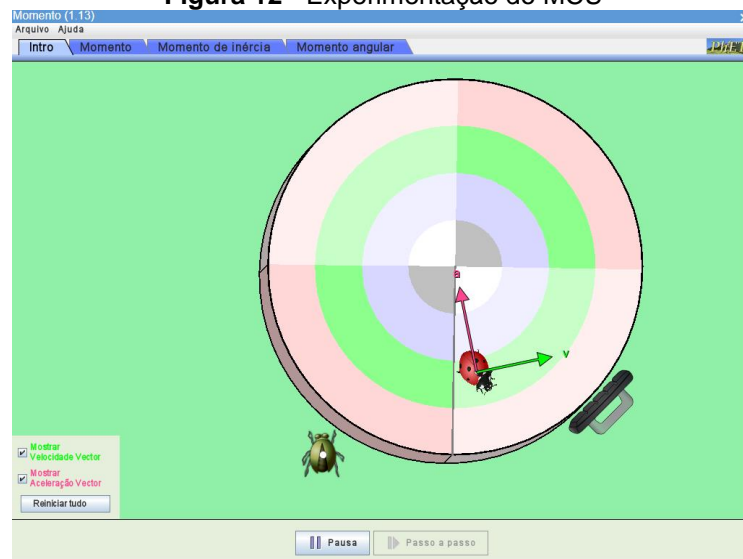
Figura 11 - Realização do experimento



Fonte: Autoria própria, 2022.

O simulador capaz de realizar tal experimento é desenvolvido pelo Phet, e chama-se Momento⁴. Nessa experimentação, há uma joaninha em cima de uma esfera, com o clique do usuário é possível iniciar a movimentação. Assim, são demonstrados os vetores relativos à aceleração e velocidade, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Experimentação do MCU



Fonte: Phet, 2022.

⁴Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/torque>

Depois de realizado o experimento e a simulação será feito um exercício de fixação com a finalidade de analisar o conhecimento adquirido pelos estudantes, o mesmo contém cinco questões e aborda o que foi visto no experimento sobre MCU, conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Questionário de sugestão sobre movimento circular uniforme

1. O que você compreendeu a respeito de velocidade linear e angular?
2. Quais conceitos envolvem esse experimento?
3. O movimento circular é visto no dia a dia? Cite exemplos.
4. Supondo que o diâmetro da bolinha de papel do experimento feito mede 0,10m, e gira com uma frequência de 14Hz, determine a velocidade linear e angular.
5. O que você entendeu a respeito desse experimento?

Fonte: Autoria própria, 2022.

4.5 Quinto Experimento: Vetores

Um vetor é constituído de módulo, direção e sentido, utilizado na física para representar as grandezas vetoriais, com isso, esse último experimento surgiu visando mostrar que forças são grandezas físicas e vetoriais, pois dependem da intensidade, direção e do sentido da aplicação. Perante ao proposto, a Tabela 5 constitui a quantidade de materiais necessários para sua realização.

Tabela 5 - Materiais do quinto experimento

| Itens | Quantidade |
|---|------------|
| Pedaços de corda: um de uns 50 cm, outro de 1,5 m e o terceiro de 3 m. De preferência a uma corda de fácil manuseio, e não mais do que um centímetro de diâmetro. | 3 |
| Pedaços de barbante: um de 1,5 e outro de | 2 |

3 m.

Livro grosso ou sacola com peso
equivalente. Massas de 1 a 3 kg.

1

Fonte: Aatoria própria, 2022.

Amarrando o livro na ponta da corda menor (de 50 cm), em seguida, juntando a outra ponta na metade da corda maior (de 1,5 m para uma pessoa ou a de 3 m para duas pessoas). A partir disso, deve-se segurar as pontas do barbante junto das pontas da corda maior, conforme a Figura 12.

Figura 13 - Esquema de montagem



Fonte: Aatoria própria, 2022.

Esse experimento consiste em provar não haver como anular a força peso, uma força vertical, aplicando forças horizontais. É possível verificar isso, pois o propósito é deixar a corda maior totalmente esticada em linha reta na horizontal abrindo os braços e puxando-a pelas pontas, segundo a Figura 13. Prendendo um livro grosso à ponta da corda menor, e também a outra ponta ao meio da corda maior, para que se tenha referência se a corda está esticada, deve segurar um barbante junto das pontas da corda, tentando esticar a corda de tal maneira que ela encoste no barbante.

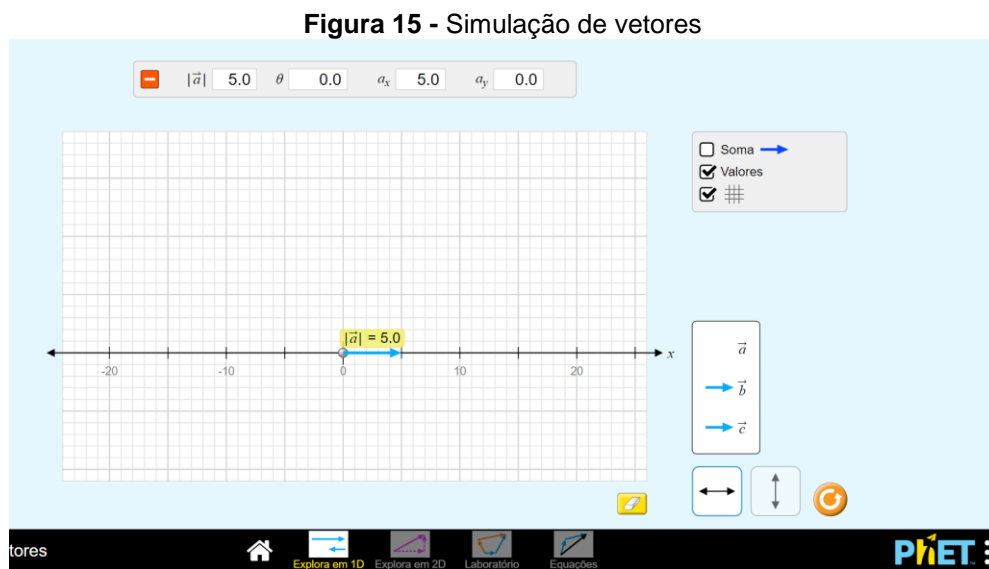
Figura 14 - Realização do experimento



Fonte: Aatoria própria, 2022.

Há como se fazer o experimento com mais pessoas usando desta vez uma corda ainda maior, da ordem de uns dois e meio a três metros de comprimento, de modo a servir como um cabo de guerra com uma pessoa de cada lado da corda.

De modo mais esquemático, o simulador Adição de Vetores⁵ permite que essa prática seja analisada. Partindo de diferentes oportunidades, o simulador apresenta opções para estudo, desde exploração em uma dimensão, duas dimensões, laboratório para aprendizagem livre, e aba de equações, para compreensão do cálculo, segundo a Figura 15.



Fonte: Phet, 2022.

Com o experimento e a simulação feita, será aplicado um exercício de fixação com a finalidade de analisar o conhecimento adquirido pelos estudantes, o mesmo contém cinco questões e aborda o que foi visto no experimento sobre vetores, conforme mostra o Quadro 5.

⁵ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/vector-addition>

Quadro 5 – Questionário de sugestão sobre vetores

1. O que você entende por vetor?
2. Quais conceitos envolvem esse experimento?
3. Onde podemos aplicar vetor no dia a dia?
4. Cite alguns exemplos de grandezas vetoriais.
5. O que você entendeu a respeito desse experimento?

Fonte: Autoria própria, 2022.

5 CONCLUSÃO

Diante disso, entende-se que a realização de experimentos como os propostos neste trabalho pode ser amplamente útil no processo de ensino-aprendizagem da Física, uma vez que permitem conectar o conhecimento teórico com a prática e, por consequência, permitem melhor fixação do conteúdo. Essa fixação pode proporcionar interesse genuíno pela Física sem a necessidade de decorar equações e definições para outras atividades como provas.

Ainda, durante a realização dessas atividades, há maior interação entre os alunos e o professor, trabalhando valores como colaboração e trabalho em equipe, tais valores podem ser valiosos para contextos que vão além da sala de aula.

São experimentos de baixo custo e não exigem grandes preparos, embora exijam certa criatividade para adequar aos conteúdos, portanto, outras disciplinas do Ensino Médio também se beneficiam de sua realização, de tal modo que o processo de ensino-aprendizagem no modelo tradicional tende a ceder cada vez mais espaço para outras metodologias, apesar dos obstáculos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. D., *et al.* **O mal-estar docente no ensino de física: perspectivas e desafios.** Research, Society and Development, v. 9, n. 6, p. e106963265-e106963265, 2020.
- ALVES SILVA, J. N.; VASCONCELOS NETO, J. A. D.; XIMENES, C. A. P.; MORAIS, A. C. S. **A experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 102473–102485, 2020.
- BARROSO, M. F., RUBINI, G., SILVA, T. **Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 4, 2018.
- BEZERRA, D. P.; E. C. S.; GOMES E. S. N.; MELO, T. C. **A evolução do ensino da física – perspectiva docente.** Scientia Plena, v.5, n.9, p.12-20, 2009.
- BORTOLETTI, M. **O que é uma metodologia ativa e como ela melhora o ensino-aprendizagem,** UNIFSA, 2021. Disponível em: <<https://ead.unifsa.com.br/blog/metodologia-ativa>> Acesso em set de 2022.
- BORTOLETTI, M. **5 exemplos de metodologias ativas que todo professor precisa conhecer.** Universidade de Caxias do Sul, 2022. Disponível em: <<https://ead.ucs.br/blog/exemplos-de-metodologias-ativas>> Acesso em set de 2022.
- DUARTE, S. M. **Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar.** Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018.
- GARCIA STOLL, V.; CARVALHO BICA, A.; COUTINHO, C.; DA ROSA OSÓRIO, T. A. **Experimentação no Ensino de Ciências: um Estudo no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.** Revista Insignare Scientia - RIS, v. 3, n. 2, p. 292-310, 25 ago. 2020.
- GOMES, C. S. R., *et al.* **A matemática básica como ferramenta indispensável no ensino de física.** Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/58622>>. Acesso em 24 ago 2022.
- INÁCIO, E. K. O.; DE MENEZES, C. F. C.; DE OLIVEIRA NETO, F. A. **Superdotação e método Montessori: contrapondo a metodologia tradicional.** In: IV Congresso Internacional de Educação Inclusiva. IV Cintedi. p. 1-14. 2020.
- KRÜGER, L. M; ENSSLIN, S. R. **Método tradicional e método construtivista de ensino no processo de aprendizagem: uma investigação com os acadêmicos da disciplina contabilidade III do curso de ciências contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina.** Organizações em Contexto, v. 9, n. 18, p. 219-270,

2013.

LIMA, L. C. **História da Física**. Instituto Nacional de Pesquisa e Estatística, 2019.

LOSS, L.; MACHADO, M. de L. **Pressupostos teóricos e metodológicos da disciplina de física: experiências didáticas**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física Rio de Janeiro, 2005. Disponível: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0210-2.pdf>>. Acesso em 23 ago 2022.

MEES, A. A. **Implicações das teorias de aprendizagem para o ensino de física**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em:< <http://www.if.ufrgs.br/cref/amees/teorias.htm>> Acesso em 23 de ago 2022.

NASCIMENTO, M. M. **O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 42, 2020.

NETO, J. G. P.; PARENTE, N. N. **Contribuições e preferências da experimentação no ensino de física: o que dizem os estudantes do ensino fundamental**. In: V CONEDU Congresso Nacional de Educação, 2018.

OLIVEIRA, A. **Física no cotidiano**. Ciência Hoje, 2020. Disponível em: <<https://www.cienciahoje.org.br/coluna/fisica-no-cotidiano/>> Acesso em set de 2022.

OLIVEIRA, E. H., SANTOS, B. M., SILVA, M. C., JUNIOR, E. B. M. **A técnica de aprendizagem de Richard Feynman como método de ensino de física**. I Congresso de Física do Acre. V. 5, Supl. I, 2018.

PAIVA, M. R.; FEIJÃO PARENTE, J. R.; ROCHA BRANDÃO, I.; BOMFIM QUEIROZ, A. H. **Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Revisão Integrativa**. Sanare - Revista de Políticas Públicas, v. 15, n. 2, 2018.

PRASS, A. R. **História e Epistemologia da Física**. FisicaNet, 2018. Disponível em: <1nq.com/EfRXv> Acesso em set de 2022.

PUGLIESE, R. M. **A história da física e a física escolar: incoerências entre a ciência e o ensino**. Khronos, Revista de História da Ciência, n.4, p. 32-44. 2017.

SANTOS, C. A. B. **A formação dos professores que ensinam física no ensino médio**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, Brasil, 2012.

https://phet.colorado.edu/pt_BR/