



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
LICENCIATURA EM FÍSICA

MARCUS JÔNATHAS DOS SANTOS RIBEIRO

ESTUDO DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO: CONFRONTANDO O
MÉTODO TEÓRICO COM O EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS

SÃO RAIMUNDO NONATO - PIAUÍ
2023

MARCUS JÔNATHAS DOS SANTOS RIBEIRO

ESTUDO DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO: CONFRONTANDO O
MÉTODO TEÓRICO COM O EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) apresentado como exigência
parcial para obtenção do diploma do Curso
de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus São Raimundo Nonato.

Orientador: Prof. MsC. Guilherme Severino
Mendes de Araújo

Coorientador: Prof. Dr. Gilvan Bonfim e
Souza

SÃO RAIMUNDO NONATO - PIAUÍ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Ribeiro, Marcus Jônathas dos Santos
R484e Estudo de termodinâmica no ensino médio : confrontando o método teórico como o experimental utilizando materiais alternativos / Marcus Jônathas dos Santos Ribeiro. - 2023.
43 f.: il. color.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, 2023.
Orientador : Prof Me. Guilherme Severino Mendes de Araújo.
Coorientador : Prof Dr. Gilvan Bonfim e Souza .
1. Sequência Didática. 2. Ensino de Termodinâmica. 3. Atividades Experimentais. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Josué de Moura Costa CRB 3/1130

MARCUS JÔNATHAS DOS SANTOS RIBEIRO

ESTUDO DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO: CONFRONTANDO O
MÉTODO TEÓRICO COM O EXPERIMENTAL UTILIZANDO MATERIAIS
ALTERNATIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São
Raimundo Nonato.

Aprovada em 15/12/2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. MsC. Guilherme Severino Mendes de Araújo (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Gilvan Bonfim e Souza
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Rafael de Alencar Rocha
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico a minha família, mãe, pai e minha irmã, que
estão sempre presentes em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou a cada passo deste percurso acadêmico, me dando força, sabedoria e perseverança para alcançar este importante marco em minha vida.

À minha família, expresso minha gratidão. Minha mãe, Fernanda, sempre foi minha fonte de apoio e encorajamento, enfrentando comigo os desafios e celebrando as conquistas. Meu pai, Marcos, com sua sabedoria e incentivo, foi um farol em meio às incertezas. E minha irmã, Amanda, cujo apoio e cumplicidade foram fundamentais em cada etapa dessa jornada.

Agradeço ao Profº. Guilherme Severino Mendes de Araújo, meu orientador, agradeço não apenas pela sua orientação acadêmica, mas também por sua paciência, inspiração e dedicação. Ao Profº. Dr. Gilvan Bonfim e Souza, meu coorientador, sou grato pelos seus conselhos valiosos e pelo compartilhamento generoso de conhecimento.

À minha namorada, Any Jaqueline, agradeço por ser minha fonte constante de apoio, por acreditar em mim nos momentos mais desafiadores e por compartilhar alegrias e conquistas.

Não posso deixar de expressar minha gratidão ao IFPI e ao curso de Licenciatura em Física. A instituição não apenas forneceu uma base acadêmica sólida, mas também oportunidades de crescimento e aprendizado que contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Este agradecimento é estendido a todos os professores, colegas de classe, amigos e aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica, quero agradecer em especial, ao meu querido professor Antônio por todo o apoio e incentivo ao decorrer dessa caminhada. Cada interação, desafio e experiência moldou este percurso e enriqueceu meu conhecimento.

A conclusão deste trabalho representa não apenas o fechamento de um ciclo, mas o início de uma nova etapa repleta de desafios e oportunidades. Meus sinceros agradecimentos a todos que compartilharam comigo essa jornada,

contribuindo para meu crescimento e amadurecimento como acadêmico e ser humano. Obrigado por fazerem parte desta conquista.

*“Não existe nada de absoluto. Tudo muda, tudo se move, tudo
gira, tudo voa e desaparece.”*

Friedrich Nietzsche

RESUMO

Este estudo investiga o impacto da implementação de uma sequência didática experimental no ensino de termodinâmica, utilizando um motor a vapor caseiro como ferramenta pedagógica. Desenvolvido no ambiente educacional do CETI Moderno, localizado em São Raimundo Nonato, o trabalho abrange uma revisão bibliográfica abrangente, ressaltando a importância das atividades experimentais no processo de aprendizagem dos alunos. A elaboração da sequência didática é baseada em princípios pedagógicos sólidos, incluindo uma cuidadosa seleção de materiais acessíveis para a execução do experimento. A aplicação de questionários antes e após a realização do experimento revela uma melhoria significativa no entendimento dos alunos, evidenciando a eficácia da abordagem experimental na assimilação dos conceitos termodinâmicos. A conclusão destaca o sucesso da estratégia pedagógica em promover uma aprendizagem mais significativa e aplicada dos princípios termodinâmicos, enfatizando a importância de métodos práticos para reforçar a compreensão teórica. Essa abordagem inovadora demonstra a relevância do uso de experimentos práticos no ensino, contribuindo para a formação de alunos mais engajados e preparados para enfrentar desafios na área da termodinâmica e além.

Palavras-chave: sequência didática; ensino de termodinâmica; atividades experimentais.

ABSTRACT

This study investigates the impact of implementing an experimental didactic sequence in the teaching of thermodynamics, using a homemade steam engine as a pedagogical tool. Developed in the educational environment of CETI Moderno, located in São Raimundo Nonato, the work encompasses a comprehensive literature review, emphasizing the importance of experimental activities in the students' learning process. The development of the didactic sequence is based on solid pedagogical principles, including a careful selection of accessible materials for the experiment's execution. The administration of questionnaires before and after the experiment reveals a significant improvement in students' understanding, demonstrating the effectiveness of the experimental approach in assimilating thermodynamic concepts. The conclusion highlights the success of the pedagogical strategy in promoting a more meaningful and applied learning of thermodynamic principles, emphasizing the importance of practical methods to reinforce theoretical understanding. This innovative approach demonstrates the relevance of using practical experiments in education, contributing to the development of more engaged students prepared to face challenges in the field of thermodynamics and beyond.

Keywords: didactic sequence; teaching thermodynamics; experimental activities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Primeira lei da termodinâmica.....	20
Figura 2 - Segunda lei da termodinâmica.....	20
Figura 3 - Materiais do motor a vapor caseiro... ..	26
Figura 4 - Experimento de motor a vapor caseiro... ..	26
Figura 5 - Aplicação do experimento.....	27
Figura 6 - Aplicação do experimento.....	28
Figura 7 - Aplicação do questionário... ..	29
Gráfico 1 - Resposta da primeira questão... ..	30
Gráfico 2 - Resposta da segunda questão... ..	31
Gráfico 3 - Resposta da terceira questão... ..	32
Gráfico 4 - Resposta da quarta questão... ..	33
Gráfico 5 - Resposta da quinta questão... ..	34
Gráfico 6 - Resposta da primeira questão... ..	35
Gráfico 7 - Resposta da segunda questão... ..	36
Gráfico 8 - Resposta da terceira questão... ..	37
Gráfico 9 - Resposta da quarta questão... ..	38
Gráfico 10 - Resposta da quinta questão... ..	38
Gráfico 11 - Resposta da sexta questão.....	39

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Primeira lei da termodinâmica.....	20
Equação 2 - Segunda lei da termodinâmica.	21

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

Δ Delta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	16
2.2	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	16
2.3	DESAFIO DO ENSINO TRADICIONAL DE FÍSICA	17
3	METODOLOGIA	22
3.1	TIPO E NATUREZA DO ESTUDO.....	22
3.2	ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	22
3.3	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL	23
3.4	APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO DIDÁTICO.....	23
3.5	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APÓS O EXPERIMENTO.....	26
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA E QUALITATIVA.....	27
4	RESULTADOS.....	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física é um assunto bastante abordado nas instituições de ensino de todo o Brasil, existem diversos estudos com a finalidade desenvolver um modelo que seja adequado para minimizar as dificuldades de aprendizagem em relação a disciplina de física.

De acordo com Moreira (2021) observa-se que existem desafios quando se trata de ensino de física, os alunos não apreendem o conteúdo significativamente, eles apenas memorizam fórmulas que serão utilizadas posteriormente e logo depois são esquecidas.

Diante disso observa-se que o atual ensino da física nas escolas não é o que se deseja, nem na forma de ensinar nem no conteúdo, a forma é inadequada por que passa a ilusão do conhecimento absoluto e eternamente estabelecido, não procurando mostrar a relatividade dos fatos e a correlação entre eles.

Segundo Nicomedes et al. (2008) embora a maioria dos professores reconheçam a importância das atividades experimentais para o ensino de física, a proporção dos que praticam essa modalidade de ensino ainda é muito baixa, devido a muitos professores ainda se limitarem ao ensino tradicional de giz e quadro.

O presente trabalho busca desenvolver por meio de uma sequência didática, uma investigação sobre o impacto que aulas experimentais de física possam contribuir para o desenvolvimento dos alunos, em uma perspectiva vista por parte do professor.

Esta pesquisa será desenvolvida na instituição CETI, Moderno na turma de segundo ano, serão propostas atividades com experimentos de baixo custo, e aplicados aos alunos.

Objetivo será confrontar o método tradicional com o experimental, análise

essa feita por meio de um questionário aos alunos, onde podemos identificar quais os impactos que as atividades experimentais podem trazer para o ensino-aprendizagem.

Portanto, o presente trabalho vem a contribuir para o entendimento do ensino de física e observar suas dificuldades, analisar como uma sequência didática pode impactar na aprendizagem dos alunos, e confrontar os métodos tradicionais de ensinos teóricos e práticos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho está atrelada a compreensão dos princípios da termodinâmica e nas estratégias pedagógicas que favorecem uma aprendizagem eficaz nesse contexto. A termodinâmica, como disciplina fundamental da física, explora as relações entre calor, trabalho e energia, apresentando conceitos desafiadores para os alunos.

Nesse sentido, a literatura destaca a importância das atividades experimentais no ensino de ciências, especialmente em disciplinas complexas como a termodinâmica. A abordagem experimental proporciona uma compreensão tangível e aplicada dos conceitos teóricos, estimulando a participação ativa dos alunos e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática é uma forma de organizar e construir todas as etapas de do plano de atividades proposta pelo professor, é nela que o professor tem liberdade de analisar e preparar como ocorrerá o desenvolvimento do seu trabalho, para melhor compreensão dos alunos.

Segundo Franco (2018) a sequência didática surge como uma metodologia de ensino, sendo um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes.

Nota-se que é fundamental o professor conhecer a realidade social e cultural dos alunos, de modo que possa tomar decisões que possam contribuir positivamente em suas aulas, de acordo com a realidade apresentada por sua sala de aula.

De acordo com Araújo (2013) no ambiente escolar devido sua diversidade, a sequência didática atua como sendo um conjunto de atividades escolares

organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito.

Com isso o professor não tem o dever minimamente de transmitir o conhecimento em si, mas deve atuar também como eixo de ensino aprendizagem, para que os alunos possam desenvolver o pensamento e a questionar por si mesmos.

2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Atualmente o método experimental em física vem sendo um assunto bastante debatido por diversos estudiosos, quem tem intuito de aprimorar o ensino de física nas escolas dos nossos pais.

Conforme Alves (2006) aborda que o desenvolvimento de atividades experimentais têm finalidade de possibilitar a transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar física, ou seja, quando o professor introduz os experimentos em sala de aula, ele se vê frente a um novo comportamento dos alunos: onde o mesmo tem mais atenção por parte dos estudantes, o experimento deixa os mesmos mais participativos.

Portanto é bastante notado que com o uso da experimentação em sala de aula os alunos conseguem adquirir mais conhecimentos e curiosidades ao decorrer da aula, desenvolvendo um pensamento próprio e curiosidades sobre o assunto demonstrado através de experimentos mostrados em sala de aula.

Geralmente tem-se nas atividades experimental a possibilidade de investigação por parte dos alunos, onde os mesmo são submetidos a roteiros na construção do experimento em questão, segundo Ferreira, Hartwig, Dácio Rodney e Oliveira (2010) as atividades de laboratório são orientadas por roteiros, com a sequência predeterminada, tipo uma receita, de forma linear, passo a passo de forma a facilitar o entendimento do discente.

Ao introduzir esse método experimental em sala o professor utiliza de uma nova ferramenta didática, diferenciando um pouco do método tradicional de ensino, pois o mesmo possibilita aos estudantes a ter uma melhor compreensão dos fenômenos ali abordados.

Consequentemente temos que o método tradicional de ensino vem

perdendo a eficiência com o avanço tecnológico, de modo que os professores têm que aos poucos ir se adaptando às novas formas de ensinar.

De acordo com Grando e Macedo (2018) o método tradicional de ensino trata o aluno não como ser pensante mais como sujeito passivo, acumulador de conhecimento, dessa forma deixa evidente que no método tradicional o importante é memorização de resultados e não a aprendizagem do processo.

De acordo com Moreira (2018) o ensino de física hoje nas escolas do Brasil tem sido bastante prejudicado, pois antes tinha uma carga horária de 6 horas semanais, hoje encontra-se diminuída a somente 2 horas semanais.

2.3 DESAFIO DO ENSINO TRADICIONAL DE FÍSICA

O Ensino tradicional de física no Brasil vem passando por diversas dificuldades, pois a grade da disciplina de física vem diminuindo, e o número de profissionais na área é pouco comparado a demanda.

Segundo Kochan e Stacheski (2020) as dificuldades no que diz respeito a aprendizagem em física, é bastante comum em alunos do ensino médio, por isso temos que compreender e analisar as principais dificuldades que os alunos apresentam durante as aulas, só assim pode ser feito ações pedagógicas para melhorar esse quadro.

A física no ensino médio se limita a mecânica clássica e a modelos bem tradicionais, que não atraem a curiosidade dos alunos em sala de aula, e devido ser uma disciplina um pouco complexa, a maioria dos alunos acabam odiando.

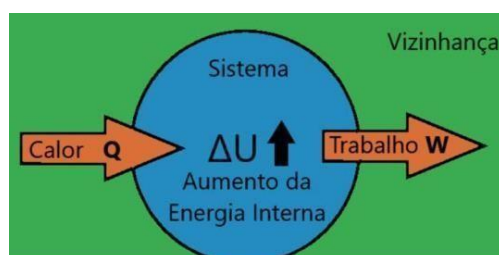
A termodinâmica é uma área da física que estuda vários fenômenos que envolvem troca de calor, transformação de energia e variação de temperatura. Por meio de suas leis, que descrevem o comportamento dos sistemas envolvidos.

Segundo Oliveira (2005) os princípios fundamentais das máquinas térmicas relacionadas com as lei fundamentais da termodinâmica, são essas leis que regem o modo com que o calor se transforma em trabalho ou vice-versa.

A primeira lei da termodinâmica, essa lei diretamente ligada à conservação

de energia aplicada em um sistemas termodinâmico. Quem envolverá a troca de calor e o trabalho realizados nesses sistemas. A 1ª Lei da termodinâmica assim fica definida como variação da energia interna ΔU de um sistema é igual a diferença entre o calor Q trocado por o meio externo e o trabalho W por ele realizado durante uma transformação.

Figura 1 - Primeira lei da termodinâmica



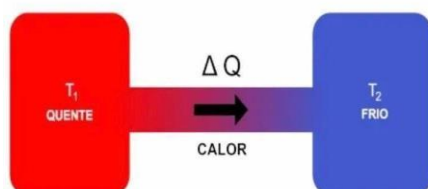
Fonte: Filhos Santos (2018)

$$\Delta U = Q - W \quad (01)$$

De acordo com Oliveira (2005) a primeira lei da termodinâmica é constituída pelo princípio de Joule e o princípio de conservação de energia. Ela foi estabelecida por vários cientistas, mas principalmente por Mayer e Joule, que admitiram que as diversas formas de calor poderiam ser convertidas uma nas outras, além disso, todas elas poderiam ser dissipadas na forma de calor.

A segunda Lei da termodinâmica trata-se de como o calor flui espontaneamente da fonte quente para a fonte fria.

Figura 2 - Segunda lei da termodinâmica



Fonte: Mello (2023)

Segundo Borgnakke (2018) em um sentido amplo , a segunda lei indica que todos os processos conhecidos ocorrem em certo sentido e não o oposto. Uma xícara de café quente esfria em virtude da transferência de calor com o ambiente, porém o calor não será transferido do ambiente que apresenta temperatura mais baixa que o café na xícara. A formulação matemática da segunda lei foi baseada na idealização de Carnot:

$$dS_{univ} \geq \frac{dQ}{T} , \quad Eq. (2)$$

Em que dS_{univ} é a entropia do universo dQ é o calor trocado entre o sistema e a vizinhança e T a temperatura.

Segundo Santos Filho (2018) nota-se que a variação da entropia é nula para processo reversíveis, sendo o caso na qual há a possibilidade de reversão temporal em consonância com os processos microscópicos.

A Terceira lei da Termodinâmica idealiza que a entropia de um sistema com temperatura próximas ao zero absoluto contém uma constante pouco variável. Em 1907, o físico-químico alemão Walther Herman Nernst (1864 – 1941) enunciou o princípio: “ A entropia absoluta se aproxima de zero, à medida que a temperatura absoluta se aproxima de zero”. Este enunciado ficou conhecido como a terceira lei da termodinâmica. Formulada matematicamente.

$$S(T) = 0 \quad (3)$$

$S(T)$ é a função entropia em termos de temperatura absoluta T .

De acordo com Santos Filho (2018) a agitação molecular de um corpo (sistema) depende diretamente da energia cinética a ela associada, que resulta na variação da temperatura. Em um sistema que a temperatura tende a zero absoluto não existe movimento das moléculas e conseqüentemente, não há variação na energia interna, de modo que:

$$\Delta U = Q - W = 0,$$

$$Q = W$$

Entendendo que um estado de entropia nula, o calor trocado pelo sistema seria convertido em trabalho.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo busca promover uma abordagem integrada e eficaz para o ensino de termodinâmica, utilizando uma sequência didática experimental. Inicialmente, será realizado um levantamento bibliográfico para embasar teoricamente a elaboração da sequência didática, considerando os princípios fundamentais da termodinâmica e as melhores práticas pedagógicas.

3.1 TIPO E NATUREZA DO ESTUDO

Esse estudo trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa, onde será feito um levantamento bibliográfico a respeito do conteúdo teórico sobre sequência didática, ensino de física e atividades experimentais desenvolvidas em sala de aula.

Na vertente quantitativa, o foco recai na aplicação de um questionário junto ao corpo docente responsável pela disciplina de física. Essa etapa busca compreender de forma aprofundada como transcorreu o processo de ensino- aprendizagem após a implementação da sequência didática, fundamentada em materiais experimentais de baixo custo.

Conforme apontado por Manzato (2012), a condução de questionários em pesquisas quantitativas demanda atenção meticulosa. Não se limitando à simples coleta de dados, destaca-se a importância de uma análise estatística criteriosa para validar e interpretar de maneira robusta os resultados obtidos. Esse cuidado metodológico assegura a confiabilidade e relevância das informações extraídas a partir das respostas dos discentes, fornecendo uma base sólida para a conclusão e interpretação dos resultados.

3.2 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com base nas informações fornecidas pela revisão bibliográfica, procederemos ao desenvolvimento de uma sequência didática, integrando

questionários e roteiros experimentais. Essa etapa visa oferecer uma abordagem prática e eficaz para o ensino de física. O roteiro experimental será meticulosamente planejado, considerando não apenas a complexidade dos conceitos a serem abordados, mas também a acessibilidade e a relevância dos materiais escolhidos.

A seleção criteriosa desses materiais alternativos visa não apenas a eficácia pedagógica, mas também a viabilidade prática de implementação em sala de aula. O objetivo é criar uma experiência de aprendizagem envolvente e acessível, permitindo que os alunos interajam de maneira tangível com os princípios físicos apresentados.

A escolha de materiais alternativos também visa ampliar a compreensão dos alunos sobre a aplicação prática dos conceitos teóricos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura. Essa abordagem prática busca não apenas enriquecer o entendimento dos alunos, mas também estimular o interesse e participação ativa nas atividades experimentais.

3.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL

A pesquisa será conduzida no ambiente educacional do CETI Moderno, especificamente na turma de segundo ano do ensino médio, localizada no município de São Raimundo Nonato. O início da pesquisa está programado para o dia 21 de novembro de 2023.

Durante esse período, serão implementadas e avaliadas as atividades experimentais, proporcionando uma análise aprofundada sobre o impacto dessas práticas no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Antes da realização do experimento, será aplicado um questionário contendo cinco questões aos alunos.

Essas perguntas visam obter informações preliminares sobre o conhecimento prévio, as expectativas e a percepção inicial dos estudantes em relação a termodinâmica.

3.4 APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO DIDÁTICO

Será realizado um experimento prático de construção de um motor a vapor caseiro, utilizando materiais acessíveis e de fácil obtenção. Os materiais incluem, duas latas de refrigerante, água, um suporte de madeira, um arame, uma seringa

descartável com agulha, régua, isqueiro, quatro parafusos grandes e velas.

ROTEIRO EXPERIMENTAL: PRÁTICA 1

ATIVIDADE EXPERIMENTAL	
TÍTULO: Motor a Vapor	
Objetivos:	
□ Conhecer as leis da termodinâmica. □ Ao final das atividades espera-se que os alunos possam interagir, e discutir pontos relacionados ao experimento.	
Materiais utilizados	
• Latas de alumínio	
• Parafuso	
• Vela	
• Régua graduada em centímetro	
• Seringa com agulha 20 ml	
• Isqueiro	
• Arame	
• Tábua de madeira	
Procedimento Experimental	
Verificação a segunda lei da termodinâmica	
Primeiramente vamos fazer um furo pequeno em uma das latas de alumínio e tira o líquidos que estava nela sem abrir, somente pelo furo que foi feito;	
Vamos fixar a lata de alumínio entre quatro parafusos fixados na tábua de madeira;	
Vamos cortar a outra lata de alumínio de forma que forme um círculo, depois dividimos esse círculo em 8 partes iguais deixando um buraco no meio do círculo, forma um cata vento;	
Com isso utilizando os arames criamos uma base fixa e depois utilizando outro pedaço do arame inserimos no buraco deixado no cata vento e fixamos na base feitas com os arames.	
Com as base formadas , inserimos água na lata pelo buraco feito utilizando a seringa e em seguidas cortamos a vela em três pedaços menores e posicionamos em baixo da lata que está fixa nos parafusos;	

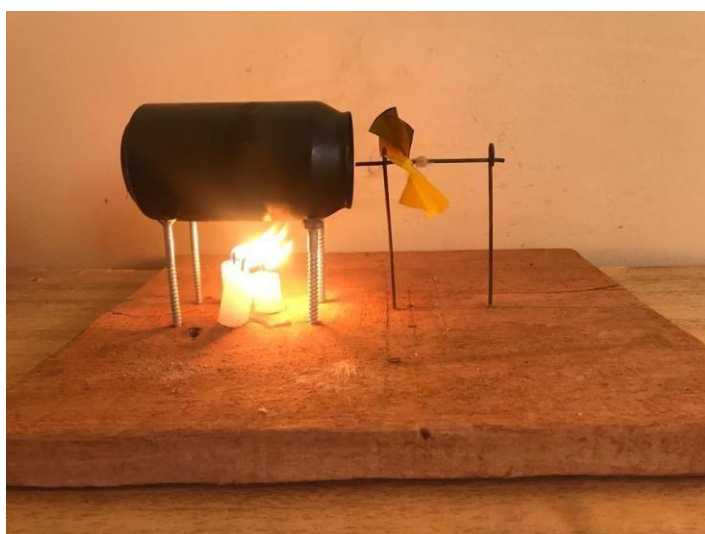
• Parafuso
Logo com isso acendemos as velas com o isqueiro e esperamos a água ferver e vemos o processo que acontecerá.
Avaliação de aprendizagem
A partir do experimento discuta com os alunos: O que acontece com o motor a vapor?

Figura 3 - Materiais do motor a vapor caseiro



Fonte: autoria própria (2023)

Figura 4 - Experimento de motor a vapor caseiro



Fonte: autoria própria (2023)

A conclusão do experimento destaca que, ao aquecer a água até o ponto de ebulição, observamos a formação de vapor. Esse vapor direcionado, cria um jato que, por sua vez, impulsiona o cata-vento, gerando um movimento de rotação.

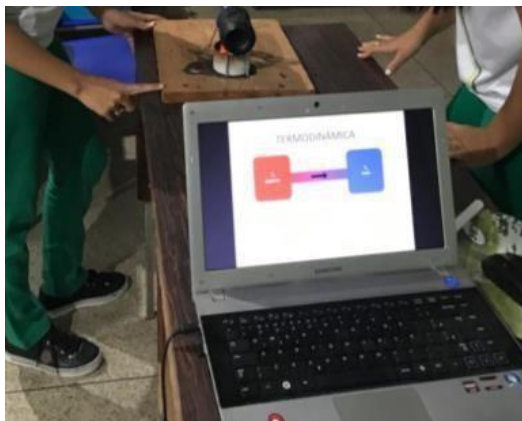
Esse estudo ilustra de maneira prática os princípios básicos de um motor a vapor, proporcionando uma compreensão visual e tangível dos conceitos da termodinâmica.

Figura 5 - Aplicação do experimento



Fonte: autoria própria (2023)

Figura 6 - Aplicação do experimento



Fonte: autoria própria (2023)

3.5 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APÓS O EXPERIMENTO

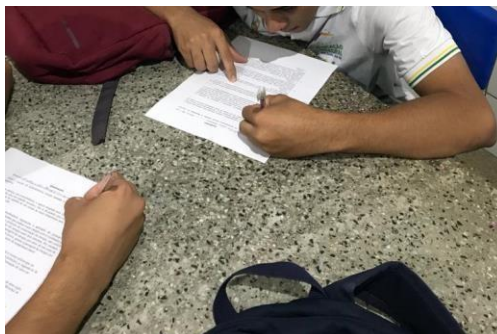
Após a conclusão do experimento, será aplicada o mesmo questionário composto por cinco perguntas, a fim de analisar o entendimento dos alunos em relação aos princípios da termodinâmica com o método de experimento caseiro.

Este questionário visa explorar detalhadamente a percepção dos discentes sobre o processo de ensino-aprendizagem, oferecendo uma visão mais abrangente sobre a eficácia da sequência didática renovada e seu impacto no desempenho e engajamento dos alunos.

O questionário abordará os princípios termodinâmicos explorados durante o experimento caseiro e buscará capturar a percepção dos alunos sobre a aplicação prática desses conceitos, assim como identificar possíveis desafios enfrentados durante o processo de aprendizagem.

Essa abordagem metodológica detalhada não apenas permite uma avaliação quantitativa do impacto do experimento, mas também fornece dados qualitativos importantes, enriquecendo a compreensão do contexto educacional e contribuindo para uma análise mais completa e holística do sucesso da sequência didática experimental.

Figura 7 - Aplicação do questionário



Fonte: autoria própria (2023)

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA E QUALITATIVA

A etapa de aplicação dos questionários, tanto antes quanto após o experimento, é estrategicamente planejada para capturar a evolução no entendimento dos alunos, suas percepções iniciais e finais sobre a termodinâmica e os possíveis desafios enfrentados durante o processo de aprendizagem. A abordagem qualitativa dessa fase busca explorar detalhes subjetivos que complementam a análise quantitativa, proporcionando uma visão holística do impacto da sequência didática.

Em suma, a metodologia adotada neste estudo visa ir além da simples coleta de dados, buscando compreender profundamente o contexto educacional, a eficácia da sequência didática e os elementos que são importantes para uma aprendizagem mais significativa. Ao integrar análises estatísticas e qualitativas, espera-se fornecer uma base sólida para conclusões e interpretações que orientem práticas pedagógicas futuras no ensino de física.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados e discussões referentes à prática experimental realizada na Escola CETI Moderno, localizada na cidade de São Raimundo Nonato.

O objetivo central é evidenciar o impacto potencial do uso de recursos experimentais como complemento às aulas teóricas e sua contribuição significativa para o processo de aprendizagem dos alunos. Ao longo desta seção, serão analisados os questionários aplicados aos alunos antes e após a conclusão das atividades, proporcionando uma compreensão aprofundada dos efeitos da abordagem experimental no contexto educacional.

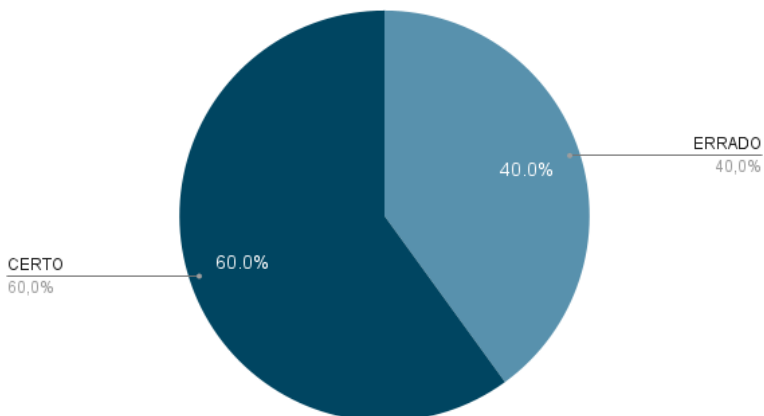
4.1 GRÁFICOS RELATIVOS AO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO

- 1) Calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro (ou de uma região para outra dentro do mesmo corpo), exclusivamente por que existe uma diferença de temperatura entre eles.

15 respostas

Gráfico 1 - Resposta da primeira

1 QUESTÃO



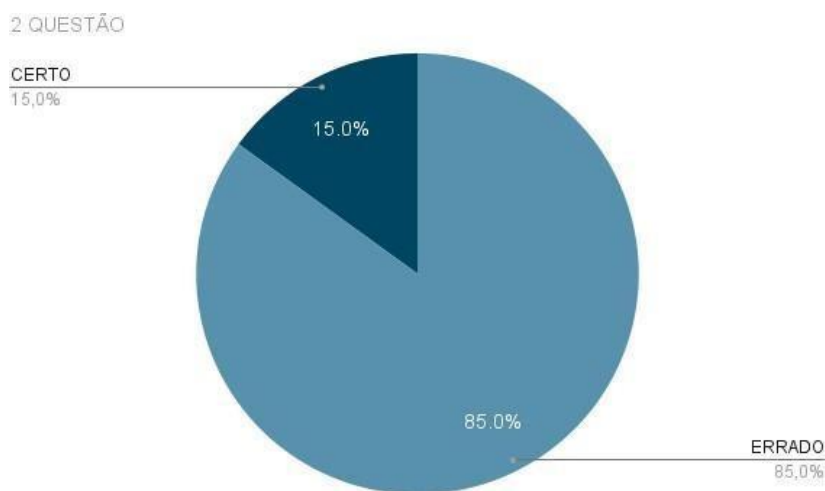
Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 1, onde foi questionado sobre ser calor um processo de transferência de energia de um corpo para outro (ou de uma região para outra dentro do mesmo corpo). Do total de 15 alunos que responderam ao questionário, 60% afirmaram corretamente que o calor é, de fato, um processo de transferência de energia, enquanto 40% responderam que é errado. Este resultado destaca a necessidade de abordagens pedagógicas que esclareçam e fortaleçam conceitos fundamentais relacionados à transferência de energia térmica.

- 2) Calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, exclusivamente por que existe uma igualdade de temperatura entre eles. Contudo, isso não significa que aumenta necessariamente a temperatura do corpo que ganha energia ou que diminui necessariamente a temperatura do corpo que perde energia.

15 respostas

Gráfico 2 - Resposta da segunda questão



Fonte: autoria própria (2023)

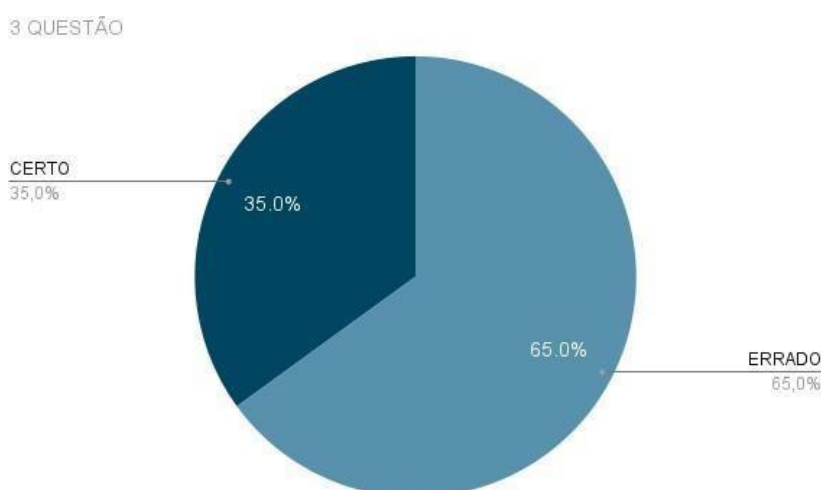
No gráfico 2, onde foi questionado se o calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, exclusivamente por que existe uma igualdade de temperatura entre eles. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 15%

afirmaram corretamente, enquanto 75% responderam que é errado.

- 3) Colocando em contato térmico dois sistemas que, isoladamente, estavam em equilíbrio térmico, podemos observar mudanças em suas variáveis temperaturas até que estas alcancem novos valores que permanecem constantes com o tempo. Dizemos, então, que os dois sistemas estão em equilíbrio térmico um com o outro. O conceito de temperatura está associado ao seguinte fato experimental, conhecido como lei zero da Termodinâmica.

15 respostas

Gráfico 3 - Resposta da terceira questão



Fonte: autoria própria (2023)

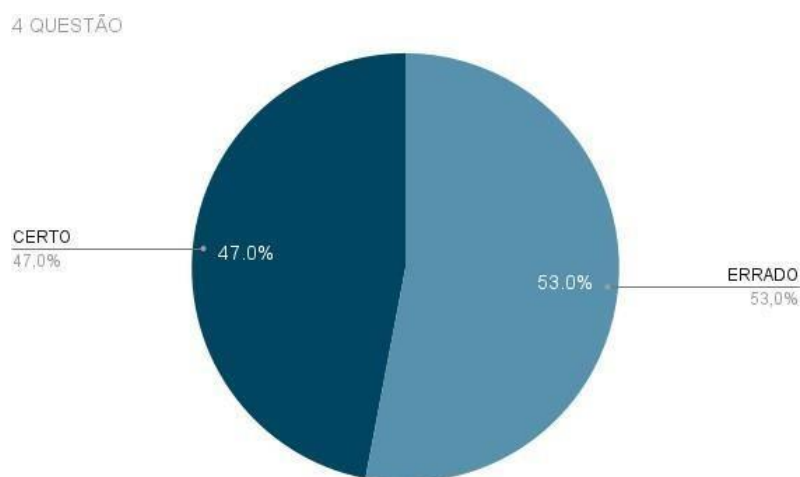
No gráfico 3, onde foi questionado se colocando em contato térmico dois sistemas que, isoladamente, estavam em equilíbrio térmico, podemos observar mudanças em suas variáveis temperaturas até que estas alcancem novos valores que permanecem constantes com o tempo. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 35% afirmaram corretamente, enquanto 65% responderam que é errado.

- 4) A energia interna U de um sistema é a soma das energias cinéticas e das energias potenciais de todas as partículas que formam esse sistema e,

como tal, é uma propriedade do sistema. Isto significa que qualquer variação ΔU na energia interna só depende do estado inicial e do estado final do sistema na transformação considerada. Além disso, se um sistema troca energia com a vizinhança por trabalho e por calor, então a variação da sua energia interna é dada por: $\Delta U = Q - W$. Este é o enunciado da primeira lei da Termodinâmica.

15 respostas

Gráfico 4 - Resposta da quarta questão



Fonte: autoria própria (2023)

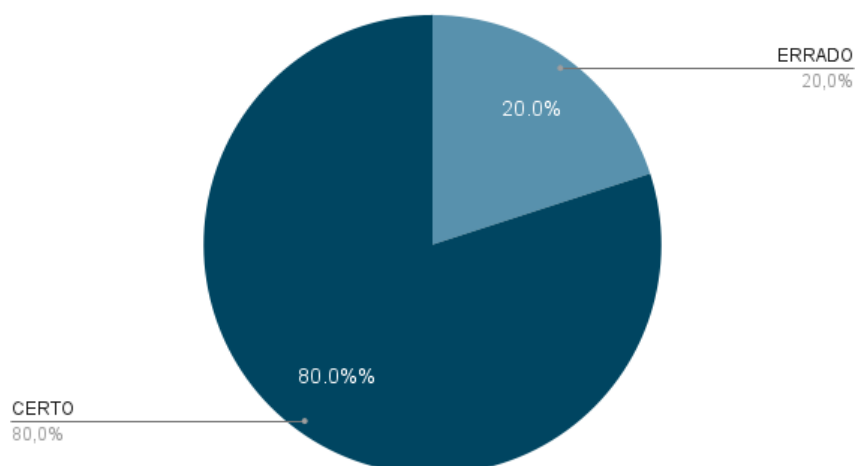
No gráfico 4, onde foi questionado se a energia interna U de um sistema é a soma das energias cinéticas e das energias potenciais de todas as partículas que formam esse sistema e, como tal, é uma propriedade do sistema. I. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 47% afirmaram corretamente, enquanto 53% responderam que é errado.

- 5) A entropia de um sistema isolado se altera se ele realiza um processo reversível e aumenta se ele realiza um processo irreversível.

15 respostas

Gráfico 5 - Resposta da quinta questão

5 QUESTÃO



Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 5, onde foi questionado se a entropia de um sistema isolado se altera se ele realiza um processo reversível e aumenta se ele realiza um processo irreversível. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 80% afirmaram corretamente, enquanto 20% responderam que é errado.

Com base nas respostas obtidas no questionário aplicado antes do experimento, é possível obter informações sobre o conhecimento prévio e as percepções iniciais dos alunos em relação aos conceitos da termodinâmica.

Observa-se que uma parcela significativa dos alunos demonstrada compreensão correta de determinados conceitos. No entanto, a presença de respostas incorretas ou divergentes em algumas questões sugere a existência de desafios conceituais que podem impactar a aprendizagem desses alunos.

Essa análise inicial, baseada nas respostas prévias ao experimento, reforça a importância da abordagem experimental planejada neste estudo. A aplicação do questionário antes do experimento não apresentou apenas uma linha de base para avaliar o progresso dos alunos, mas também áreas específicas que podem exigir uma atenção mais direcionada durante o processo de ensino.

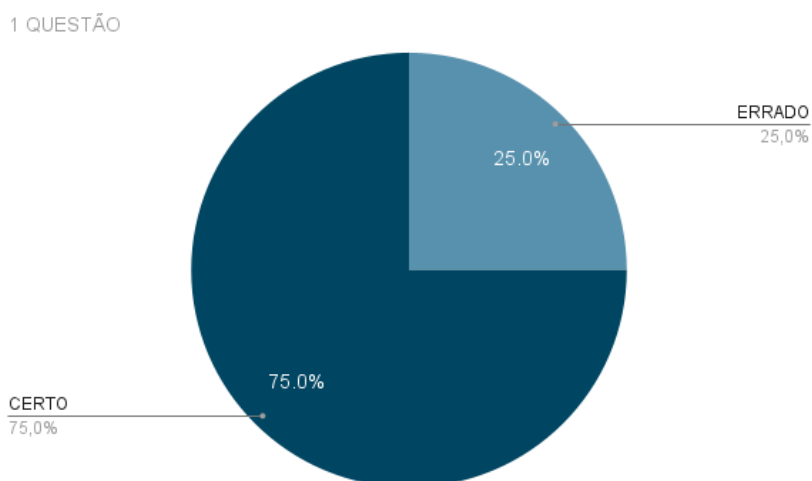
A partir desses resultados, podemos antecipar que o experimento pode atuar como uma abordagem para consolidar o entendimento, conceitos equivocados e promover uma compreensão mais abrangente dos princípios físicos relacionados à termodinâmica.

4.2 GRÁFICOS RELATIVOS AO SEGUNDO QUESTIONÁRIO

- 1) Calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro (ou de uma região para outra dentro do mesmo corpo), exclusivamente por que existe uma diferença de temperatura entre eles.

15 respostas

Gráfico 6 - Resposta da primeira questão do segundo questionário



Fonte: autoria própria (2023)

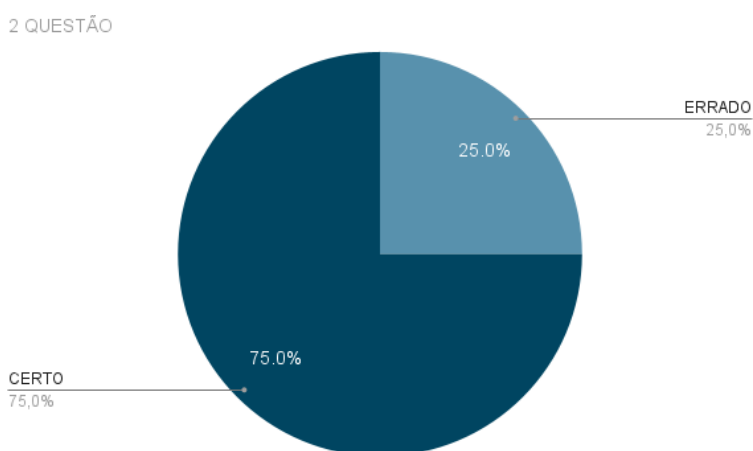
No gráfico 6, onde foi questionado após o experimento caseiro, sobre se o calor é um processo de transferência de energia de um corpo para outro (ou de uma região para outra dentro do mesmo corpo). Do total de 15 alunos que responderam ao questionário, 75% afirmaram corretamente que o calor é, de fato, um processo de transferência de energia, enquanto 25% responderam que é errado. Este resultado destaca a necessidade de abordagens pedagógicas que esclareçam e fortaleçam conceitos fundamentais relacionados à transferência de energia térmica.

- 2) Calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, exclusivamente por que existe uma igualdade de temperatura entre ele,

contudo, isso não significa que aumenta necessariamente a temperatura do corpo que ganha energia ou que diminui necessariamente a temperatura do corpo que perde energia.

15 respostas

Gráfico 7 - Resposta da primeira questão do segundo



Fonte: autoria própria (2023)

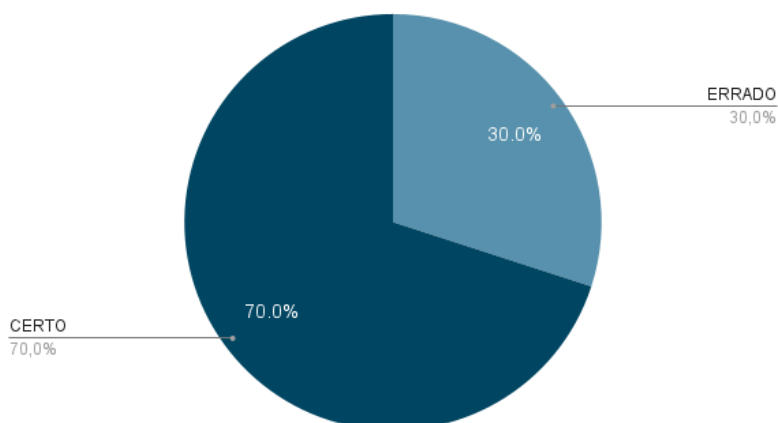
No gráfico 7, onde foi questionado se o calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, exclusivamente por que existe uma igualdade de temperatura entre eles. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 75% afirmaram corretamente, enquanto 25% responderam que é errado.

- 3) Colocando em contato térmico dois sistemas que, isoladamente, estavam em equilíbrio térmico, podemos observar mudanças em suas variáveis temperaturas até que estas alcancem novos valores que permanecem constantes com o tempo. Dizemos, então, que os dois sistemas estão em equilíbrio térmico um com o outro. O conceito de temperatura está associado ao seguinte fato experimental, conhecido como lei zero da Termodinâmica.

15 respostas

Gráfico 8 - Resposta da terceira questão do segundo

3 QUESTÃO



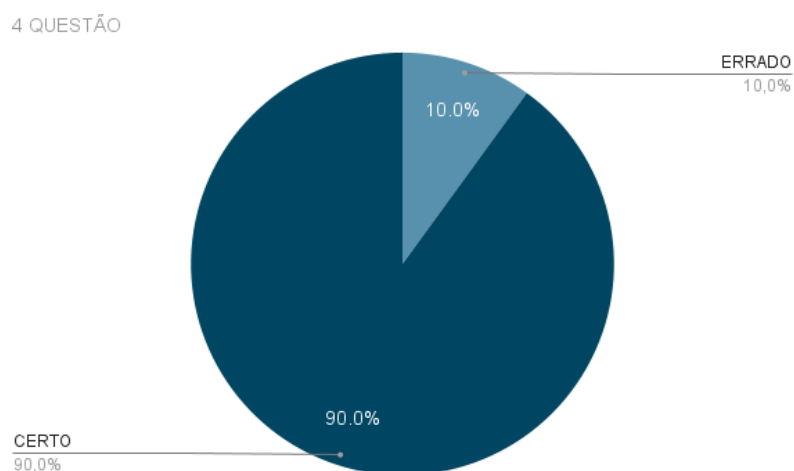
Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 8, onde foi questionado se colocando em contato térmico dois sistemas que, isoladamente, estavam em equilíbrio térmico, podemos observar mudanças em suas variáveis temperaturas até que estas alcancem novos valores que permanecem constantes com o tempo. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 70% afirmaram corretamente, enquanto 30% responderam que é errado.

- 4) A energia interna U de um sistema é a soma das energias cinéticas e das energias potenciais de todas as partículas que formam esse sistema e, como tal, é uma propriedade do sistema. Isto significa que qualquer variação ΔU na energia interna só depende do estado inicial e do estado final do sistema na transformação considerada. Além disso, se um sistema troca energia com a vizinhança por trabalho e por calor, então a variação da sua energia interna é dada por: $\Delta U = Q - W$. Este é o enunciado da primeira lei da Termodinâmica.

15 respostas

Gráfico 9 - Resposta da quarta questão



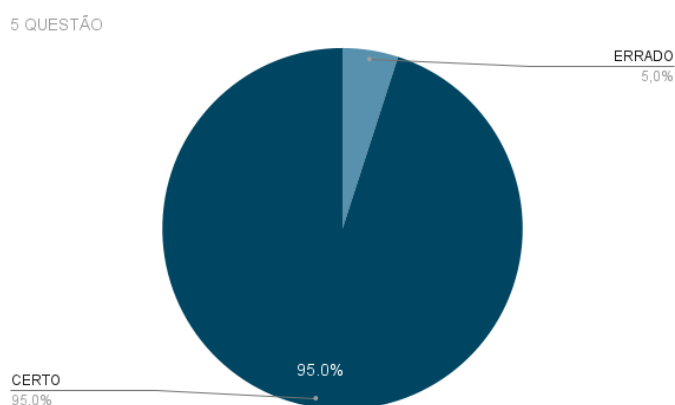
Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 9, onde foi questionado se a energia interna U de um sistema é a soma das energias cinéticas e das energias potenciais de todas as partículas que formam esse sistema e, como tal, é uma propriedade do sistema. I. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 47% afirmaram corretamente, enquanto 53% responderam que é errado.

- 5) A entropia de um sistema isolado se altera se ele realiza um processo reversível e aumenta se ele realiza um processo irreversível.

15 respostas

Gráfico 10 - Resposta da quinta questão



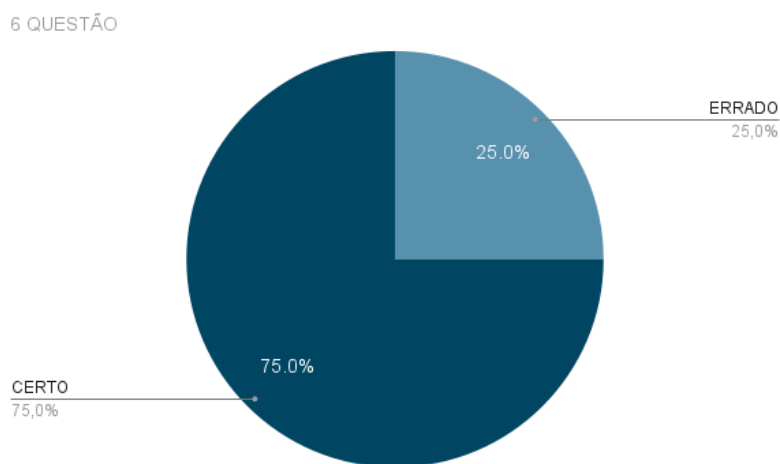
Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 10, onde foi questionado se a entropia de um sistema isolado se altera se ele realiza um processo reversível e aumenta se ele realiza um processo irreversível. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 95% afirmaram corretamente, enquanto 5% responderam que é errado.

- 6) Máquina térmica, em termodinâmica, é aquela integrada num sistema que realiza a conversão de calor em trabalho mecânico. Isto se dá quando uma fonte de calor leva uma substância de trabalho de um estado de baixa temperatura para um estado de temperatura mais alta.

15 respostas

Gráfico 11 - Resposta da sexta questão



Fonte: autoria própria (2023)

No gráfico 11, onde foi questionado se uma máquina térmica, em termodinâmica, é aquela integrada num sistema que realiza a conversão de calor em trabalho mecânico. Dos 15 alunos que responderam ao questionário, 75% afirmaram

corretamente, enquanto 25% responderam que é errado.

Observa-se, por meio dos dados quantitativos, que houve uma melhoria substancial no conhecimento dos alunos em relação aos conceitos da termodinâmica.

O aumento significativo nas porcentagem de respostas corretas sugere que a abordagem prática adotada foi eficaz na consolidação dos conceitos teóricos, demonstrando a relevância e o impacto positivo das atividades experimentais no processo de aprendizagem.

Além disso, ao analisar as respostas, é possível identificar uma maior clareza na articulação dos conceitos, proporcionando uma compreensão mais profunda e uma capacidade aprimorada de aplicar o conhecimento adquirido.

Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que uma abordagem experimental, quando integrada a uma sequência didática bem estruturada, é eficiente em promover uma aprendizagem mais significativa e rigorosa. O experimento não apenas despertou o interesse dos alunos, mas também proporcionou um ambiente de aprendizagem dinâmico, onde a teoria foi vivenciada de maneira tangível.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foi investigado a influência de uma sequência didática experimental, centrada na construção de um motor a vapor caseiro, no processo de ensino-aprendizagem de conceitos termodinâmicos no contexto da disciplina de física. Os resultados e discussões apresentados revelam informações importantes sobre a eficácia dessa abordagem pedagógica inovadora.

A revisão bibliográfica inicial permitiu uma maior compreensão dos fundamentos teóricos relacionados à sequência didática, ensino de física e atividades experimentais.

A aplicação do questionário inicial trouxe informações sobre o conhecimento prévio, as expectativas e a percepção inicial dos alunos em relação à termodinâmica. A etapa subsequente, centrada na aplicação do experimento didático, foi crucial para proporcionar uma vivência concreta dos conceitos envolvidos na sala de aula.

As respostas pós-experimento revelaram um aumento notável na compreensão dos alunos, indicando que a sequência didática experimental teve um impacto positivo no processo de aprendizagem. Os resultados quantitativos e qualitativos apontaram para uma maior clareza na articulação dos conceitos, demonstrando uma assimilação mais aprofundada dos princípios termodinâmicos.

Em resumo, os resultados obtidos sustentam a tese de que abordagens pedagógicas inovadoras e experimentais, quando cuidadosamente integradas, podem ser instrumentos eficazes para promover uma aprendizagem mais significativa e rigorosa. Este trabalho não apenas contribui para a compreensão da eficácia da sequência didática experimental, mas também destacou a importância contínua de exploração de métodos educacionais que envolvem e inspiram os alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Valéria Freitas. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio**: em busca de melhores resultados de aprendizagem. Dissertação de mestrado pós-graduação em Ensino de ciências (ensino de física). Dezembro, 2006.

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-4, 2005.

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática?. **Entrepalavras**, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, Ricardo Castro de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. **Revista triângulo**, v. 11, n. 1, p. 151-162, 2018.

GRANDO, Jaison; MACEDO, Marcio de. Adaptação: o contraste entre o ensino tradicional e a interferência da era digital no processo de ensino. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/Jailson-Grando.pdf>>. Acesso em: 15 Nov. 2018.

KOCHAN, Keity Alesandra; STACHESKI, Geison Carlos. **Dificuldades de aprendizagem em física**. Centro Universitário Internacional UNINTER. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 2º Semestre - 2020.

MANZATTO, Luciane. Qualidade de Vida no Trabalho: Avaliação Quali/Quanti de Motoristas de uma Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) Faculdade de Educação Física.

MELO, Pâmella Raphaella. **"Segunda lei da termodinâmica"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-da-termodinamica.htm>. Acesso em: 03 de dez. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

NICOMEDES, Mário Pereira. et al. Aplicação da física experimental em escolas públicas do Brejo Paraibano. **XI encontro de Iniciação a Docência**, UFPB-PRG, p.1-7, 2008.

OLIVEIRA, Mário José de. **Termodinâmica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

SANTOS FILHO, Jailton dos. As Leis da Termodinâmica: contexto histórico, definições e aplicações. In: ANDRADE, Mário Celso Neves de (org.) **Termodinâmica: prática e sem mistérios**. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021. p. 33-41.

Disponível em:

<https://www.editoracientifica.com.br/artigos/as-leis-da-termodinamica-contexto-historico-definicoes-e-aplicacoes>. Acesso em: 08. dez. 2021.