



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA**

MARIA GERTRUDES DA ROCHA

**O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON A PARTIR DE UMA OFICINA DE
CONSTRUÇÃO DE FOGUETES**

**CAMPINA GRANDE
2024**

MARIA GERTRUDES DA ROCHA

**O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON A PARTIR DE UMA OFICINA DE
CONSTRUÇÃO DE FOGUETES**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduando em Licenciatura em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientadora: Profa Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

R672e Rocha, Maria Gertrudes da.
O ensino da Terceira Lei de Newton a partir de uma oficina de construção de foguetes [manuscrito] / Maria Gertrudes da Rocha. - 2024.
33 f. : il. color.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.
"Orientação : Prof. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Departamento de Física - CCT".
1. Experimentação. 2. Oficina. 3. Residência Pedagógica.
4. Ensino de Física. I. Título

21. ed. CDD 371.39

MARIA GERTRUDES DA ROCHA

O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON A PARTIR DE UMA OFICINA DE
CONSTRUÇÃO DE FOGUETES

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduando em Licenciatura em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em: 21/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado eletronicamente por:

- **Janaina Guedes da Silva** (**.153.304-**), em **26/11/2024 20:32:45** com chave **bd64344aac4e11efa01906adb0a3afce**.
- **Renally Gonçalves da Silva** (**.477.534-**), em **26/11/2024 20:06:55** com chave **21339c6cac4b11efba312618257239a1**.
- **Ana Raquel Pereira de Ataíde** (**.970.704-**), em **26/11/2024 20:01:27** com chave **5dd0fc38ac4a11efad541a7cc27eb1f9**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Termo de Aprovação de Projeto Final

Data da Emissão: 27/11/2024

Código de Autenticação: 1eefc0



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	05
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	06
2.1	Atividade Experimental no Ensino de Física.....	06
2.1.1	<i>Oficina no ensino de física.....</i>	07
3	METODOLOGIA.....	09
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	11
4.1	Elaboração da Proposta de Ensino.....	11
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
	REFERÊNCIAS.....	18
	APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	20
	APÊNDICE B – ROTEIRO DA BASE DE PROPULSÃO.....	23
	APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETE DE GARRAFA.....	29

O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON A PARTIR DE UMA OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE FOGUETES

TEACHING NEWTON'S THIRD LAW THROUGH A ROCKET BUILDING WORKSHOP

Maria Gertrudes da Rocha¹

RESUMO

Este trabalho refere-se à aplicação de uma proposta de ensino em formato de oficina pedagógica, que utiliza a experimentação como metodologia para promover um ensino de qualidade, fundamentada na interdisciplinaridade, nas habilidades dos estudantes e no protagonismo. O estudo foi realizado no terceiro bimestre em duas turmas de 1º ano do ensino médio, na escola Cidadã Integral Técnica (ECIT) Prof. Bráulio Maia Júnior, localizada no município de Campina Grande, Paraíba. O objetivo desse trabalho é apresentar e relatar a aplicação de uma proposta de ensino para abordar a Terceira Lei de Newton através de uma oficina de construção e lançamento de foguete de garrafa PET. Neste contexto, a oficina é uma ferramenta que possibilita analisar a potencialidade das atividades experimentais como estratégias para o engajamento dos estudantes no ensino de Física. A inserção da experimentação no contexto da escola pública possibilitou o desenvolvimento tanto das habilidades motoras quanto do pensamento crítico-reflexivo dos estudantes, promovendo um ambiente de aprendizagem mais ativo e participativo. Essa abordagem pedagógica contribuiu para a assimilação de conceitos físicos, estimulando os estudantes a aprimorarem suas capacidades de observação e experimentação, bem como a colaboração em grupo e a aplicação prática do conhecimento teórico adquirido em sala de aula. Por outro ângulo, a proposta apresentada poderá servir como exemplo para professores que utilizam abordagens diferenciadas nas suas aulas numa perspectiva de minimizar o desinteresse dos estudantes frente às abordagens convencionais no Ensino de Ciências da Natureza e mais especificamente nos referentes aos conhecimentos da Física. Por fim, concluiu-se que a experimentação em formato de oficina contribuiu de maneira relevante para aprimoramento das habilidades dos estudantes, bem como para o estímulo do interesse destes pelo ensino da Física.

Palavras-chave: experimentação; oficina; residência pedagógica; ensino de física.

ABSTRACT

This study refers to the application of a teaching proposal in the form of a pedagogical workshop, which uses experimentation as a methodology to promote quality teaching, based on interdisciplinarity, students skills and protagonism. The study was carried out in the third semester in two classes of 1st year of high school, at the Escola Cidadã Integral Técnica (ECIT) Prof. Bráulio Maia Júnior, located in the city of Campina Grande, Paraíba. The objective of this study is to present and report the application of a teaching proposal to address Newton's Third Law through a workshop on building and launching a rocket from a PET bottle. In this context, the workshop is a tool that makes it possible to analyze the potential of experimental activities as strategies for engaging students in the teaching of physics. The inclusion of experimentation in the context of public schools enabled the development of both motor skills and critical-reflective thinking of students, promoting a

¹ Aluna de Graduação no curso Licenciatura em Física na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I. E-mail: gertrudescg@gmail.com

more active and participatory learning environment. This pedagogical approach contributed to the assimilation of physical concepts, encouraging students to improve their observation and experimentation skills, as well as group collaboration and the practical application of theoretical knowledge acquired in the classroom. From another perspective, the proposal presented could serve as an example for teachers who use different approaches in their classes in order to minimize students' lack of interest in conventional approaches to teaching natural sciences and more specifically in physics. Finally, it was concluded that experimentation in a workshop format contributed significantly to improving students' skills, as well as stimulating their interest in teaching physics.

Keywords: experimentation; workshop; pedagogical residency; physics teaching.

1 INTRODUÇÃO

A educação básica encontra-se em processo de adaptação, exigindo dos educadores da área de ciências da natureza uma constante reavaliação dos métodos de ensino para atender às exigências da nova geração. Kawamura e Hosoume (2003), destacam que o discurso educacional no Ensino Médio, tem sido significativamente transformado pela introdução de conceitos como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades. Embora esses termos estejam se tornando mais compreensíveis, sua aplicação prática em sala de aula ainda enfrenta desafios consideráveis, como a dificuldade em conectar os conceitos teóricos à realidade dos estudantes e a necessidade de metodologias ativas que favoreçam o engajamento. Nesse contexto, os conhecimentos da física, essenciais para a compreensão das especificidades naturais, podem ser trabalhadas por meio de estratégias planejadas, como experimentos práticos, oficinas pedagógicas e projetos interdisciplinares. Essas abordagens não são apenas direcionadas para a formação científica dos estudantes, mas também promovem o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como o trabalho em equipe, a empatia e responsabilidade ambiental, ao estimular a colaboração, a reflexão crítica e a conscientização sobre questões sociais e ambientais.

O processo de ensino vai além da simples transmissão de conhecimento, envolvendo a capacidade do professor de promover a assimilação dos conteúdos pelos estudantes. Conforme Tardif (2002), os saberes que fundamentam o ensino não se limitam a conteúdos específicos ou a um conhecimento especializado. Dessa forma, é imperativo que os professores atuem como investigadores e facilitadores da aprendizagem, promovendo atividades práticas que tornem os estudantes agentes ativos nesse processo.

O professor pode escolher diferentes abordagens ao propor um experimento, o que resulta em atividades variadas para os estudantes (Séré, Coelho e Nunes, 2003). Um dos modelos pedagógicos que tem se mostrado eficiente é o formato de oficina, no qual os estudantes participam ativamente, tanto no manuseio de materiais quanto no debate e na construção dos protótipos (Braga e Ramos, 2015).

A experimentação em formato de oficina oferece uma oportunidade para desenvolver habilidades de trabalho em equipe e colaboração, uma vez que os estudantes precisam se comunicar e compartilhar ideias para alcançar os objetivos da oficina.

Nesse contexto Mourão, Silva e Sales (2020, p.441), enfatizam que:

As oficinas de estudo tratam-se de um conjunto de atividades que está fundamentada na realização de tarefas coletivas, por intermédio da investigação, ação e reflexão que irão promover as mudanças desejadas por tratar-se de uma metodologia que se diferencia do modelo tradicional de ensino.

Andrade e Teixeira (2017, p.2), afirmam que “a oficina de experimentos de física com

materiais de baixo custo é uma boa oportunidade para transpor aulas tradicionais, em busca da inovação do conhecimento”. Isso também proporciona aos estudantes a oportunidade de se dedicarem à disciplina de Física, pois fortalece a construção do conhecimento por meio da prática experimental.

Este trabalho relata as atividades realizadas em duas turmas da primeira série do ensino médio, no âmbito do Programa Residência Pedagógica (PRP), vinculado ao subprojeto de Física da UEPB. Durante o intervalo de tempo de vigência do subprojeto, implementamos uma proposta de ensino com finalidade de investigar como uma oficina afeta a compreensão dos conceitos da Terceira Lei de Newton. Com isso, o objetivo desse trabalho é apresentar e relatar a aplicação de uma proposta de ensino para abordar a Terceira Lei de Newton através de uma oficina de construção e lançamento de foguete de garrafa PET. Neste contexto, a oficina é uma ferramenta que possibilita analisar a potencialidade das atividades experimentais como estratégias para o engajamento dos estudantes no ensino de física.

O intuito é identificar de que maneira a oficina pedagógica pode contribuir para o desenvolvimento do ensino de Física. Assim, buscamos compreender como a aplicação de uma oficina de construção e lançamento de foguetes pode contribuir para ensino e compreensão da Terceira Lei de Newton pelos estudantes. Esta pesquisa fundamenta-se na necessidade de preencher lacunas existentes no conhecimento sobre a aplicação didática da Terceira Lei de Newton, visando à sua inserção de forma relevante no contexto educacional. Almeja-se que a produção da oficina possa contribuir tanto para os docentes em termos de material instrucional quanto para o reforço da base científica dos estudantes do ensino médio. Espera-se, com isso, promover transformações positivas no ensino de Física, em consonância com as demandas contemporâneas da educação científica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) representa um documento de suma importância para a configuração do currículo da educação básica no Brasil. Ela estabelece as próprias competências e habilidades que os estudantes devem adquirir ao longo de sua trajetória educacional na escola.

Isso pode se materializar por meio de projetos que incorporem a utilização de materiais de custo acessível, permitindo assim, que os estudantes do novo ensino médio desenvolvam habilidades práticas.

De acordo com Andrade e Teixeira (2017), ao incentivar a realização de atividades práticas e experimentais de ciências naturais em diferentes etapas da educação, o professor propicia ao estudante a habilidade de relacionar o conhecimento científico com situações cotidianas, desperta a curiosidade e o interesse pelo aprendizado, estimula a capacidade de investigação, ensina métodos sistemáticos para a coleta precisa de dados e proporciona o conhecimento de diversas maneiras de analisar e interpretar os resultados.

Diante disso, as atividades experimentais possibilitam o aprimoramento dos docentes e fortalece a ligação entre professor e estudante, conferindo ao estudante maior liberdade de expressão e autonomia na tomada de decisões. Permitir que o estudante seja o protagonista da realização de um projeto desenvolve sua capacidade de liderança e potencializa suas habilidades para futuras pesquisas. Segundo Séré, Coelho e Nunes (2003) o estudante é capacitado a tomar decisões na investigação e na análise dos resultados, sendo capaz de questionar o mundo, manipular modelos e desenvolver métodos, desde que participe ativamente dessa dinâmica de decisão e escolha, além da inter-relação entre teoria e experimento.

2.1 Atividade Experimental no Ensino de Física

As atividades experimentais no ensino de Física podem apresentar variações significativas em termos de forma e complexidade. Elas permitem que os estudantes observem os conceitos em ação, aprimorem suas habilidades de observação e experimentação, e adquiram uma compreensão dos fenômenos naturais, apesar das dificuldades enfrentadas pelos docentes na aplicação dessas atividades em sala de aula. Neste sentido, Araújo e Abib (2003), destacam as dificuldades que afetam o ensino de física, e apontam as atividades experimentais como estratégias, consideradas por docentes e discentes, eficazes na mitigação das dificuldades de aprendizagem, além de favorecer um ensino mais significativo e consciente. A proposta se baseia na premissa de que a implementação de práticas experimentais acessíveis contribui para o desenvolvimento de competências docentes, estimulando a capacidade de adaptação e inovação em contextos escolares com recursos limitados. Muitos conceitos físicos podem ser abstratos e difíceis de compreender apenas por meio de teorias.

Segundo Séré, Coelho e Nunes (2003, p. 41), “Para que os alunos se tornem experimentadores, sejam ativos durante a experimentação e construam seu saber ativamente, é preciso propor objetivos conceituais e procedurais”. Nesse contexto, a experimentação desempenha um papel central para transformar os estudantes de ouvintes passivos em participantes ativos, ao estimular a formulação de perguntas, desenvolvimento de hipóteses, a coleta de dados e a análise de resultados. Essas habilidades são essenciais para a consideração de variáveis que possam influenciar os resultados e para a discussão de possíveis erros ou melhorias nos experimentos. Além disso, a experimentação facilita a conexão entre teoria e prática, demonstrando como as leis físicas se aplicam no mundo real.

Sobre a forma de utilizar a experimentação Hoffman, Klieman e Strieder (2018, p.497), ressaltam que:

A essência da experimentação deve superar a mera introdução de práticas no Ensino de Ciências a partir de conceitos teóricos. É fundamental que as atividades sejam contextualizadas, possibilitando a identificação e o confronto dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes, de forma que haja a integração da prática com os conteúdos e permitindo que o estudante participe ativamente do processo.

Diante do exposto, as atividades experimentais emergem como recurso pedagógico que se integra ao processo de ensino e aprendizagem e facilita a troca de informações entre estudantes e professores. Assim, o tempo dedicado pelo docente à discussão das observações e das conclusões dos experimentos torna-se tão relevante quanto à própria execução experimental. Focar exclusivamente na redação dos relatórios, sem considerar as opiniões e reflexões dos estudantes sobre as atividades realizadas, pode limitar o potencial dessas práticas em consolidar o conhecimento. Portanto, ouvir e valorizar as perspectivas dos estudantes contribui significativamente na fixação do conteúdo, sem demandar tempo excessivo.

Neste sentido, Andrade (2022, p.43), destaca:

Ao apresentarem-se formatos diversos de se conduzir a avaliação de atividades experimentais, pretende-se superar formas tradicionais de avaliação (relatório e provas escritas), para buscarmos formatos mais diversificados e efetivos, a exemplo dos Diagramas V, mapas conceituais e gravações de áudio e de vídeos.

Ao diversificar as atividades e as abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no estudante uma nova motivação e um novo interesse para as atividades experimentais (Séré, Coelho e Nunes, 2003).

2.1.1 Oficina no Ensino de Física

No ensino de física, as oficinas têm como objetivo o desenvolvimento de habilidades, a construção de conhecimentos e a facilitação da compreensão de conceitos físicos por meio de atividades experimentais. Ademais, essas oficinas podem ser adaptadas para diferentes faixas etárias e níveis de conhecimento, possibilitando a participação de todos os envolvidos conforme suas capacidades.

A oficina pedagógica configura-se como uma atividade de ensino e aprendizagem que envolve a prática e a participação ativa dos estudantes em um ambiente colaborativo. Conforme Siqueira (2019, p.33), “a oficina permite um espaço de interações e construção com a participação de todos os envolvidos no processo, contribuindo para a troca de experiências e vivenciais entre professor-aluno e aluno-aluno”. De acordo com Candau (1999), as oficinas se constituem como ambientes propícios para a construção colaborativa do conhecimento, permitindo a análise crítica da realidade, o confronto de ideias e o compartilhamento de experiências. Elas são caracterizadas pela participação ativa dos envolvidos, pela socialização do discurso e pela vivência de situações concretas por meio de métodos como sociodramas, debates de vídeos, análise de eventos e discussões textuais, além de incluir manifestações culturais diversas na sua dinâmica.

A incorporação de oficinas pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem proporciona diversos benefícios inestimáveis aos estudantes, estimulando o aprimoramento das habilidades argumentativas. Esse desenvolvimento é potencializado quando as oficinas são integradas ao uso de tecnologias, que não apenas enriquecem, mas também transformam a dinâmica dessas práticas educativas, tornando-as mais eficazes.

As oficinas pedagógicas buscam integrar a contextualização e a experimentação para facilitar e estimular a motivação pela aprendizagem, contribuindo para aumento do interesse dos estudantes pelas ciências (Mourão, Silva e Sales, 2020).

Segundo Séré, Coelho e Nunes (2003, p.40) “para participar na construção da ciência, o aluno deve apropriar-se de técnicas, “abordagens” e métodos”. Ademais, as oficinas são formas de compartilhamento de conhecimento que podem moldar o interesse do estudante pela ciência. A interdisciplinaridade, nesse contexto, integra diferentes áreas do conhecimento, permitindo que os estudantes relacionem os conteúdos envolvidos às suas experiências e aos desafios do cotidiano. Assim, uma nova concepção surge quando o professor estimula a observação e articula saberes diversos por meio de atividades experimentais, promovendo uma compreensão mais ampla e significativa dos conceitos científicos.

Para Siqueira (2019), a experimentação se apresenta como estratégia funcional para superar desafios no aprendizado, proporcionando aos estudantes a observação direta de fenômenos naturais que, muitas vezes, ocorrem sem que sejam percebidos. Ao tornar esses fenômenos mais acessíveis e compreensíveis, a prática experimental estimula o interesse dos estudantes em aprender física, ao mesmo tempo em que esclarece e aprofunda a compreensão dos conceitos envolvidos.

Silva (2017, p. 11), destaca que:

A preparação de atividades práticas exige tempo e estudo, pois é necessário realizar pesquisas em livros, normas e procedimentos, sobre como realizar tais atividades e levantar o quantitativo de materiais e equipamentos, além de verificar se o espaço disponível é suficiente. Diante de todos estes elementos, o tempo de preparo de uma atividade experimental torna-se maior que o de uma aula tradicional, exigindo mais recursos e dedicação.

A experimentação requer dos educadores um currículo muito extenso, os professores

podem sentir que não têm tempo suficiente para incluir atividades experimentais sem comprometer a cobertura do conteúdo. Além disso, a realização de experimentos envolve riscos, e os professores precisam estar cientes das normas de segurança e garantir que os estudantes sigam essas diretrizes para evitar acidentes.

Julga-se necessário que as oficinas promovam o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o trabalho em equipe e adaptabilidade. Ao colaborar em projetos, os estudantes aprendem a comunicar suas ideias, ouvir diferentes perspectivas e trabalhar juntos para alcançar um objetivo comum. Ressalta-se ainda, que as oficinas desempenham um papel fundamental na integração entre teoria e prática. Frequentemente, os estudantes se sentem desmotivados quando a física é apresentada de forma estritamente teórica, por meio de fórmulas e cálculos.

Segundo Siqueira (2019, p.26):

Essa ausência acarreta em ensino meramente expositivo e sem práticas experimentais, condicionando o aluno ao ensino de física voltado a memorização e aplicação de fórmulas matemáticas, e assim, deixando de desenvolver habilidades e competências, como compreensão, análise e interpretação da natureza.

Desse modo, observa-se que, durante a realização da oficina em sala de aula, muitos estudantes tendem a esperar que todas as atividades práticas sejam divertidas ou espetaculares. Tal expectativa pode levar à frustração caso a atividade não corresponda a essas projeções, ainda que tenha significativo valor educacional. Segundo Silva e Sales (2018, p.29), enfatizam que “vale destacar, que ambas, sem dúvida, são importantes no processo de ensino, todavia, as aulas de Física sem práticas experimentais acabam se tornando enfadonhas e sem motivação”.

Dessa forma, um desafio constante é assegurar que os estudantes consigam ser capazes de estabelecer a conexão entre a prática experimental e os conceitos teóricos da física.

Nesse sentido Siqueira (2019, p. 34), destaca que:

O uso de oficinas pedagógicas traz inúmeros benefícios não só para os alunos, mas também para os educadores, pois, em alguns casos, estes professores não possuem uma grande afinidade com determinadas metodologias de ensino e até mesmo com alguns tópicos conceituais de sua área de formação, de certo forma devido a falhas ao longo de sua formação acadêmica.

O autor ressalta os benefícios das oficinas e relaciona essas práticas a possibilidade de amenizar as deficiências na formação acadêmica, bem como as dificuldades enfrentadas pelos educadores no início de suas carreiras profissionais.

Aplicação da oficina evidencia uma transformação na formação acadêmica nas últimas décadas, resultando em reformas curriculares. Essas mudanças visam capacitar os professores em formação a aplicar, de forma eficaz, as metodologias aprendidas durante sua trajetória acadêmica.

3 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, a qual foca na compreensão profunda de fenômenos, explorando significados experienciais e utilizando técnicas como análise temática, análise de conteúdo, buscando identificar padrões e significados nas respostas dos participantes. De acordo com Gama et al. (2023, p.3) a pesquisa “[...] qualitativa se propõe a interpretar e analisar o uso das experimentações como ferramentas didáticas para o auxílio ao

ensino de ciências”. Para Santos, Piassi e Ferreira (2004), a pesquisa qualitativa revelou-se uma estratégia adequada para o relato, pois permite valorizar os aspectos dinâmicos e interativos presentes na sala de aula. Isso permite que os professores identifiquem suas percepções sobre a importância das atividades experimentais e sua conexão com o desenvolvimento da autonomia.

Considero que o método de experimentação estimula a autonomia, o trabalho em equipe e a aquisição de habilidades práticas, além disso, oferece aos estudantes uma oportunidade singular de vivenciar a aplicação prática de conceitos teóricos em um contexto real. Supõe-se que esse projeto contribuirá significativamente para o fortalecimento do aprendizado em física e para desenvolvimento acadêmico dos estudantes.

A aplicação da proposta no formato de oficina foi conduzida durante a regência em duas turmas da primeira série do ensino médio na escola ECIT Prof. Bráulio Maia Júnior, localizada no município de Campina Grande, Paraíba. Este relato apresenta uma proposta voltada ao uso da experimentação no ensino de física, realizada no 3º bimestre, como parte do Programa da Residência Pedagógica. Ressalta-se que a escola oferece ensino médio em tempo integral e técnico, sendo as turmas designadas para a aplicação da oficina as de Programação de Jogos Digitais.

As turmas foram nomeadas em A e B para realização da oficina. As atividades experimentais foram realizadas separadamente, com cada turma subdividida em cinco equipes. Apresentamos a aula experimental em formato de oficina, onde cada equipe recebeu um roteiro² e teve a oportunidade de escolher o kit experimental para construção de um foguete utilizando garrafas PET. A Terceira Lei de Newton serviu como base para a atividade.

A oficina foi estruturada em três momentos distintos: construção, lançamentos e apresentação dos resultados. As atividades principais associadas a cada etapa estão documentadas na Tabela 1.

² O roteiro detalhado encontra-se no Apêndice A.

Tabela 1 - Atividades realizadas pelos estudantes.

OFICINA
<p>A elaboração da oficina foi organizada em etapas estratégicas, visando estimular o interesse dos estudantes pela ciência, com definição do tema “construção e lançamento de foguete”. A abordagem incluiu a introdução aos princípios da física dos foguetes como: força, as leis de Newton e gravidade, além da apresentação dos materiais necessários e das orientações de segurança para a montagem. A oficina foi estruturada em três momentos principais: construção dos foguetes, lançamentos e discussão dos resultados.</p>
DESENVOLVIMENTO DA OFICINA
<p>O projeto de desenvolvimento da atividade experimental foi planejado utilizando materiais recicláveis, com objetivo de facilitar o acesso para outros professores. Para execução da oficina, os estudantes foram responsáveis pela obtenção dos materiais necessários para a construção dos foguetes, enquanto a residente assumiu a responsabilidade pela base de propulsão. As informações detalhadas sobre o material da base de propulsão estão disponíveis no apêndice.</p>
MOMENTO I
<p>Para construção do foguete utilizando garrafa PET, foi disponibilizado um roteiro com instruções detalhadas, acompanhado de um kit experimental. As turmas foram organizadas em equipes, denominadas A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ e B₁, B₂, B₃, B₄, B₅.</p>
MOMENTO II
<p>Os lançamentos dos foguetes movidos a água pressurizada foram realizados em três etapas, utilizando diferentes volumes de líquido: 200 ml, 250 ml e 500 ml.</p>
MOMENTO III
<p>Para a apresentação dos resultados, as equipes foram orientadas a responder aos seguintes questionamentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) De que forma a terceira Lei de Newton é aplicada no lançamento de um foguete de garrafa PET? 2) 2. Quais são os diferentes fatores que afetam a distância dos lançamentos? 3. Quais foram as principais observações durante o lançamento?

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Elaboração da proposta de ensino

A proposta de atividade experimental, estruturada no formato de oficina, teve como objetivo avaliar a eficácia da experimentação como estratégia pedagógica para o engajamento dos estudantes no ensino de física. O tema selecionado para a atividade foi a Terceira Lei de Newton, buscando identificar o formato mais eficaz para o planejamento e a construção dos conceitos, com ênfase na aplicação de métodos adequados a cada turma. A regência ocorreu no terceiro bimestre em 2023 com a elaboração da oficina, que ocorreu em três momentos estratégicos: construção dos foguetes, lançamento e resultados e discussão. Para realização da oficina foi distribuído um roteiro aos estudantes, e a partir dele, os estudantes tiveram que construir e lançar um foguete de garrafa PET.

Com a redução da carga horária específica de Física no contexto do Novo Ensino

Médio, o tempo disponível para atividades experimentais em sala de aula tornou-se mais limitado. Diante dessa restrição temporal, sugere-se que a construção da base de propulsão³ dos foguetes, utilizada na oficina, seja realizada pelos professores, permitindo que os estudantes foquem na construção dos foguetes e na execução do experimento.

Momento 1: Construção de foguete

No primeiro momento, foi realizada a distribuição do roteiro e dos materiais necessários para a construção do foguete. As equipes foram orientadas a seguir o roteiro para construir o foguete, com a proposta de desenvolver uma estratégia que otimize o desempenho durante o lançamento. Durante a montagem, as equipes deverão trabalhar de forma autônoma, sem intervenção ou auxílio da professora. Neste contexto da montagem, surgiram questionamentos previamente planejados para estimular a reflexão e o aprendizado, como:

Qual é o peso ideal para confecção do pico do foguete? Os materiais poderiam ser substituídos?

A₅ – *O peso ideal seria aproximadamente 54 gramas para não afetar a estabilidade do foguete. Portanto, é importante determinar o peso ideal para o foguete decolar. Além disso, há a possibilidade de substituição dos materiais utilizados, por exemplo, pasta de plástico por papelão e a água por produtos químicos.*

A₂ – *Não pesamos os materiais, porque nenhum membro da equipe seguiu o roteiro. Já os materiais podem ser substituídos, por exemplo, o pico de plástico pode ser trocado por papelão, mas não terá durabilidade nos lançamentos.*

B₄ – *O peso ideal é semelhante ao volume de um ovo médio. Sim, podemos substituir alguns materiais, por exemplo, o balão por sacola de plástico e também trocar as aletas de plástico por papelão.*

Quais as habilidades matemáticas foram preciso para construir o foguete?

A₅ – *Para garantir que o corpo do foguete seja capaz de atingir a altura desejada, precisamos considerar a massa total do foguete e calcular seu peso de acordo com as leis da física.*

A₃ – *Para construir o corpo do foguete, precisamos considerar a trajetória desejada e calcular a velocidade necessária para alcançar essa trajetória, levando em conta fatores como a resistência do ar e a gravidade.*

B₄ – *Noção de medida e alguma habilidade artesanal podem ajudar para a construção do corpo do foguete.*

Essas perguntas foram propostas durante a fase inicial da atividade, enquanto as equipes planejavam suas montagens. Além de fornecer um momento de análise crítica, as questões incentivaram os estudantes a considerar os fatores que poderiam afetar o desempenho do foguete e as alternativas de exploração dentro das limitações dos materiais disponíveis. A intenção principal foi fomentar a compreensão dos conceitos físicos envolvidos, como velocidade, aerodinâmica e resistência dos materiais, bem como o pensamento científico e a tomada de decisões fundamentais.

Durante a construção dos foguetes, surgiram questionamentos sobre o peso e o pico

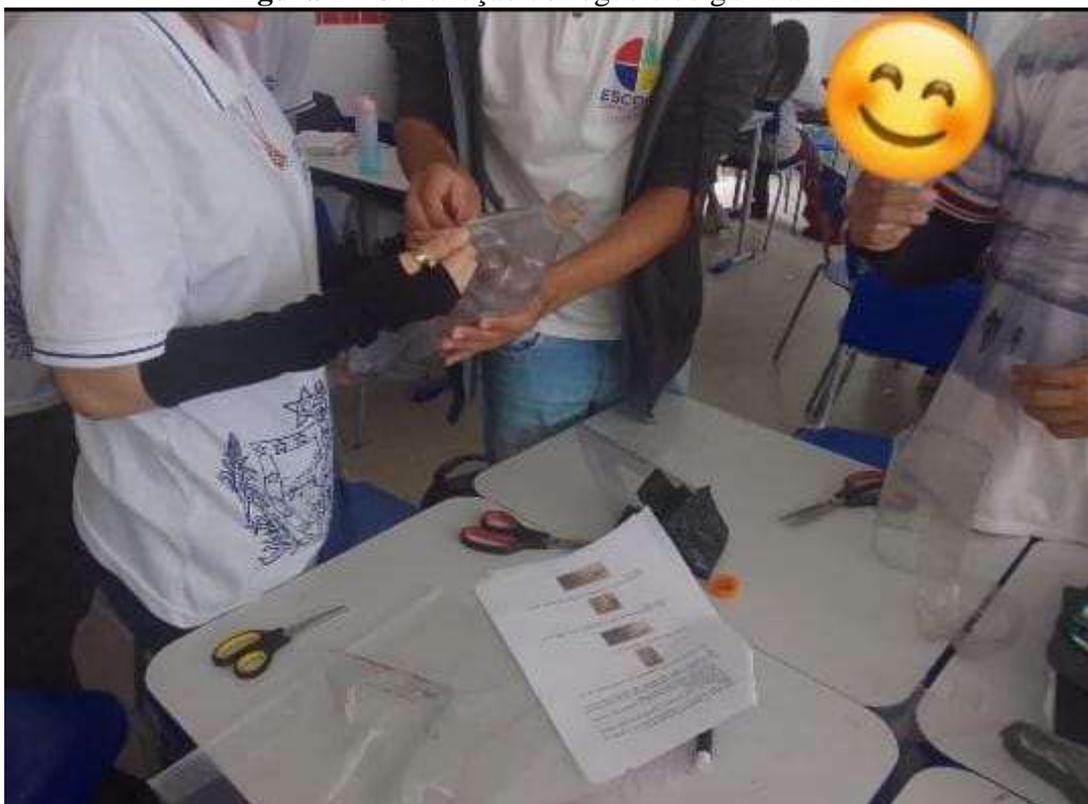
³ O roteiro da base de propulsão encontra-se no Apêndice B.

dos mesmos. As equipes enfrentaram dificuldades ao utilizarem diferentes materiais no pico. As equipes A_2 e B_3 optaram por kits mais complexos, enfrentaram desafios ao tentar acomodar sal ou arroz no balão que seria inserido no bico do foguete. Em contrapartida, aqueles que utilizaram água encontraram maior facilidade. Esse fator gerou discussões e reflexões por parte das especificações mencionadas. Uma delas, ao buscar orientação, decidiu mudar sua estratégia e substituiu o sal por água, o que acabou influenciando outra equipe a adotar a mesma abordagem. No entanto, as dificuldades na manipulação dos kits escolhidos pelas equipes A_2 e B_3 impactaram as qualidades do resultado final de seus lançamentos.

Já as equipes A_5 e B_4 se destacaram pelo seu desempenho excepcional, em grande parte devido ao uso eficaz de habilidades matemáticas. Essas habilidades foram cruciais para realizar cálculos precisos relacionados à massa e à distribuição de peso do foguete, além de estimativas de pressão e alcance. A aplicação prática da matemática permitiu que essas equipes ajudassem variáveis importantes, como a quantidade ideal de pressão e a força aplicada no lançamento, garantindo maior estabilidade e eficiência durante o voo.

A construção do foguete realizada pelos estudantes está representada na Figura 1, evidenciando a criatividade e o comprometimento de cada equipe ao trabalho de forma colaborativa.

Figura 1 - Construção do foguete de garrafa PET.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Momento 2: Lançamento de foguete

Na segunda fase da atividade, a competição foi dividida em três etapas: ajustes nas garrafas, no sistema de propulsão e nas técnicas de lançamentos. A residente forneceu a todas as equipes uma base de propulsão movida à água pressurizada. Os estudantes realizaram os lançamentos com diferentes configurações, com o objetivo de investigar como variáveis específicas que influencia o desempenho dos foguetes, incluindo a quantidade de água no

reservatório, a pressão aplicada no sistema de propulsão e a posição e o peso do pico do foguete. Os resultados dos lançamentos podem ser visualizados no Quadro 1

Quadro 1 - Resultados da turma 1° A.

Equipes	1ª Tentativa (200 ml)	2ª Tentativa (250 ml)	3ª Tentativa (500 ml)	Colocação
A ₁	x	12 m	28 m	4ª
A ₂	x	9 m	12 m	5ª
A ₃	22 m	33 m	39 m	2ª
A ₄	21 m	x	29 m	3ª
A ₅	38 m	50 m	70 m	1ª

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A equipe A₅ conquistou o primeiro lugar, alcançando uma distância máxima de 70 m. Essa equipe demonstrou comprometimento ao longo do processo, desde a construção do foguete, até os testes de análise das estratégias de lançamento dos concorrentes.

O Quadro 1 permite uma análise detalhada dos resultados: na primeira tentativa, o alcance máximo foi de 38 m e o mínimo de 21 m, com duas equipes que estavam sem resultado. Na segunda tentativa, os valores foram 50 m (máximo) e 9 m (mínimo), com a equipe A₄ sem resultado. Na 3ª tentativa o alcance máximo foi de 70 m, enquanto o mínimo atingiu 12 m, com todas as equipes obtendo resultados. A Figura 2 ilustra o desempenho da equipe A₅ na obtenção do alcance máximo.

Figura 2 - Lançamento de maior alcance realizado pela equipe A₅.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Os dados apresentados no Quadro 2, referentes à turma do 1° B, foram considerados insatisfatórios, possivelmente devido à falta de dedicação das equipes ao projeto, influenciada pela participação anterior em um projeto similar em outra disciplina, o que pode ter afetado o engajamento e, conseqüentemente, os resultados.

Quadro 2 - Resultado da turma 1° B.

Equipes	1ª Tentativa (200 ml)	2ª Tentativa (250 ml)	3ª Tentativa (500 ml)	Colocação
B₁	12 m	x	23 m	4°
B₂	19 m	24 m	28 m	2°
B₃	x	7 m	x	5°
B₄	21 m	33 m	38 m	1°
B₅	10 m	x	27 m	3°

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A equipe **B₄** se destacou ao alcançar a maior distância entre as equipes participantes, evidenciando a eficácia de suas estratégias de lançamento. Uma análise detalhada dos resultados demonstra a importância do compromisso e da dedicação ao longo do projeto. A equipe campeã investiu tempo e esforço em cada etapa, destacando a correlação positiva entre o empenho na construção e nos lançamentos.

De acordo com o Quadro 2, na primeira tentativa, o alcance máximo foi de 21 m e o mínimo de 12 m, com a equipe **B₃** sem resultados. Na segunda tentativa, os valores foram 33 m (máximo) e 7 m (mínimo), com duas equipes sem resultados. Na terceira tentativa, o alcance máximo foi de 38 m, enquanto o mínimo foi de 23 m, novamente com a equipe **B₃** sem resultados.

Durante os lançamentos, algumas equipes enfrentaram dificuldades na hora do desarmamento do foguete. Isso ocorreu devido à utilização de garrafas com formatos diferentes pelas equipes **A₁**, **A₄**, **B₁**, **B₃** e **B₅**, o que acabou prejudicando o lançamento e afetando a estrutura do foguete e sua base de propulsão. Por outro lado, as equipes **A₅** e **B₄** obtiveram o melhor desempenho, pois escolheram garrafas semelhantes e seguiram fielmente o roteiro, destacando-se nos lançamentos. Com base nas observações dos lançamentos realizados pelos estudantes, foi solicitado respondessem à seguinte questão durante o momento II da atividade.

Qual equação matemática pode ser utilizada para modelar os dados coletados durante o lançamento de foguete?

A₅ – A função quadrática, porque o foguete forma uma parábola durante o lançamento.

B₄ – A equação para modelar a trajetória de um foguete lançado verticalmente pode ser a equação da altura.

B₃ – A função afim

As equipes **A₅** e **B₄** demonstraram durante o processo um raciocínio consistente e habilidade para relacionar uma equação matemática (função quadrática) com os fenômenos físicos envolvendo o lançamento de foguetes. Por outro lado, a equipe **B₃** não obteve sucesso nos lançamentos devido à estrutura inadequada do foguete, que não descreveu uma trajetória parabólica conforme esperado, levando a equipe a optar pela utilização de uma função afim. A seguir, apresentam-se na Figura 3 o lançamento do foguete.

Figura 3 - Lançamento dos foguetes



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Momento 3: Apresentação dos resultados

Diante disso, cada equipe apresentou os resultados, observações e estratégias adotadas em cada lançamento, estabelecendo conexões com os conceitos físicos discutidos ao longo das aulas. Durante as discussões, foram elaborados questionamentos relacionados ao processo de lançamento dos foguetes. Os estudantes foram requisitados a fornecer respostas às questões norteadoras.

De que forma a Terceira Lei de Newton é aplicada no lançamento de um foguete de garrafa PET?

B₂ – A terceira Lei de Newton estabelece que para cada ação, há uma reação igual e oposta. No caso do lançamento de um foguete, a terceira lei se aplica quando o foguete libera a água (ação) e quando a água empurra o foguete (reação).

B₁ – A terceira lei de Newton é aplicada quando a pressão do ar dentro da garrafa é aumentada pela compressão do ar através da água, essa pressão exerce uma força para baixo, empurrando o foguete para cima.

A₅ – A terceira lei de Newton é aplicada no lançamento do foguete através do equilíbrio de forças de ação e reação, resultando no impulso que movimenta o foguete para cima.

Quais são os diferentes fatores que afetam a distância dos lançamentos?

A₅ – Esses são alguns fatores: a força aplicada no lançamento, a resistência do ar e

o ângulo de lançamento, etc.

B₃ – A velocidade, o ângulo e a massa.

A₂ – A velocidade, o ângulo e o peso.

Quais foram as principais observações durante o lançamento?

B₁ – Na primeira tentativa, com líquido de 200 ml foi colocada pouca pressão no foguete, conseguimos o alcance mínimo de 12 m. Já na segunda não conseguimos decolar o foguete, pois estava com um vazamento. Na terceira tentativa conseguimos o alcance máximo de 23 m como o líquido de 500 ml.

A₅ – Na primeira tentativa, conseguimos o alcance mínimo de 38 m, porque nosso colega não tinha força suficiente para bombear. Já na segunda tentativa com líquido de 250 ml conseguimos atingir o alcance de 50 m, acreditamos que quanto maior for a força aplicada na bomba mais pressão no interior da garrafa. Na terceira tentativa conseguimos o alcance máximo de 70 m, pelo fato do nosso foguete ser bem estruturado.

B₃ – Não conseguimos fazer os lançamentos na primeira e última tentativa, porque tivemos problemas para armar o gatilho da base e ocorreu vazamento do fluido. Já na segunda obtemos o alcance máximo de 7 m mesmo com o vazamento do fluido.

Durante as apresentações as equipes **A₁**, **A₄**, **B₁**, **B₃** e **B₅**, apresentaram falhas na construção do foguete, especialmente em relação às medidas das aletas e ao peso da parte superior. No entanto, todas demonstraram um entendimento adequado dos conceitos da Terceira Lei de Newton, apresentando justificativas consistentes para sua aplicação. As equipes **A₅** e **B₄**, por outro lado, obtiveram os melhores resultados devido à estrutura bem elaborada dos foguetes, o que resultou em trajetórias previsivelmente eficientes, seguindo um padrão parabólico e atingindo a máxima distância possível.

Essa experiência reforça o papel da experimentação no ensino de Física como uma estratégia pedagógica eficaz, proporcionando aos estudantes uma vivência prática que complementa o aprendizado teórico. A utilização da experimentação no ensino de física configura-se como uma estratégia pedagógica eficaz, pois proporciona aos estudantes uma experiência prática que complementa o aprendizado teórico. A realização de experimentos permite a observação direta de fenômenos físicos, contribuindo para a compreensão e assimilação dos conceitos abordados. No caso específico da construção de foguetes, a utilização de materiais recicláveis, fornecidos pelos estudantes, e a confecção base de propulsão pela residente, também com materiais recicláveis, evidenciam a viabilidade de empregar materiais acessíveis em atividades experimentais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relato, foram discutidos o uso de oficina nas aulas de física e a contribuição das atividades experimentais para o processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, o objetivo deste relato foi apresentar e relatar a aplicação de uma proposta de ensino para abordar a Terceira Lei de Newton através de uma oficina de construção e lançamento de foguete de garrafa PET. A oficina aplicada promoveu a motivação e o engajamento ativo dos estudantes, evidenciando o protagonismo tanto na construção quanto nos lançamentos dos foguetes. Essa abordagem possibilitou o desenvolvimento de competências e habilidades previstas pela BNCC, tais como a compreensão de características naturais, a realização de investigações científica, a argumentação fundamentada em evidências, o protagonismo no trabalho em equipe e a solução de problemas. Os objetivos específicos foram analisar o potencial das atividades experimentais para engajar os estudantes e identificar de que maneira

a oficina pedagógica pode contribuir para o desenvolvimento do ensino de Física. Os principais resultados indicaram que a experimentação estimula a autonomia, o trabalho em equipe e a aquisição de habilidades práticas, além de proporcionar uma vivência concreta dos conceitos teóricos em um contexto real.

A pesquisa visou preencher lacunas no ensino da Terceira Lei de Newton, utilizando oficinas experimentais como estratégia pedagógica. A problemática central desta investigação é: de que forma a aplicação de uma oficina de construção e lançamento de foguete pode contribuir para o ensino e a compreensão da Terceira Lei de Newton pelos estudantes? O relato evidenciou a resposta à problemática central ao demonstrar como uma oficina de construção e lançamento de foguetes contribuiu para o ensino e a compreensão da Terceira Lei de Newton pelos estudantes. Durante a atividade, os estudantes tiveram a oportunidade de observar e aplicar o princípio da ação e reação, que é a essência dessa lei. Em contexto prático.

A utilização da experimentação em formato de oficina, particularmente na construção de foguetes de garrafa PET, mostrou-se eficaz no desenvolvimento das habilidades dos estudantes. Ao proporcionar uma experiência prática e interativa, os estudantes se envolveram mais ativamente com os conceitos de física, permitindo uma compreensão mais profunda e significativa dos conteúdos envolvidos. Entretanto, a implementação das oficinas também impõe desafios a residente, particularmente na tarefa de integrar a prática experimental com os conceitos teóricos. Embora a atividade tenha sido motivada e envolvente para os estudantes, o desafio consistiu em garantir que os conceitos fundamentais da física fossem compreendidos e não apenas aplicados de forma superficial. A conexão entre teoria e prática exige uma orientação cuidadosa para que os estudantes compreendam como as experiências realizadas na oficina estão relacionadas aos princípios físicos que governam as características observadas. Além disso, a complexidade de gerenciamento de uma prática de oficina, onde diferentes equipes podem estar lidando com materiais e configurações específicas, pode dificultar o acompanhamento e a explicação dos conceitos teóricos em tempo real. Portanto, um residente precisa encontrar um equilíbrio entre permitir a autonomia dos estudantes para explorar a experimentação e garantir que os aspectos teóricos sejam planejados e aplicados, tornando o aprendizado mais completo e integrado.

Observou-se que a experimentação pode ser uma alternativa eficaz para o ensino de Física, facilitando a compreensão dos conteúdos e fortalecendo tanto a formação de futuros professores quanto a base científica dos estudantes do ensino médio. Os resultados confirmaram a hipótese de que essas atividades contribuem para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem no contexto da educação científica.

Conclui-se que a experimentação em formato de oficina contribuiu de maneira relevante para aprimoramento das habilidades dos estudantes, bem como para o estímulo do interesse destes pelo ensino de Física. Espera-se que essa abordagem promova melhorias no ensino de Física, atendendo às demandas contemporâneas da educação básica, por meio da utilização de oficina como estratégias pedagógicas, visando apoiar os estudantes na compreensão dos conteúdos de Física.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Adriana; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Oficinas de experimentos de baixo custo no ensino de física. **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)**, 2017.

ANDRADE, Rodrigo Ronelli Duarte. Avaliação de atividades experimentais no ensino de física: uma revisão. **Revista do Professor de Física**, v. 6, n. 1, p. 33-45, 2022.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194,

2003.

BRAGA, João Guilherme; RAMOS, Eugenio Maria de França. Oficinas: ensinando Física com a construção de experimentos de baixo custo. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 27, p. 633-637, 2015.

CANDAU, Vera Maria. Oficinas aprendendo e ensinando Direitos Humanos-Educação em Direitos Humanos: Uma proposta de trabalho. Novameria/PUC-Rio-1999. Disponível em: <https://www.dhnet.org.br>. Acesso em: 22 nov. 2024.

GAMA, Valter Thiago Pantoja; ALBUQUERQUE, K. A.; SOUSA, R. F.; COSTA, D. R. M.. Experimentação no Ensino de Ciências: um estudo bibliométrico. **Scientia Plena**, v. 19, n. 3, 2023.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUME, Yassuko. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SILVA, João Batista; SALES, Gilvandenys Leite. Potencialidades do uso de oficinas no ensino de física: análise de uma estratégia para aulas iniciando por práticas experimentais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 429-437, 2020.

SANTOS, Emerson Izidoro; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. 2004.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SIQUEIRA, Alex Bonfim. **Alguns efeitos pedagógicos do uso de oficinas nas aulas de física no ensino médio**. 2019. Monografia (graduação em Física) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Campus Ji – Paraná, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br>. Acesso em: 23 nov. 2024.

SILVA, Edson Diniz. A importância das atividades experimentais na educação. **Monografia. Universidade Candido Mendes Avm-Faculdade Integrada. Rio De Janeiro**, 2017.

SILVA, João Batista; SALES, Gilvandenys Leite. Atividade experimental de baixo custo: o contributo do ludião e suas implicações para o ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br>. Acesso em: 23 nov. 2024.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2002. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br>. Acesso em: 23 nov. 2024.

APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL

Roteiro Experimental – Construção de foguete de garrafa PET

Tema: A Terceira Lei de Newton

- **Objetivo:** Compreender a Terceira Lei de Newton (ação e reação) no contexto do lançamento do foguete.

Contexto

A construção de foguete de garrafa PET representa uma abordagem prática de ensinar e interativa para ensino de princípios de física, como pressão do ar, propulsão, força e movimento, para permitir que os estudantes apliquem esses conceitos de maneira concreta. Por meio da construção e lançamento dos foguetes, os estudantes podem explorar os fundamentos científicos envolvidos de forma dinâmica, integrando teoria e prática.

Além disso, atividades desse tipo podem ser incorporadas a eventos escolares ou competitivos, desafiando os estudantes a alcançar maiores distâncias ou precisão nos lançamentos, o que estimula o aprendizado por meio da experimentação. É essencial, contudo, destacar a importância de medidas de segurança durante a execução desses experimentos, garantindo que todos os participantes tenham consciência dos riscos potenciais e sigam as orientações adequadas para evitar acidentes. Dessa forma, a atividade não apenas promove o engajamento dos estudantes, mas também contribui para desenvolvimento de habilidades críticas e práticas em ambiente seguro e colaborativo.

Atividade Proposta

Situação – Problema: Atividade Experimental

Construir um foguete utilizando uma garrafa PET e determinar qual a melhor proporção de ar e água dentro da garrafa para obter o alcance máximo.

Materiais

- Duas garrafas PET de 2L;
- Bexiga;
- Tesoura;
- Fita adesiva;
- Pasta de plástico;
- Régua ou fita métrica;
- Água, sal e arroz;

Construção do corpo do foguete

- Escolha duas garrafas de 2 litros que sejam idênticas.
- Corte uma delas aproximadamente 20 cm de sua abertura;
- Recorte o fundo desta mesma garrafa;
- Reserve uma parte da garrafa com as duas extremidades abertas;
- Pegue a parte superior da garrafa com aproximadamente 20 cm;

- Segure a bexiga e o posicione-o dentro da parte superior da garrafa cortada;
- Coloque água, arroz ou sal (semelhante ao volume de um ovo médio) dentro da bexiga;
- Prenda a extremidade da bexiga com um nó;
- Introduza a ponta pelo interior da parte superior da garrafa e, em seguida, coloque a tampa na boca da garrafa, prendendo também o bico da bexiga;
- A vaselina será utilizada para fixar o foguete na base de propulsão.

Insira a garrafa PET inteira dentro da parte de 20 cm da garrafa já cortada e com o peso (Fig.4).

Figura 4 - Bico do foguete.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Utilize fita adesiva para unir as duas partes (Fig. 5);

Figura 5 - Passe fita para unir as duas partes.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Utilize a seção da garrafa PET com ambos as extremidades cortadas e fixe as quatro aletas utilizando fita adesiva (Fig.6).

Figura 6 - Fixe as aletas com fita.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Insira a garrafa PET, com ambas as extremidades cortadas, na garrafa inteira, formando assim a base do foguete (Fig.7);

Figura 7 - Una o corpo do foguete com a parte das aletas com fita.



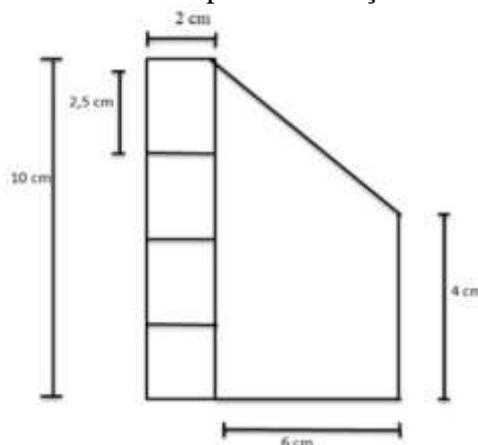
Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Construção das aletas

- Construa 4 aletas com 10cm de altura e 8 de comprimento;
- Divida a altura das aletas em quatro segmentos de 2,5 cm cada;
- Recorte essas divisões e dobre-as;
- As divisões serão utilizadas para fixar as aletas ao corpo do foguete;
- Cole as aletas a cerca 5 cm da base do foguete.

Siga as instruções da figura 8:

Figura 8 - Modelo para construção das aletas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

APÊNDICE B – ROTEIRO DA BASE DE PROPULSÃO

Roteiro para professores: construção da base de propulsão

Para a construção da base de propulsão os professores irão precisar dos seguintes materiais:

Materiais

5 canos de PVC de 20mm de diâmetro
2 canos de 10cm de comprimento
2 canos de 20 com de comprimento
1 cano de 30 cm de comprimento
2 joelhos
2 caps
1 T
Cano branco de 4 cm de comprimento
1 válvula de bicicleta
1 abraçadeira de mangueira de gás
6 abraçadeira de náilon “enforca gato”
Fita esparadrapo
Fita dupla face
1 bexiga de 6,5 mm
1 tubo de cola de cano
1 tubo de vaselina
1 chave boca 8
1 barbante de 2 metros

Construção da base de propulsão

- Selecione os cinco canos de PVC com 20 mm de diâmetro;
- Corte dois canos de 20 cm, um de 30 cm e depois dois canos de 10 cm de comprimento;
- Selecione os canos com 20 cm que serão conectados com auxílio de 2 caps, 2 joelhos e 1 T;
- Selecione os canos de 10 cm que serão acoplados ao T e aos joelhos;
- Selecione os canos de 20 cm que serão fixados nesses joelhos e fechados com os caps;
- Pegue a parte com 30 cm que será conectado ao T, posteriormente, unido aos pedaços de 10 cm, inclinado em um ângulo de 45° graus em relação à base;
- Selecione um dos caps, e perfure com diâmetro correspondente à válvula do pneu da bicicleta;
- Corte dois pedaços da câmara de ar com 2 cm e posicione a arruela que vem acompanhada a válvula e, sobre ela, fixe as porcas que também fazem parte do conjunto;
- Para eliminar a folga entre o tubo e a abertura do foguete, siga este procedimento: a 8,5 cm acima do T, ao longo do tubo de 30 cm, coloque a anel de um bico de bexiga do número 6,5;
- Pegue o cano de 30 cm e envolva o anel com uma volta completa de esparadrapo, garantindo que fique bem liso e firme cano;
- Selecione 6 enforca-gatos, distribuindo-os simetricamente ao redor do cano de lançamento. Em seguida, aplique uma fita adesiva dupla face ao redor do cano para fixa-los.

- Coloque as cabeças das abraçadeiras devem ficar 1 cm acima do bico da bexiga, com as braçadeiras medindo 9 cm a partir do início do T. Para fixar os enforca-gatos, utilize uma braçadeira de metal;
- Selecione o cano branco com 4 cm de diâmetro e 4 cm de comprimento, fazendo dois furos diametricamente opostos próximos a uma das extremidades e amarre um barbante entre os furos e prenda outro com dois metros comprimento.

Na Figura 9 são mostrados os materiais utilizados para construção da base de propulsão.

Figura 9 - Materiais utilizados para construção da base de propulsão.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Conecte os canos com as seguintes dimensões: 20 cm, 30 cm e dois canos de 10 cm de comprimento, juntamente com dois caps, dois joelhos e uma conexão em T e seis braçadeiras plásticas (enforca gato), conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - A base com as dimensões.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Para determinar a profundidade das conexões, é necessário marcar a profundidade nas extremidades de todos os canos, como demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Marcação da profundidade das extremidades.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A aplicação da cola deve ser realizada na parte interna das conexões e nas extremidades de todos os canos, como apresentado na Figura 12 abaixo.

Figura 12 - Aplicação da cola na parte interna dos canos.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Para fixar o anel do bico do balão (em vermelho), deve-se medir 8 cm a partir da conexão do T e realizar duas voltas completas com esparadrapo, como mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Fixação do anel a partir de 8 cm da conexão T.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Aplicação do esparadrapo ao redor do cano de 30 cm com duas voltas completas, como é mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Aplicação do esparadrapo em volta do anel.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Para montagem do gatilho, insira uma garrafa PET na posição correspondente do cano de 30 cm, garantido que a metade da boca da garrafa esteja centralizada com anel do balão. Em seguida, aplique a fita dupla face no cano e centralize as seis abraçadeiras plásticas (enforca gato). Após isso, utilize a fita adesiva para fixação como protetoras e, por último, coloque uma braçadeira de metal sobre o enforca gato, Conforme mostrado na Figura 15.

Figura 15 - O gatinho

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Para armar o gatilho, selecione o cano branco de 4 cm diâmetro e 4 cm comprimento, colocando no cano de 30 cm, passado os enforca gato por dentro, como mostrado na Figura 16.

Figura 16 - Armação do gatilho com o cano branco de 4 cm de comprimento.

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Na Figura 17 é apresentado o foguete confeccionado a partir de uma garrafa PET, bem como uma base de propulsão desenvolvida pela residente. Para facilitar o encaixe do foguete na base de lançamento, recomenda-se a aplicação de vaselina na parte interna da boca do foguete e ao redor do esparadrapo presente.

Figura 17 - O foguete e a base de propulsão



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Dica: Para realizar testes nas bases de propulsão, é preciso colocar um balão na boca do cano de 30 cm para verificar se há vazamento de ar, basta colocar a bamba de bicicleta na válvula e bombear, como mostra na Figura 18.

Figura 18 - Base com a bexiga para teste.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Material de apoio para professor: “construção da base de lançamento⁴”

⁴ O vídeo pode ser encontrado em: Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=uqgvx_UdGkI&t=2102s

APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DE ENSINO: CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETE DE GARRAFA PET

Esta proposta de atividade experimental apresenta uma sequência ensino direcionada aos professores da educação básica, com propósito de utilizar uma oficina pedagógica como ferramenta para o estudo da Terceira Lei de Newton. Nesse contexto, a oficina foi elaborada três momentos. No primeiro momento recomenda-se que o professor apresente vídeo de lançamento de foguete pela NASA, a fim de estimular o interesse dos estudantes pela participação nas atividades práticas. Em seguida, realiza-se a oficina para a construção do foguete de garrafa PET. No segundo momento, ocorrerão os lançamentos dos foguetes, os quais serão divididos em seis etapas: variação da quantidade de água (200 ml, 250 ml e 500 ml) no interior do foguete, observação do efeito dessa variação na distância percorrida, teste de diferentes níveis de pressão do ar na garrafa, registro do impacto no alcance do foguete, desenvolvimento de um método consistente para medir a distância alcançada por cada foguete e comparação dos resultados entre todos os participantes. No terceiro momento, será realizada a apresentação dos resultados, com orientação do (a) professor (a) em todo o processo.

A oficina está planejada para ser realizada em quatro aulas, distribuídas da seguinte forma: duas aulas para a construção dos foguetes e os testes iniciais, uma aula para os lançamentos e uma aula para apresentação dos resultados, sendo cada aula com duração de 50 minutos.

A sequência de ensino enfatiza a importância da experimentação no ensino na educação básica, especialmente no ensino de Física, ao considerar possíveis adaptações durante a execução da oficina. Dessa forma, a sequência foi desenvolvida para uma escola de período integral, embora possa ser ajustada para diferentes contextos educacionais.

SEQUÊNCIA DE ENSINO: CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETE DE GARRAFA PET

Público alvo: Estudantes 1º série do ensino médio.

Modalidade: Integral e Curso Técnico de Programação de Jogos Digitais.

Duração: 4 aulas com 50 minutos cada.

Tema: As Leis de Newton.

Conteúdo: A Terceira Lei de Newton.

Objetivo geral: Compreender a Terceira Lei de Newton (ação e reação) no contexto do lançamento do foguete.

Objetivos específicos:

- Compreender a importância da construção e lançamentos do foguete;
- Analisar e projetar sistemas de controle que permitem direcionar o foguete durante o voo;
- Ajustar a direção da saída de fluido para controlar a trajetória do foguete;
- Estimar a distância alcançada pelo foguete;
- Otimizar a eficiência da propulsão, ajustando fatores como a quantidade de fluido expulso, a pressão interna e o momento da liberação do fluido para maximizar o desempenho do foguete;

- Coletar dados e realizar análises para entender o funcionamento do foguete.
- Comprovar que um corpo, ao exercer força sobre outro, fica sujeito a uma força de mesma intensidade, de sentido contrário;
- Demonstrar que ação e reação não agem no mesmo corpo;
- Entender como essas forças afeta o movimento do foguete e como podem ser superadas usando a Terceira Lei de Newton.

Elaboração da proposta de ensino: Na Tabela 2 é apresentado um resumo dos três momentos da oficina pedagógica, que é estruturado como um processo de mediação pedagógica, fundamentado em uma metodologia sustentada em atividades experimentais.

Tabela 2 - Oficina pedagógica

PRIMEIRO MOMENTO: CONSTRUÇÃO DO FOGUETE
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de vídeo; • Divisão das equipes em A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 e B_1, B_2, B_3, B_4, B_5; • Apresentar e disponibilizar um roteiro; • Foi disponibilizado o kit experimental para confecção do bico do foguete; • Construção do foguete.
SEGUNDO MOMENTO: LANÇAMENTO DOS FOGUETES
<ul style="list-style-type: none"> • Etapa 1: Variar a quantidade de água (200 ml, 250 ml e 500 ml) dentro do foguete e observar como isso afeta a distância do foguete. • Etapa 2: Testar diferentes níveis de pressão do ar na garrafa e registrar o impacto no alcance do foguete. • Etapa 3: Desenvolver um método consistente para medir a distância alcançada por cada foguete e comparar os resultados de todos os participantes.
TERCEIRO MOMENTO: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS
<p>Para a apresentação dos resultados, as equipes foram orientadas a responder aos seguintes questionamentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) De que forma a terceira Lei de Newton é aplicada no lançamento de um foguete de garrafa PET? 2. Quais são os diferentes fatores que afetam a distância dos lançamentos? 3. Quais foram as principais observações durante o lançamento?

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Primeiro momento: Construção do foguete

No primeiro momento, o (a) professor (a) inicia a aula discutindo a construção um foguete utilizando uma garrafa PET. Para enriquecer a atividade, serão exibidos dois vídeos: o vídeo 1⁵ da NASA, que demonstra o lançamento de um foguete em uma missão espacial, e vídeo 2⁶, elaborado pelo (a) professor (a), que apresenta o lançamento de um foguete de

⁵ O vídeo pode ser encontrado em: <https://www.youtube.com/shorts/nKpGEhkN7So>

⁶ O vídeo pode ser encontrado em: <https://youtu.be/gRV3qt-Z3f0?si=r1117SbWrBeR4RXs>

garrafa PET, destacando o potencial de propulsão desse tipo de artefato. Para construção do foguete, o (a) professor (a) deve dividir a turma em cinco equipes, cada uma sob a coordenação de um estudante previamente designado. Cada equipe receberá um roteiro detalhado e um kit experimental. Durante a construção, os estudantes deverão prestar atenção especialmente ao bico do foguete, onde será inserido o peso necessário para garantir a estabilidade no lançamento. Serão disponibilizados três tipos de materiais (água, sal e arroz) para o bico, quais poderão influenciar o desempenho do foguete durante o lançamento.

Materiais

- Duas garrafas PET de 2L;
- Bexiga;
- Tesoura;
- Fita adesiva;
- Pasta de plástico;
- Régua ou fita métrica;
- Água, sal e arroz;

As equipes devem ser instruídas a adotar uma estratégia específica na fabricação do foguete, visando obter um desempenho excepcional durante o lançamento. Durante a montagem do foguete, as equipes serão limitadas a utilizar apenas o roteiro como guia, sendo proibida qualquer intervenção ou auxílio por parte do (a) professor (a).

Atividade avaliativa referente ao primeiro momento

1. Qual é o peso ideal para confecção do pico do foguete? Os materiais poderiam ser substituídos?
2. Quais as habilidades matemáticas foram preciso para construir o foguete?

Segundo momento: lançamento dos foguetes

No segundo momento desta atividade, os estudantes participam de uma competição de lançamentos de foguetes de garrafa PET na escola. O (a) professor (a) fornecerá a todas as equipes a base de propulsão necessária para o lançamento dos foguetes de garrafa PET, que serão movidos por água pressurizada. Em seguida, os estudantes serão incentivados a aplicar os conhecimentos adquiridos, participando do processo de lançamento dos foguetes. O foco principal deste momento é permitir que os estudantes lancem seus próprios foguetes. Para garantir uma experiência de aprendizado enriquecedora, os estudantes deverão ajustar a direção da saída de fluido, manipulando variáveis como a quantidade de água e a pressão do ar, a fim de controlar a trajetória dos foguetes. As equipes também precisam desenvolver um método para medir e comparar objetivamente o desempenho dos foguetes em termos de distâncias almeçadas. Para otimizar o desempenho dos foguetes, os estudantes seguirão uma série de etapas:

Etapa 1: Variar a quantidade de água dentro do foguete e observar como isso afeta a distância percorrida.

Etapa 2: Testar diferentes níveis de pressão na garrafa e registrar o impacto no alcance do foguete.

Etapa 3: Desenvolver um método consistente para medir a distância alcançada por cada

foguete e comparar os resultados entre os participantes.

Durante o experimento, as equipes deverão registrar com precisão os dados relativos à distância percorrida e ao tempo de voo de cada lançamento realizado. Além disso, visando investigar como diferentes configurações influenciam o desempenho dos foguetes, os estudantes realizarão uma série de lançamentos experimentais.

Será permitido aos estudantes modificarem as configurações dos lançamentos para investigarem como essas alterações afetam o desempenho dos foguetes. As equipes deverão observar e analisar cuidadosamente cada lançamento, coletando dados relevantes que serão utilizados em discursões futuras. A coleta de dados e a análise detalhada dos resultados são elementos essenciais desta investigação científica, pois permitem que os estudantes apliquem conceitos de física na prática e tirem conclusões fundamentadas em evidências empíricas.

Atividade avaliativa referente ao segundo momento

1. Qual equação matemática pode ser utilizada para modelar os dados coletados durante o lançamento de foguete?

Terceiro momento: Apresentação dos resultados

Neste momento, serão abordados os conceitos relacionados ao princípio de ação e reação de Newton, com a exploração dos fundamentos da propulsão. Para contextualizar a relevância da física e da propulsão no campo da exploração espacial, utiliza-se um vídeo ⁷ de lançamento de foguetes da Starship da SpaceX. A compreensão do princípio de ação e reação de Newton é essencial para entender os mecanismos que possibilitam a propulsão e o movimento de foguetes. De acordo com esse princípio, toda ação provoca uma reação de igual magnitude, mas em sentido oposto. No caso dos foguetes, o combustível é expelido em um sentido, gerando uma força de empuxo que impulsiona o foguete no sentido oposto.

Diante desse contexto, cada equipe apresentará seus dados e observações para a turma, estabelecendo correlações com os conceitos físicos discutidos ao longo das aulas. Durante a discussão, serão formuladas questões orientadoras com o objetivo de relacionar os princípios da física ao processo de lançamento de foguetes. As questões subsequentes serão fundamentais para a construção desses conceitos.

Atividade avaliativa referente ao terceiro momento

1. De que forma a terceira Lei de Newton é aplicada no lançamento de um foguete de garrafa PET? 2.
2. Quais são os diferentes fatores que afetam a distância dos lançamentos?
3. Quais foram as principais observações durante o lançamento?

⁷ O vídeo pode ser encontrado em: https://youtu.be/3sMBVSorffk?si=O6SUIFng_aIaScnC

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a força, a sabedoria e a perseverança para enfrentar e superar as dificuldades ao longo da jornada acadêmica. Agradeço também à minha família, especialmente aos meus pais, que sempre incentivaram e acreditaram na importância da educação, apesar de não terem tido a oportunidade de estudar, agradecer à minha irmã e meu cunhado, por me motivar a adesão no ensino superior, a meus irmãos, por me estimularem em situações desafiadoras. Meus agradecimentos se entendem ao meu esposo, Geraldo, pelo suporte e apoio incondicional, e à minha filha, Grazielly, que é a principal motivação que me levou a ingressar na Universidade Estadual em busca da realização dos meus sonhos e de proporcionar melhores condições de vida para minha família.

Reitero minha gratidão aos docentes da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), especialmente ao Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) e ao curso de Licenciatura em Física, cujo conhecimento e dedicação são desenvolvidos diretamente para minha formação ao longo da graduação.

À minha orientadora, Ana Raquel Pereira Ataíde, expresso minha profunda gratidão pela dedicação e pelo compromisso demonstrado em cada etapa deste trabalho. Sua experiência e apoio foram fundamentais para a superação dos desafios enfrentados, e suas contribuições enriqueceram significativamente a qualidade deste relato. Agradeço também pelo incentivo constante e pelo exemplo de excelência acadêmica, que foram essenciais para meu desenvolvimento tanto acadêmico quanto profissional.

À minha amiga, Maria Aparecida, desejo registrar meu reconhecimento pela colaboração e apoio ao longo de nossa trajetória na universidade. Sua companhia foi essencial para a superação dos desafios acadêmicos e pessoais, tornando nossa experiência muito mais significativa. Agradeço por cada momento compartilhado e pelas lições aprendidas, que servirão de inspiração para os próximos desafios que enfrentarei. Aos meus amigos, Carlos Eduardo, Aglailson, Eduarda e Pedro Henrique, manifestam minha admiração pelas valiosas assistências prestadas na superação dos obstáculos acadêmicos.