



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGEICIMA**



FERNANDO DE JESUS SOUZA

**AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA:
APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA
TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE**

**São Cristóvão
2023**

FERNANDO DE JESUS SOUZA

**AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA:
APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA
TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE**

Dissertação de Mestrado Acadêmico apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECIMA, da Universidade Federal de Sergipe como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador(a): Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro
- UFS

**São Cristóvão
2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S729s Souza, Fernando de Jesus.
As simulações educacionais no ensino de Física : aplicando uma
UEPS sobre a primeira Lei da Termodinâmica utilizando a
abordagem POE / Fernando de Jesus Souza ; orientador Tiago
Nery Ribeiro. – São Cristóvão, SE, 2023.
156 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Educação - Sergipe. 2. Física (Ensino médio). 3. Estratégias de
aprendizagem. 4. Termodinâmica. I. Ribeiro, Tiago Nery, orient. II.
Título.

CDU 37.015.31:53(813.7)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIMA**



FERNANDO DE JESUS SOUZA

**AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA
UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A
ABORDAGEM POE**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
07 DE JUNHO DE 2023

Documento assinado digitalmente



TIAGO NERY RIBEIRO
Data: 07/06/2023 21:19:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro (Orientador)
PPGECIMA/UFS

Documento assinado digitalmente



DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA
Data: 08/06/2023 07:06:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Divanízia do Nascimento Souza
PPGECIMA/UFS

Documento assinado digitalmente



JOAO PAULO MENDONCA LIMA
Data: 14/06/2023 11:52:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Paulo Mendonça Lima
DQCI/UFS

AGRADECIMENTOS

Ao longo desse período de mestrado, de muito esforço, dedicação e empenho, enfrentei muitos obstáculos e dificuldades, que me fizeram crescer e acreditar que seria possível chegar até aqui! Agradeço imensamente a Deus, pela minha vida e saúde, por me sustentar e me permitir enfrentar os desafios.

A minha família, em especial a minha mãe Maria Madalena, por me proporcionar a educação necessária para seguir na carreira acadêmica, pela paciência, amor e orações.

A meu orientador, o Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro, pela oportunidade de me orientar durante a construção dessa dissertação, com o suporte necessário para meu êxito. Pela confiança, incentivo e a aprimoramento do meu trabalho. Gratidão!

A minha banca examinadora, formada pelos professores, Dra. Divanizia do Nascimento Souza e Dr. João Paulo Mendonça Lima, por terem aceitado o convite e contribuir em minha pesquisa, dando orientações adequadas para o melhor desempenho da minha dissertação.

Aos alunos e a direção do Colégio, onde desenvolvi a pesquisa, por permitirem o meu acesso ao campo de estudo, e a disponibilidade.

A minha esposa, Cassiana, por trilhar comigo essa trajetória do mestrado, pela paciência, carinho e compreensão. Por me incentivar e acreditar que conseguiria alcançar meu objetivo, por ser minha fortaleza. Gratidão!

RESUMO

A termodinâmica integra o estudo das leis que regem as relações entre calor, trabalho e outras formas de energia, sobre tais conceitos os alunos do ensino médio apresentam concepções alternativas, o que dificulta a aprendizagem e torna o Ensino de Física mais desafiador. Desse modo, o uso de técnicas de ensino mais colaborativos que permitam a participação ativa dos estudantes é uma maneira de elevar os níveis de aprendizado. Em vista disso, este trabalho objetivou investigar a evolução conceitual sobre a primeira lei da termodinâmica dos alunos do 2º ano do ensino médio a partir de simulações educativas com método POE (prever, observar, explicar) em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). O estudo foi realizado em uma escola da rede estadual de Poço Verde/SE, utilizando-se assim, da abordagem qualitativa e estudo de caso. Os resultados demonstraram que a aplicação da UEPS, com o uso e manuseio das simulações e o método POE, aumentou o engajamento da turma e os envolveu em todo o processo de aprendizagem, motivando a realizar todas as etapas na busca do confronto de hipóteses. Podemos então concluir que a UEPS com uso de simulações com método POE sobre a primeira lei da termodinâmica, desenvolvida e aplicada durante esta pesquisa pode ser uma possibilidade para o ensino de física e elevar a aprendizagem significativa de conceitos da termodinâmica.

PALAVRAS-CHAVE: termodinâmica; simulações; engajamento; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Thermodynamics integrates the study of the laws that govern the relationships between heat, work and other forms of energy, about such concepts high school students present alternative conceptions that do not always match the scientific explanation of the terms, which makes learning difficult and makes the most challenging Physics Teaching. Thus, the use of more collaborative teaching techniques that allow the active participation of students is a way to raise learning levels. In view of this, this work aimed to investigate the conceptual evolution of the first law of thermodynamics of students in the 2nd year of high school based on educational simulations with the POE method (predict, observe, explain) in a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS). The study was carried out in a state school in Poço Verde/SE, using a qualitative approach and a case study. The results showed that the application of the UEPS, with the use and handling of the simulations and the POE method, increased the class's engagement and involved them in the entire learning process, motivating them to carry out all the steps in the search for the confrontation of hypotheses. We can therefore conclude that UEPS with the use of simulations with the POE method on the first law of thermodynamics, developed and applied during this research, can be a possibility for teaching physics and increasing the significant learning of thermodynamics concepts.

KEYWORDS: thermodynamics; simulations; engagement; meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Passos sequenciais para elaboração de UEPS	40
Figura 2: Imagem da Simulação Estados da Matéria.	47
Figura 3: Imagem Simulações disponíveis para a área de Calor e temperatura.....	48
Figura 4: leitura coletiva do trecho de notícia “Maior termelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe	53
Figura 5: locomotiva de trem.	63
Figura 6: funcionamento de uma termelétrica	65
Figura 7: exibição do vídeo: Funcionamento de uma locomotiva e usina termelétrica	67
Figura 8: Conservação da energia baseado no princípio da termodinâmica	72
Figura 9: Transformação de energia em uma locomotiva de trem.....	73
Figura 10: Esquema de gás preso em recipiente sofrendo aquecimento.	74
Figura 11: esquema de gás realizando trabalho.....	75
Figura 12: Esquema de trabalho sendo realizado sobre um gás.	76
Figura 13: Representação transformação isotérmica.	83
Figura 14: Representação transformação isocórica.	84
Figura 15: Representação da transformação isobárica.	85
Figura 16: Representação transformação adiabática.	86
Figura 17: Simulação estados da matéria.	87
Figura 18: Alunos desenvolvendo simulação em laboratório.	87
Figura 19: Simulação gases introdução.	91

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respostas questão 1 do teste inicial.....	54
Gráfico 2: Respostas questão 2 do teste inicial.....	56
Gráfico 3: Respostas da questão 3 do teste inicial.....	57
Gráfico 4: Respostas questão 4 do teste inicial.....	60
Gráfico 5: Respostas questão 5 do teste inicial.....	61
Gráfico 6: Respostas questão 6 do teste inicial.....	62
Gráfico 7: Respostas “Qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoeletrica?”	65
Gráfico 8: Respostas “A máquina tem rendimento de 100%?”	70
Gráfico 9: Respostas questão 2 da atividade.	78
Gráfico 10: Respostas questão 3 da atividade.	79
Gráfico 11: Respostas questão 4 da atividade.	80
Gráfico 12: Respostas a questão 3 da simulação.	89
Gráfico 13: Respostas momento explicação da simulação.....	94
Gráfico 14: Respostas questão 1, teste final.	96
Gráfico 15: Respostas da questão 2 teste final.	98
Gráfico 16: Respostas a questão 3 do teste final.	99
Gráfico 17: Respostas a questão 4 do teste final.	100
Gráfico 18: Respostas a questão 5 do teste final.	101
Gráfico 19: Respostas questão 6 teste final.	103
Gráfico 20: Repostas a questão 1 teste de satisfação.	104
Gráfico 21: Respostas a questão 2 teste de satisfação.....	104
Gráfico 22: Respostas questão 3 teste de satisfação.....	105
Gráfico 23: Respostas questão 4 do teste de satisfação.....	105
Gráfico 24: Respostas questão 5 do teste de satisfação.....	106
Gráfico 25: Respostas questão 6 teste de satisfação.....	106
Gráfico 26: Respostas questão 7 teste de satisfação.....	107
Gráfico 27: Respostas questão 8 teste de satisfação.....	107
Gráfico 28: Respostas questão 9 teste de satisfação.....	108
Gráfico 29: Respostas a questão 10 do teste de satisfação.....	108

Gráfico 30: Respostas questão 11 teste de satisfação.....	109
Gráfico 31: Respostas questão 12 do teste de satisfação.....	109
Gráfico 32: Respostas questão 13 do teste de satisfação.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Banco de dissertações e teses da Capes	45
Quadro 2: Cronograma de aplicação da UEPS	51
Quadro 3: Convenções de sinais na primeira lei da termodinâmica.	76
Quadro 4: Características das transformações termodinâmicas.	82
Quadro 5: Questões problematizadoras sobre a simulação.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concepções sobre calor e temperatura nas últimas décadas	31
---	----

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2 Fundamentação teórica.....	19
2.2 Desafios do Ensino de Física no Ensino Médio.....	22
2.3 As tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física	24
2.4 Softwares de simulação no ensino de Física.....	25
2.5 Trabalhando a primeira lei da termodinâmica.....	27
2.6 Caracterizando as concepções alternativas sobre a primeira lei da termodinâmica	28
2.7 A Teoria da Aprendizagem significativa	32
2.8 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.....	38
3. Metodologia	42
3.1 Local de realização da pesquisa	43
3.2 População a ser estudada (Participantes da pesquisa)	43
3.3 Instrumento de coleta dos dados	43
3.4 Técnica de Análise dos dados.....	43
3.5 Aspectos éticos	44
3.6 A escolha do software	44
3.7 Manuseando o software	47
3.8 Prever, Observar e Explicar (POE).....	49
3.9 Aplicação da UEPS	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 PRIMEIRO ENCONTRO – Situação inicial.....	52
SEGUNDO ENCONTRO: Situação-problema	63
TERCEIRO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo	72
QUARTO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo (continuação)	81
QUINTO ENCONTRO: NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA	86
SEXTO ENCONTRO: Conclusão da unidade de ensino e Avaliação	95
ANEXOS	118
ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	118
APÊNDICES	119
APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	119
APÊNDICE B – TERMO DE ANUÊNCIA E INFRAESTRUTURA.....	123

APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS ..	124
APÊNDICE D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE	125
APÊNDICE E: Texto notícia “Maior termoelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe”	126
APÊNDICE F: TESTE INICIAL.....	127
APÊNDICE G: ATIVIDADE “COMO FUNCIONA UMA LOCOMOTIVA” E O “ENERGIA TERMOELÉTRICA”	128
APÊNDICE H: SLIDES COM PRINTS “COMO FUNCIONA UMA LOCOMOTIVA” E O “ENERGIA TERMOELÉTRICA”	130
APÊNDICE I: ATIVIDADE SOBRE A EXPOSIÇÃO DE CONTEÚDO	131
APÊNDICE J: SLIDES EXPOSIÇÃO DE CONTEÚDO “PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA”	132
APÊNDICE K: TESTE FINAL.....	133
APÊNDICE L: AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO	134

1. Introdução

A Física possui grande abrangência na sociedade atual, por estar atrelada ao mundo real e cotidiano, tem contribuído significativamente para a compreensão de fenômenos. O uso de tais conhecimentos tem levado a analisar os fenômenos naturais, e suas implicações na vida cotidiana, ao ponto de compreender a complexidade da natureza. No entanto, na escola a Física tem enfrentado diversos problemas, seja pela dificuldade apresentada pelos alunos, ou mesmo as práticas de ensino.

Segundo Fiolhais e Trindade (2003) uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos, partículas subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de complexidade. Para lidar com estes empecilhos, tem sido destacada a necessidade de melhorias e utilização de recursos diferenciados, tendo relevância o uso das tecnologias no espaço escolar.

Segundo Silva, Tavares e Silva (2018), no ensino de física podemos destacar os programas de computador, os quais se apresentam como uma importante ferramenta de representação conceitual dos fenômenos físicos, que tem por objetivo auxiliar o professor na tradução, modelagem e representação desses fenômenos que despertem o interesse e consolidem o sucesso dos alunos.

Os softwares de simulação têm inúmeras funções no ensino de Física, desde a representação do fenômeno, permitindo a testagem e confirmação de teorias já consolidadas, com a possibilidade de aplicação de fórmulas e variáveis, além de problematizar as concepções iniciais dos estudantes sobre um tema, estimulando a curiosidade e a investigação científica. Para Heckler, Saraiva e Filho (2007), as animações e simulações permitem demonstrar processos não visíveis, representados apenas por imagens nos livros didáticos, possibilitando observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, com apoio de uma espécie de laboratório virtual, que apresenta os alunos a física experimental e não puramente conceitual e memorizável.

Por isso, em diversas áreas da Física as simulações são amplamente utilizadas. Em Física térmica, por exemplo, as simulações podem além de viabilizar

processos, trabalhar conceitos como temperatura, calor, trabalho, energia, máquinas térmicas, nem sempre compreendidos, pelo seu alto grau de abstração, podendo realizar uma conexão direta com as questões sociais que atuam nesse contexto.

Para Medeiros e Medeiros (2002), as simulações computacionais vão além das simples animações. Elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo, a realidade virtual, que podem ser classificadas em certas categorias gerais baseadas fundamentalmente no grau de interatividade entre o aprendiz e o computador. Com uso das simulações os estudantes são convidados a experimentar de maneira virtual, manuseando e engajando numa atividade interativa, além de possibilitar a argumentação e investigação científica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também ressalta a importância de consolidar práticas argumentativas com utilização das mídias, segundo o documento é preciso que os alunos aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis (BRASIL, 2018).

O uso das simulações, acompanhada de métodos mais colaborativos e participativos dos alunos pode ser um caminho a ser traçado. Segundo Cenne (2007), cabe ao professor a tarefa de ensinar Física como uma ciência em construção, estabelecendo significados e buscando alternativas para tornar a aprendizagem significativa formando cidadãos ativos na sociedade. Levando em consideração tais aspectos, percebe-se que no ensino de conceitos, leis e aplicações da termodinâmica as simulações computacionais são uma alternativa viável, como meio de simular e promover a aplicação do conhecimento, mas isso deve ser feito com o protagonismo discente, com sua participação e engajamento.

Ao tratar sobre a termodinâmica é preciso destacar sua associação com o cotidiano, e através da simulação exemplificar a forma de energia presente nas interações entre os corpos, permitindo uma interpretação mais rigorosa da aplicação dos conceitos de trabalho e energia.

Partindo desse contexto, optou-se por utilizar como conteúdo norteador do trabalho a primeira lei da termodinâmica, que trata do princípio da conservação da

energia para os sistemas termodinâmicos, questão nem sempre compreendida pelos alunos, que apresentam concepções alternativas sobre calor, temperatura, energia e trabalho, que nem sempre condiz com a explicação científica dos termos. Para Mortimer e Amaral (1998) o estudo, no ensino médio, dos processos termoquímicos envolvem o uso de alguns conceitos como energia, calor, temperatura que fazem parte do cotidiano, no entanto, não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem comum, como resultado há dificuldades de aprendizado e de avanços em conceitos mais complexos.

Por isso, coloca-se a primeira lei da termodinâmica como tema central de análise das simulações em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, já que, na termodinâmica além do calor, os alunos se deparam com o conceito de temperatura, que geram interpretações erradas e construção de ideias de senso comum que deve ser reestruturada com conhecimento desta área, partindo desse princípio a aplicação das simulações podem potencializar as práticas em Física, possibilitando a interação dos alunos, agindo ativamente, prevendo, observando e explicando fenômenos.

Partindo dessa ideia, resolvemos também utilizar como base teórica de aprendizagem os princípios da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel e aprimorada por Joseph Novak, sendo que nesta teoria considera-se o que o aluno já sabe como quesito para a consolidação da aprendizagem, e utiliza-se de materiais potencialmente significativos para a evolução dos saberes, sendo o professor o mediador. No Brasil, Marco Antônio Moreira propôs as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que nada mais é do que a construção de sequências didáticas baseadas nesta teoria, tendo como base o conhecimento prévio na consolidação da aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Desse modo, pretendeu-se aplicar os princípios de uma UEPS com o uso de simulações educacionais baseado no método Prever, Observar e Explicar (POE), de modo que possibilite a motivação dos alunos ao explorar os conceitos da primeira lei da termodinâmica, gerando investigações, pela necessidade dos alunos do ensino médio atribuírem significado e construir conceitos da termodinâmica para consolidar o conhecimento científico, como uma forma de autonomia discente, o que pode auxiliar os professores e pesquisadores da área de Ensino de Física a desenvolver esse conteúdo de maneira mais significativa e atrativa no ensino médio.

Com a inquietude do trabalho cotidiano da sala de aula e acreditando na possibilidade de um ensino mais ativo e desafiador para os estudantes com o uso das tecnologias e da UEPS, projetamos o seguinte questionamento: qual a evolução conceitual dos alunos do 2º ano do ensino médio sobre a primeira lei da termodinâmica em uma UEPS a partir de simulações educativas utilizando o método POE? Será que o engajamento em sala de aula a partir de atividades com simulações educacionais interativas em uma UEPS será significativo?

Dessa forma, neste trabalho tem-se por objetivo geral investigar a evolução conceitual sobre a primeira lei da termodinâmica dos alunos do 2º ano do ensino médio a partir de simulações educativas com método POE (prever, observar, explicar) em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Para tanto, o trabalho visa atender os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes do 2º ano do ensino médio sobre a primeira lei da termodinâmica;
- Elaborar e aplicar uma UEPS sobre a 1ª lei da termodinâmica tendo como principal estratégia a utilização de simulações educativas a partir do método POE;
- Avaliar o engajamento da turma a partir do uso das simulações educativas em uma UEPS sobre a primeira lei da termodinâmica.

2 Fundamentação teórica

2.1 Ensino de Física e sua consolidação no Ensino Médio

O ensino da Física antes da Promulgação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) era vinculado ao ensino de Ciências, tendo uma abordagem até a década de 1950 na exposição dos conteúdos, sem nenhum caráter prático e experimental. Rosa e Rosa (2012) destacam que o ensino de Ciências especialmente a Física, Química e Biologia não possuíam nenhum caráter experimental, e se baseavam principalmente na transmissão de conteúdo.

Tal contexto é reflexo das teorias comportamentalistas, que tinham grande influência na educação e igualmente no ensino da Física, as dificuldades apontadas a esta teoria estão na falta de criatividade e atividade do aluno, sendo passivo, acrítico e mero reprodutor de informação e tarefas. O professor é alguém que transmite o conteúdo e exerce papel de autoridade, repetindo tarefas, ou seja, o ensino é mecânico, expositivo e repetitivo (VACONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003).

Logo, a Física só veio a ser pensada com caráter experimental e científico, a partir de 1956, devido ao grande desenvolvimento tecnológico e científico ocorrido nos Estados Unidos, assim era com base nele que o Brasil desenvolvia projetos de iniciação científica. Para Rosa e Rosa (2012), essa época ficou conhecida como a era dos projetos, quando houve uma forte tendência na capacitação de professores, produção de textos científicos e o uso de materiais para fins experimentais. Sem dúvida este período foi influenciado pela prática tecnicista que articulava a produção e a profissionalização com a finalidade de integrar o aluno no modelo social capitalista construindo mão de obra específica para o mercado de trabalho, tendo em vista a expansão da ciência e tecnologia na sociedade (TAVARES, 2018).

Um ponto central dessa proposta para o ensino de Física, foi a mudança de visão da disciplina de mecânica para experimental e a capacitação e treinamento de professores ganha um viés maior na sociedade brasileira. Segundo Moreira (2000) o novo pensar do currículo de Física no Brasil ocorreu através de um Curso internacional ocorrido nos Estados Unidos denominado Physical Science Study Committee, (PSSC), desenvolvido a partir de uma grande insatisfação dos Físicos com o ensino vigente nas Instituições de ensino.

A primeira edição do PSSC Physics foi publicada em 1960, pela D.C. Heath & Co., e sua tradução para o português, em 1963, pela Editora Universidade de Brasília. Não era, simplesmente, um novo livro de Física para a escola média. Era um projeto curricular completo, com materiais instrucionais educativos inovadores e uma filosofia de ensino de Física, destacando procedimentos físicos e a estrutura da Física (MOREIRA, 2000).

Todavia, todo esse processo ocorreu na década de 1960, e o que ainda evidenciamos na sala de aula é a mesma transmissão de informações, e a pouca interação do ensino de Física no pensar científico. Pensando-se nessa perspectiva, é preciso refletir sobre qual Física pretende-se ensinar, e de que forma ensinar, tomando como base, como os alunos aprendem.

Para isso, diferentes estudos epistemológicos têm auxiliado o ensino de Física e o próprio ensino de Ciências a realizar reformas, que levem em conta o papel mais ativo dos estudantes. Segundo Solino, Ferraz e Sasseron (2015) os trabalhos epistemológicos de teóricos como Piaget e Vygotsky, mencionam a necessidade e a importância de que o sujeito seja participante ativo do processo de aprendizagem.

Carvalho e Sasseron (2018) destacam que as reformas curriculares recentes têm destacado a importância de que práticas científicas de investigação e de argumentação sejam vivenciadas pelos estudantes nas situações de ensino e aprendizagem de ciências. Esse fato revela a intenção exposta em currículos e avaliações de que sejam oferecidas oportunidades aos estudantes para contato com elementos conceituais, sociais e epistêmicos das ciências como objetivos do ensino e da aprendizagem dessas disciplinas, isso permite refletir sobre o ensino de Física, de modo a contribuir para atuação e participação efetiva dos indivíduos em uma sociedade científica e tecnológica, construindo conhecimento sobre o mundo natural.

Assim, o intuito dessa prática curricular não é apenas apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir. Por exemplo, os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) já discutiam o quanto é necessário ter como ação pedagógica não mais “o quê ensinar de Física”, mas centrar-se “para que ensinar Física”, isso confere a ideia de que o ensino de Física visa preparar o jovem para lidar com situações reais, crises

energéticas, problemas ambientais, concepções de universos, matérias e divulgação de notícias na sociedade (BRASIL, 2000).

No entanto, mesmo com tantas propostas e orientações para o ensino de Física, ainda existe um grande paradigma nessa área que está relacionado com a ausência de aceitação dos sujeitos educacionais em vivenciar tamanha complexidade que ela exerce. Além de que, os professores e escolas apoiam o conhecimento voltado aos vestibulares, como se a Física visasse unicamente essa ideia, deixando de lado propostas de ensino que preparem o aluno para viver em sociedade e perceber a ciência Física nas relações cotidianas e sociais. Depositando o conhecimento e promovendo a passividade do alunado.

Para Moreira (2014) esse tipo de visão do ensino faz parte da educação bancária proposta por Paulo Freire na qual o conteúdo é transmitido mecanicamente, sem significância, assim o aluno apenas “decora” os conteúdos nele depositados. Isso exerce uma enorme influência desse distanciamento entre a Física e o aluno.

De acordo com Moreira (2014) são vários fatores que comprometem o ensino aprendizagem da Física, que sobrepõe à falta e despreparo dos professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível. Desse modo, muitas vezes o ensino encontra-se fragmentado, com professores desmotivados e pouca perspectiva de mudanças. Para Araújo e Moraes (2012) normalmente o ensino da Física é marcado pela focalização desproporcional dos aspectos formais e matemáticos, dificultando que o aluno desenvolva um verdadeiro raciocínio físico acerca do problema abordado.

É preciso ainda repensar sobre as situações de ensino nas aulas de Física, pois nem sempre o conteúdo é abordado de maneira significativa e seus conhecimentos prévios não são levados em conta, segundo Moreira (2021) as situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade e abstração. As primeiras situações devem ser do entorno do aluno. Ao contrário ocorre, pois no ensino de Física muitas situações não fazem sentido para os alunos e, muitas vezes, em níveis de abstração e complexidade acima de suas capacidades cognitivas. Acreditamos que é nesse instante que o ensino da Física “perde” os alunos que, por sua vez, começam a não gostar da Física.

Cabe ressaltar que a didática desenvolvida em sala de aula é primordial para que a Física se consolide, pois a forma fragmentada de ensino não contribui para a construção de competências e habilidades, dessa forma para que as dificuldades do ensino da Física sejam sanadas é preciso maior dinamismo do professor. “No ensino de Física, de modo particular, faz-se necessária essa reflexão e a forma como a disciplina é trabalhada, levando em conta, nesse processo, que o professor deve ser um mediador.” (HEINECK; VALIATI, 2008, p. 95)

2.2 - Desafios do Ensino de Física no Ensino Médio

Os documentos oficiais do currículo e as pesquisas empregadas no ensino de Física apontam para diversos desafios, dentre eles sem dúvida a questão do alcance da melhor qualidade desse ensino, com vistas a qualificação dos alunos para a ciência e tecnologia e para os fenômenos cotidianos, já que, a Física está presente constantemente na sociedade, são prioridades.

Em relação ao ensino de Física, propostas como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, voltadas para a disciplina, apontam para a formação de um cidadão que possa participar e intervir na sua realidade, assegurando acesso ao conhecimento historicamente elaborado e a prática científica, formando estes para a alfabetização científica, com a finalidade de serem capazes de resolverem problemas (GRASSELLI, 2019).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais a Física é apresentada como um conjunto de competências que possibilitam lidar com fenômenos naturais e tecnológicos, para tanto é necessária a introdução da linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas, desse modo, o uso de diferentes estratégias como a problematização e experimentação levam ao reconhecimento e aplicação da Física no cotidiano (BRASIL, 1997).

Em oposição a isso, o ensino de Física encontra dificuldades no ensino médio, as avaliações demonstram uma baixa interpretação dos fenômenos físicos, sem contar a fragilidade dos alunos em conceitos básicos e na própria matemática, linguagem essencial para a área. Para Bonadiman e Nonenmacher (2007) existem algumas causas para tal fenômeno são eles:

1. A pouca valorização do profissional do ensino e as precárias condições de trabalho do professor;
2. A qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física Matemática e conceitual;
3. Distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos;
4. A falta de contextualização dos conteúdos;
5. A fragmentação dos conteúdos;
6. Pouca valorização das atividades experimentais;

Apesar de apontar algumas dificuldades percebemos na prática de ensino que os desafios são muito mais complexos e exigem atenção dos professores e pesquisadores. Para Rodrigues e Carvalho (2002) de nada adianta o professor participar dos cursos de formação continuada, ter contato com novas metodologias de ensino e aprendizagem, se ao retornar para sua sala de aula retoma sua antiga maneira de lecionar. O professor precisa adotar uma postura crítica e reconhecer a relação íntima que existe entre interesse e conhecimento.

No ensino de Física, de modo particular, faz-se necessária essa reflexão e a forma como a disciplina é trabalhada, levando em conta, nesse processo, que o professor deve ser um mediador. O que se busca fazer, atualmente, são esforços de professores para que tais fatos pedagógicos ocorram e que sejam desenvolvidos em sala de aula e no período destinado a disciplina, pois na maioria das escolas é quase impossível solicitar, por exemplo, que seus alunos busquem, em horários extras, conhecimentos nas bibliotecas escolares, pois estão desatualizadas ou com acervo pequeno de modo que não atendem as necessidades (HEINECK; VALIATI, p. 95, 2008).

Como aponta as orientações curriculares para a área, a Física escolar é diferente da ciência Física. Os saberes ensinados são simplificados para possibilitar seu ensino, é preciso assumir também as práticas como referências e formas de articular teoria e prática, pois, além das pesquisas científicas, fundamentais ou aplicadas, também as práticas domésticas, industriais, ideológicas, políticas e tecnológicas, bem como suas funções sociais, devem servir às escolhas didáticas. Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparatos tecnológicos, de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais, buscando uma relação entre a física e a carreira profissional, pois a principal questão é pensar como esse conhecimento se relaciona futuramente nas práticas profissionais e sociais (BRASIL, 2006).

Mas, o que grande parte dos professores se questionam é como alcançar tal objetivo? Heineck e Valiati (2008) em seus estudos sobre ensino e aprendizagem em

física, constatou que grande parte dos alunos não se interessa pela disciplina de Física devido as dificuldades na assimilação e compreensão dos fenômenos físicos, destacando que isso ocorre pelo tipo de ensino a eles apresentado. Por isso, antes de formular ideias e questões problematizadoras com os alunos, primeiro é necessário atentar-se aos erros, buscando a causa do erro, de modo a intervir de maneira consciente, a partir de então é possível montar estratégias eficazes.

Para Heineck e Valiati (2008) isso exige que tenhamos professores reflexivos, no qual sua reflexão-na-ação equivale a ser crítico, a pensar o que pode ser melhorado para o alcance de resultados mais satisfatórios, motivando o e estimulando as capacidades dos alunos.

2.3 As tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física

As tecnologias da informação e comunicação (TDIC) acompanham a educação com objetivo de auxiliar e potencializar as práticas de ensino, e facilitar a compreensão de conceitos e temáticas específicas, já que, os recursos tradicionalmente estabelecidos não têm dado conta da aprendizagem dos alunos. Porém, essa inovação exige uma abordagem diferenciada do professor, é preciso que o aluno interaja com as tecnologias e sejam motivados a utilizá-las para sanar dúvidas, promover questionamentos e reverter dificuldades.

Segundo Kenski (2007) o uso das tecnologias associadas a imagem, som, e o movimento oferecem informações mais realistas sobre o que está sendo ensinado e quando bem utilizadas provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado.

Por isso, discute-se sobre a necessidade das inovações didáticas e curriculares com a incorporação das novas tecnologias como conteúdos básicos, para contribuir com os contextos de ensino e as culturas que se desenvolvem fora do âmbito escolar, que acompanham os jovens. Nesse sentido, o aluno ao utilizar as novas tecnologias poderá integrar os conhecimentos e estará capacitado para discutir sobre informações, reconhecendo o papel das tecnologias para a sua vida. A ideia é colocar o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz, com auxílio do professor, entendendo que a educação não é somente a transferência de

conhecimento, mas um processo de construção do conhecimento pelo aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual (MERCADO, 2002).

Apesar disso, a inserção das tecnologias nas escolas é pouco observável, muitos professores não sabem como lidar com essas ferramentas, ou mesmo resistem em trabalhar com as tecnologias. Mas por que isso acontece? De acordo com Mercado (2002) a formação do docente para as novas tecnologias é falha, pois é preciso formá-los da mesma maneira que se espera que eles atuem, porém, grande parte das instituições não possuem equipamentos adequados e os componentes curriculares para essa área é mínimo.

Cabendo ao professor ao formar-se e experienciar a sala de aula, recriar estratégias de ensino, incorporando uma metodologia que levem em consideração: o conhecimento das novas tecnologias e a maneira de aplicá-las; estímulo a pesquisa como base de construção do conteúdo a ser veiculado através do computador; capacidade de provocar hipóteses e deduções que possam servir de base para a construção e compreensão de conceitos; habilidade de permitir que o aluno justifique as hipóteses que construiu e discuta; capacidade de divulgar a análise individual e grupal dos problemas da pesquisa (MERCADO, 2002).

Ao estar engajado nesse processo de ensino cabe ao professor selecionar o melhor recurso tecnológico para determinada área ou conteúdo, pensando não só nos benefícios evidentes deste recurso mas nas limitações que podem apresentar, essa decisão nem sempre é fácil, mas é preciso pensar no papel ativo do aluno com esse recurso e como este pode auxiliar na aprendizagem dos conceitos.

2.4 Softwares de simulação no ensino de Física

A partir desse contexto as simulações dão um novo sentido na sala de aula, sendo um novo incremento ao ensino, isso porque a nova demanda discente necessita de incentivos diferenciados na sala de aula, e prender a atenção do aluno em sala de aula é sem dúvida uma das tarefas mais difíceis na atualidade.

Os softwares de simulação utilizados no ensino de Física têm o papel de possibilitar aos alunos a visualização de procedimentos, fenômenos e experiências que não exigiriam um laboratório sofisticado, e dependendo do uso o professor pode promover atividades de investigação científica, promover argumentação ou mesmo

deixar que estes manuseiem o simulador alterando variáveis. Segundo Silveira, Melo-Junior e Silva (2021) os softwares de simulações no Ensino de Ciências podem desempenhar diferentes funções como Instrução e avaliação, modelagem e simulação computacional, recursos multimídia e resolução algébrica.

De acordo com Guimarães, Santana e Silva (2021) no contexto da Física, ao utilizar simulações em sala de aula, seria ensinado o conteúdo ao mesmo tempo em que seria entregue a ludicidade dos jogos que muitos estudantes utilizam no dia a dia. No ensino de Física pode-se encontrar alguns softwares de simulação desde aqueles online com simulações automáticas até programas que podem ser baixados. Estes programas têm inúmeras funções, desde a representação do fenômeno, como a aplicação de fórmulas e conceitos.

Guimarães, Santana e Silva (2021) apontam algumas vantagens no uso das simulações no qual podemos utilizar no ensino por investigação, desde que seja estimulada a característica problematizadora que esta modalidade de ensino possui. Outra vantagem do uso de simulações é que, diferente dos experimentos que precisam de diversos materiais, as simulações podem ser feitas pelos estudantes até mesmo em casa, utilizando apenas um computador ou um smartphone.

Além disso, existem duas categorias de softwares educacionais que são as simulações não interativas e as interativas. As não interativas o usuário não consegue modificar a situação ou fenômeno apresentado, apenas serve como um meio visual para exemplificar conceitos, isso é o que ocorre com grande parte das figuras encontradas nos livros didáticos que compreendem meios visuais que o aluno não pode modificar já as interativas o usuário pode manusear e modificar ações, testando conceitos e fórmulas. “Em algumas simulações, o grau de interação é muito pequeno, mas a capacidade de simular qualitativamente o fenômeno é muito grande.” (MACEDO, DICKMAN e ANDRADE, 2012, p. 571).

Para tanto os alunos precisam interagir com essas simulações, assim o professor tem de aproveitar as simulações interativas e tirar o que há de melhor trazendo o aluno a pensar e a manusear esse elemento em sala de aula, pois quando um novo recurso é empregado ele precisa ser mediado e repensado, na verdade se torna um processo de constante reflexão.

O processo de aprendizagem torna-se mais efetivo se a utilização de animações não for apenas um acessório, estando incorporada à atividade docente como um elemento didático. Desta maneira, o professor poderá elaborar atividades de forma que, para responder as perguntas, os alunos tenham que interagir com as simulações, aproveitando as principais vantagens de sua utilização, como a animação e a interação. (MACEDO, DICKMAN e ANDRADE, 2012, p. 575).

É importante salientar que as simulações aliadas a uma proposta de aprendizagem significativa contribuem para repensar as práticas em Física e despertar a curiosidade dos estudantes pelos fenômenos físicos, ao perceber que grande parte dos conceitos por vezes abstratos tem lugar no cotidiano e nas práticas sociais, adquirindo algumas competências. Os próprios PCNs enfatizam que o aluno deve adquirir competências relacionadas as tecnologias dentre elas está: Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. Na educação não é diferente é preciso que o aluno manipule e saiba estabelecer relações do conhecimento físico com as novas tecnologias atrelada a educação (BRASIL, 1997).

2.5 Trabalhando a primeira lei da termodinâmica

O estudo da termodinâmica empregado no ensino médio analisa as relações entre duas formas de energia, o calor e trabalho, segundo Nogueira (2021) a termodinâmica é uma ciência dedutiva cujos conteúdos principais são derivados a partir de duas leis fundamentais, chamadas de Leis da Termodinâmica, e de uma série de resultados e observações experimentais. Com base na primeira e segunda lei, a Termodinâmica nos permite investigar as propriedades gerais de sistemas físicos reais finitos em equilíbrio com um grande número de partículas e para intervalos de tempo finitos.

Nesse sentido, podemos observar que a termodinâmica se constitui na Física através do desenvolvimento dos estudos das máquinas térmicas, e se potencializa na escola, através do estudo de diferentes conceitos complexos que geram diversas concepções alternativas nos alunos e diversas dificuldades, estes conceitos são calor, trabalho, energia interna, que são exemplificados na primeira e segunda lei da termodinâmica. Os documentos curriculares que norteiam sobre ensino de Física no Brasil propõem o estudo da termodinâmica e das máquinas térmicas, os PCNEM enfatizam em seus objetivos:

Identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando sua utilização adequada; identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas (BRASIL, 2000, p. 52).

Ao promover essa identificação os alunos inicialmente precisam diferenciar alguns conceitos um destes é o de calor que segundo Gregio (2016) corresponde à energia que está sendo recebida ou cedida, devido a uma diferença de temperatura e que ocorre, espontaneamente, da região de maior temperatura para a região de menor temperatura. Sobre trabalho Gregio (2016) enfatiza que é uma medida da energia transferida pela aplicação de uma força ao longo de um deslocamento, e energia interna define-se pela energia total considerada no sistema.

Assim, com vistas a promover uma abordagem significativa de tais conceitos e temáticas, que este trabalho utiliza a primeira lei da termodinâmica para potencializar o conhecimento sobre as formas de energia. De acordo com Martini et. al. (2016) a primeira lei da Termodinâmica, trata da conservação de energia. É por meio dela que o trabalho mecânico, o calor e a energia interna de um sistema se conservam. A primeira lei da Termodinâmica expressa o princípio de conservação de energia de um sistema considerando três formas diferentes de energia: o trabalho mecânico, a variação da energia interna e o calor. “A energia não pode ser criada nem destruída; pode apenas ser transformada de uma forma em outra, e sua quantidade total permanece constante.” (MARTINI et. al. 2016, p. 82).

Nesse princípio, se dois sistemas estiverem em contato entre si e isolados de outros sistemas, uma forma de energia poderá ser transformada em outra e, se a energia de um diminuir, a do outro terá de aumentar. Por isso, a 1ª lei da Termodinâmica é uma lei que expressa o princípio de conservação de energia de um sistema.

2.6 Caracterizando as concepções alternativas sobre a primeira lei da termodinâmica

A análise sobre o conhecimento da primeira lei da termodinâmica parte da construção dos saberes científicos construídos socialmente, que na escola são disseminados e problematizados. Todavia, tais conhecimentos divergem com as ideias espontâneas apresentadas pelos alunos do ensino médio, principalmente no que tange conceitos como calor, temperatura e energia interna. Isso ocorre, porque

os alunos interpretam o mundo que os rodeia de maneira bem diferente da forma que os cientistas estão acostumados a fazê-lo, a isso denomina-se concepções alternativas.

Segundo Pozo e Crespo (2009) as concepções alternativas também denominadas de erros conceituais, ideias intuitivas, concepções espontâneas, e etc. são conceitos diferentes daqueles defendidos pela ciência, originados na mente de cada aluno através das relações com a sociedade, do ensino escolar e da sua vivência.

Assim, essas concepções que são utilizadas para explicar os fenômenos físicos do cotidiano, não partem diretamente dos conhecimentos elaborados na escola, mas sim das observações da natureza, dos fenômenos cotidianos, da cultura, da relação com o outro. Muitas pesquisas no âmbito do ensino de Ciências têm revelado que as concepções alternativas se desenvolvem desde a infância, sendo que não se constituem em simples concepções isoladas, mas são estruturas conceituais elaboradas, que proporcionam ao indivíduo uma compreensão da realidade sob seu ponto de vista.

Essa construção nem sempre é mediada, mas por vezes espontâneas na troca de conhecimentos e experiências com outros indivíduos, cada aluno acaba construindo um conjunto de representações sobre o mundo que é particular. Para Krause e Scheid (2018) as concepções alternativas, em geral, são incoerentes com o conhecimento científico, pois nelas estão contidas as bases (ou esquemas mentais) de erros conceituais que os estudantes manifestam quando precisam resolver problemas que exigem o conhecimento científico.

O grande problema enfrentado por professores de Física é desconstruir essas concepções dos alunos e apresentá-los o conhecimento científico, já que, há uma certa resistência a estes saberes. Segundo Krause e Scheid (2018) esta resistência à mudança parece ser também uma das características mais marcantes das concepções alternativas, pois grande parte dos alunos do ensino médio apresentam um padrão de respostas para os mesmos fenômenos e conceitos. O amplo poder explicativo das concepções alternativas ocorre porque o indivíduo, não se preocupa muito com a coerência e com a abrangência dos conceitos e, ao mesmo tempo, apoia-se em uma visão egocêntrica do mundo. O fato é que, para explicar situações

inteiramente opostas, muitas vezes, os alunos usam as mesmas explicações, fazendo apenas suas modificações para explicar o fenômeno, mas sem reduzir o nível da sua validade.

Em estudo realizado por Valadares (1995) são analisadas as características das concepções alternativas que se resumem em:

1. *persistência das concepções*, muitas das representações dos alunos são comuns a alunos do ensino básico, do ensino secundário e até do ensino universitário;
2. *homogeneidade e universalidade das concepções alternativas*, existe semelhança de respostas e explicações para os mesmos fenômenos físicos;
3. *analogia entre concepções alternativas dos alunos e concepções históricas*, existe uma relação muito próxima das concepções alternativas dos alunos, quando confrontados com os conhecimentos históricos, como por exemplo as ideias primitivas de Aristóteles;
4. *as concepções alternativas surgem muitas vezes escondidas pela linguagem técnica*, os estudantes que têm sucesso na resolução de questões de aplicação de determinado conhecimento físico, e que revelam ter um bom domínio da linguagem técnica e do formalismo matemático, também possuem concepções alternativas que transparecem quando são sujeitos a questões não triviais ou a entrevistas do tipo piagetiano para análise de experiências práticas;

Sabendo-se disso, na primeira lei da termodinâmica objeto do conhecimento deste trabalho é tratada a concepção da conservação de energia, no qual os alunos deparam-se com conceitos como trabalho, energia interna, calor e temperatura, sendo comum as concepções alternativas para estes conceitos revelarem uma realidade de observações espontâneas que se materializam em ideias distante do saber científico.

De acordo com Martini et. al. (2016), a primeira lei da Termodinâmica, trata da conservação de energia, e é por meio dela que o trabalho mecânico, o calor e a energia interna de um sistema se conservam. A primeira lei da Termodinâmica é uma lei que expressa o princípio de conservação de energia de um sistema considerando três formas diferentes de energia: o trabalho mecânico, a variação da energia interna e o calor.

Na tentativa de reconhecer e analisar as concepções alternativas dos alunos sobre esse tema, diversas pesquisas foram empregadas e tem demonstrado resultados semelhantes quanto aos conceitos como calor e temperatura como mostra o quadro abaixo:

Tabela 1: Concepções sobre calor e temperatura nas últimas décadas

CONCEPÇÕES SOBRE CALOR E TEMPERATURA		
Autores	Concepção sobre calor	Concepção sobre temperatura
Silva, Fernandez-Neto e Carvalho (1998)	Calor é entendido como uma substância, uma espécie de fluído, como às vezes o frio ganha uma conotação semelhante e contrária; Calor está associado às temperaturas altas;	Temperatura é a medida do calor de um corpo;
Valadares (1995)	O calor é uma propriedade dos materiais; O calor é um fluido que transita de uns corpos para outros;	A temperatura de um corpo é o mesmo que o calor do corpo; A variação de temperatura é consequência e, portanto, uma manifestação do calor;
Santos (2010)	Calor é o estado de agitação das moléculas; É um fluxo de agitação das Moléculas;	A temperatura é a retenção de calor de um sistema;
Louzada, Elia e Sampaio (2015)	Calor é uma substância; Calor e temperatura são a mesma coisa; Calor é proporcional a temperatura;	A temperatura é a intensidade do calor;
Santos et. al. (2022)	O calor é a sensação térmica de quente;	Temperatura é a sensação térmica; Temperatura é a agitação de moléculas; Temperatura é a medida do clima;

Fonte: Autoria própria.

Para chegar aos trabalhos citados acima, foi realizada uma busca na plataforma Scielo e no Banco de Dissertações e Teses com as palavras-chave

“Concepções alternativas”; “Calor e temperatura”; “Termodinâmica”. Ao encontrar os trabalhos foram selecionados dois mais antigos e alguns mais atuais que se relacionam com o ensino de Física e trouxessem concepções alternativas sobre os conceitos de temperatura e calor.

Ao observar os trabalhos notou-se que ao longo do tempo tais concepções praticamente não se alteraram entre os alunos, já que, existe uma uniformidade de explicações para esses dois conceitos, pois há uma tendência de considerar o calor como uma substância, uma espécie de fluido, como propriedade dos corpos quentes, e o frio como propriedade contrária, ou seja, como ausência de calor.

É comum usar os conceitos de calor e temperatura como sinônimos: “hoje está muito calor”, “que frio está entrando pela porta”, “quando se mede a febre de uma pessoa ela passa a temperatura para o termômetro”, etc. que são ideias comuns no cotidiano e resultam da observação e imaginação. A grande questão e inquietude para os professores de física é como desconstruir essa ideia e desenvolver os conceitos baseado no conhecimento científico.

Para mobilizar esses conhecimentos o professor, inicialmente precisa ajudar os alunos a diferenciar os conceitos de calor e temperatura que, segundo Gregio (2016), corresponde à energia que está sendo recebida ou cedida, devido a uma diferença de temperatura e que ocorre, espontaneamente, da região de maior temperatura para a região de menor temperatura. Já a temperatura é a grandeza utilizada para medir o grau de agitação ou a energia cinética das moléculas de uma determinada quantidade de matéria.

2.7 A Teoria da Aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) tem gerado grandes debates sobre seu poder de ressignificar a aprendizagem com base no que os alunos pensam e agem. Nesta teoria proposta por David Ausubel a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, em vista disso, as novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1982).

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado, por isso é preciso que haja material potencialmente significativo para o aprendiz, que necessita estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante, esta estrutura cognitiva que é particular de cada aprendiz deve conter ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material.

Essa teoria pressupõe um processo de orientação cognitiva, o que possibilita transformação, assimilação, e utilização de informações em diferentes contextos (MACHADO, 2015). Mas, para analisar essa teoria é preciso entender que as pessoas constroem conhecimento de maneira diversa, e de acordo com que conhecem estabelecem uma relação com o novo conhecimento.

Segundo Tavares (2004) essa estruturação cognitiva se dá ao longo de toda a vida através de uma sequência de eventos que aumentam de complexidade, e durante muito tempo se questionou como o ser humano alcança os diferentes graus de complexidade do conhecimento, ou seja, como ocorre a aprendizagem. Sabe-se que atualmente existe um campo chamado construtivismo que busca entender como se constrói a estrutura cognitiva no ser humano.

Para Valadares (2011) a ideia central do construtivismo é a de que o conhecimento aprendido por alguém é uma construção sua. De acordo com Tavares (2004) os grandes precursores do construtivismo foram Jean Piaget e Lev Vygotsky que tiveram seus estudos utilizados com muita ênfase na década de sessenta, principalmente nos estudos relacionados a aprendizagem, entendendo que o aluno é alguém pensante que carrega diversos saberes ao longo da vida, influenciado pelo seu meio social e cultural, ou seja, a aprendizagem ocorre por meio de interações, cabendo ao professor criar estratégias potencializadoras que despertem o conhecimento em seus alunos.

Ainda segundo Tavares (2004) na década de 1960, David Ausubel psicólogo americano, propôs a TAS, a qual enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como aquela mais relevante para seres humanos, segundo Moreira (2011) o conhecimento prévio é na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Além disso, a TAS proposta por Ausubel, segundo Pelizzari et. al. (2002), consiste em primeiro lugar em o aluno ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem.

Existe também uma característica marcante da TAS que é a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, assim a aprendizagem mecânica foi alvo de crítica por Ausubel. Para Neto (2006), a aprendizagem mecânica caracteriza-se pela falta de disposição do aluno em aprender significativamente ou por ser o material de aprendizagem potencialmente não significativo, isso sugere que as práticas voltadas para esse tipo de aprendizagem são tradicionais e exigem o mínimo de esforço cognitivo dos estudantes, organizada apenas para memorização, para Novak (1998) a aprendizagem por memorização ocorre quando o aluno memoriza novas informações sem as relacionar com conhecimentos anteriores, ou quando apreende material que não tem relação com conhecimentos anteriores.

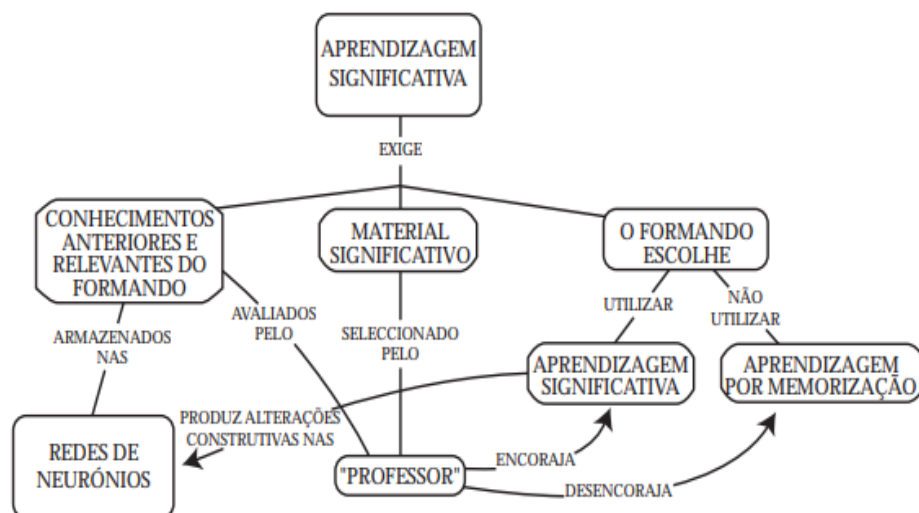
Já na aprendizagem significativa proposta por Ausubel são utilizadas estratégias de ensino promissoras em situação formal de ensino, a qual consiste na interação não arbitrária e não literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) relevantes (AGRA et. al. 2019). Por isso, além dos novos conhecimentos interagirem com o subsunçor do aluno, a aprendizagem significativa preocupa-se com a aprendizagem relacionada com experiências de casos ou objetos, e com o compromisso afetivo de relacionar novos conhecimentos com a aprendizagem anterior (NOVAK, 1998)

Segundo Lemos (2011), os subsunçores modificam-se, tornando-se progressivamente mais diferenciados, elaborados e estáveis, o que sugere a construção do conhecimento científico e o alcance das mais diversas manifestações do saber.

Dessa maneira, a aprendizagem significativa de um determinado *corpus* de conhecimento corresponde à construção mental de significados porque implica uma ação pessoal – e intencional – de relacionar a nova informação percebida com os

significados já existentes na estrutura cognitiva. Quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade (LEMOS, 2011, p. 27).

Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa confere a organização do cognitivo dos alunos, e leva a construção da autonomia, aspecto essencial no processo de aprendizagem, já que o aluno pode tomar decisões conscientes sobre o mundo e os diversos problemas que atinge sua comunidade, para que isso ocorra, Novak (1998) enfatiza que a aprendizagem significativa necessita de três requisitos básicos: conhecimentos anteriores relevantes do formando, que estão presentes em sua estrutura cognitiva; material significativo selecionado e organizado pelo professor e a escolha do formando por uma aprendizagem significativa ou por memorização.



Fonte: Novak (1998)

Isso significa dizer que existem o papel do professor e do aluno na aprendizagem significativa, a do professor seria traçar estratégias de ensino que possam ser potencialmente significativas, assim é algo que deve ser refletido com base nas capacidades cognitivas dos alunos, ou seja, é um estudo minucioso, articulado e muito bem planejado, que não deve correr o risco de ser mais uma tentativa frustrada de aprendizagem “dita” significativa.

Quanto ao papel do aluno é preciso ter predisposição para a aprendizagem, sendo que os conhecimentos a serem adquiridos devem fazer parte da sua estrutura

cognitiva, de modo que os alunos sejam levados a pensar, agir e refletir sobre os conhecimentos adquiridos e possam utilizar-se desse conhecimento na sua vivência. Para Moreira (2011) nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Para Lemos (2011) faz-se necessário destacar que o termo significativo nada tem a ver com ideias importantes ou com ideias cientificamente corretas, como se pensam nas disciplinas científicas, a aprendizagem significativa implica atribuição pessoal de significado para as ideias que são percebidas, processadas e representadas mentalmente. Assim, de acordo com esta Teoria, o significado atribuído pelo sujeito que aprende pode ser ou não correto do ponto de vista científico e também é o sujeito que, de forma consciente ou não, confere importância ao conhecimento ao atribuir-lhe utilidade para sua vida cotidiana.

É o que também defende Moreira (2011), para o autor é importante esclarecer que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem “correta”, ou seja, quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino, é acima de tudo perceber o conhecimento como algo com significado, que está associado a vida dos alunos.

Mas, tendo em vista as ideias da Aprendizagem significativa muitos podem cair no erro de imaginar que quando os alunos não conseguem utilizar o conhecimento na vida cotidiana ou não possuem subsunçores sobre dado conteúdo, não haverá aprendizagem significativa. É preciso destacar que caso os conhecimentos preexistentes não possuam ideias que possam atuar como subsunçores para a nova aprendizagem, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, isto é, um conteúdo, de maior nível de generalidade do que aquele que será aprendido, que relaciona ideias contidas na estrutura cognitiva e ideias contidas na tarefa de aprendizagem (NETO, 2006).

Assim, o conteúdo deve ser estudado antes do aluno realizar a tarefa de aprendizagem, em questão, e tem o intuito de servir como elo entre o que ele já sabe e o que deseja saber, de maneira a evitar a aprendizagem mecânica e garantir a

aprendizagem significativa, assim a forma de trabalho do professor na aprendizagem significativa é crucial para o alcance dos mais elevados níveis de conhecimento, e mesmo que os subsunçores não se encontrem tão evidentes na estrutura cognitiva é possível desenvolver o conteúdo antes da aplicação das atividades e servir para a diferenciação progressiva, ampliando os conceitos assimilados.

Por interação com as novas ideias, os conceitos subsunçores vão assimilando progressivamente mais conceitos e assim ampliando o seu âmbito, processo este designado por diferenciação progressiva. Mas, ao mesmo tempo, vão-se encontrando cada vez mais relações entre os conceitos, precisamente por estarem mais diferenciados e enriquecidos. Quando estas relações, estas pontes cognitivas são estabelecidas entre conceitos anteriormente separados, vão resultando conceitos mais gerais, mais abrangentes do que aqueles que se relacionaram, designados na TAS por conceitos superordenados. Este processo que conduz a conceitos superordenados designa-se por reconciliação integradora. (VALADARES, 2011, p. 38).

De acordo com Valadares (2011) o aluno aprende através destes dois mecanismos: diferenciação progressiva de conceitos mais gerais e abrangentes que vão-se diferenciando e especificando cada vez mais; e reconciliação integradora entre conceitos já suficientemente diferenciados e especificados para originarem conceitos mais gerais. Sobre a diferenciação progressiva Moreira (2011) enfatiza que é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor, resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos, assim a medida que os novos conhecimentos se relacionam com a estrutura cognitiva dos alunos, este adquire a capacidade de amplitude do conhecimento.

Já sobre a reconciliação integradora, Moreira (2011) define como um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações, como meio de organizar os conhecimentos adquiridos, e de certo modo a saber diferenciar um conhecimento do outro.

Segundo Pelizzari et. al. (2002), para que todos esses conceitos sejam evidentemente construídos, é preciso provocar discordâncias ou conflitos cognitivos que representem desequilíbrios a partir dos quais, mediante atividades, o aluno

consiga reequilibrar-se, superando a discordância e reconstruindo o conhecimento. Para isso, é necessário que as aprendizagens não sejam excessivamente simples, o que provocaria frustração ou rejeição. Em resumo, o que é sugerido é a participação ativa do sujeito, através de problemas que sejam potenciais e gerem conflitos cognitivos, ao ponto de gerar autonomia, debates e aplicação do conhecimento.

Tendo em vista isso, a aprendizagem significativa é o meio de levar a transformação do ensino e aprendizagem em diversas disciplinas escolares principalmente no ensino de Física, que por vezes apela para a aprendizagem mecânica e descontextualizada. Isso de fato não é tarefa fácil, no entanto, é preciso que a atividade dos alunos seja o meio de adquirir conhecimento e possa ser a base para reconstrução e análise.

2.8 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

As metodologias e práticas de ensino em Física se esforçam em transmitir conhecimentos que devem ser assimilados mecanicamente pelos alunos, sem exigir uma participação mais ativa e significativa dos estudantes. Diferente disso, a aprendizagem significativa busca uma atividade intensa e colaborativa dos alunos, baseando-se no que ele sabe para a aquisição de conhecimentos cada vez mais complexos, o que de certa forma exige um trabalho mais crítico do professor, levando em conta os conhecimentos relevantes a realidade de seus alunos.

A aprendizagem significativa proposta e discutida neste trabalho baseia-se na teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel, que segundo Ferreira et. al. (2020) é classificada como cognitivista, pois acredita no processo de aprendizagem como resultado da interação e da organização de material instrucional na estrutura cognitiva do indivíduo. Além disso, a teoria, inicialmente, assume que o principal fator influenciador da aprendizagem é a quantidade, a clareza e a organização do que já é conhecido pelo estudante.

O segundo aspecto é a natureza do material de ensino, que deve se relacionar com a estrutura cognitiva do aluno, ou seja, o material não deve buscar a memorização de conceitos e proposições de maneira aleatória e sem relevância, sem que se depreendam significados no que está aprendendo. Nesse sentido, o material

que busca vincular o conhecimento com as vivências dos alunos de maneira relevante e crítica é chamado de potencialmente significativo (FERREIRA et. al. 2020).

Moreira (2011) propõe as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que pode ser definido como sequências de ensino fundamentadas teoricamente na aprendizagem significativa, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino. Assim, uma das características dessas unidades é o processo de engajamento dos alunos que pode ser compreendido como a disposição em participar da rotina das atividades escolares, realizar as tarefas, seguir as instruções dos professores, interagir positivamente com professores e pares, fazer perguntas para entender conceitos, e sentir-se incluído na comunidade escolar, de tal forma que esse processo leve a autonomia e criticidade, elementos essenciais para o posicionamento dos estudantes (FERREIRA, et. al. 2020).

Nesse processo de aprendizagem significativa os alunos são expostos a novas informações que podem ser potencialmente relevantes, e que interagem com uma estrutura denominada de subsunçor ou conhecimento prévio, conceito proposto por Ausubel, este é um dos princípios das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa elaborada por Moreira (2011), além deste uma UEPS baseia-se na visão da teoria interacionista social de Vygotsky, as teorias de educação de Novak e de Gowin, a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, a teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira e a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (FERREIRA et. al. 2020).

E dentre alguns pontos levantados por Moreira (2011) as UEPS devem levar em conta que é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento; são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimento; elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa; e devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; frente a uma nova situação; a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino; a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva; o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno.

Levando em consideração tais princípios Moreira (2011) formulou alguns passos sequenciais que as UEPS podem empregar, que são demonstradas na figura 01:

Figura 1: Passos sequenciais para elaboração de UEPS



Fonte: Merlim et. al. (2019).

A sequência apresentada no esquema demonstra oito passos sequenciais proposto por Moreira (2011) no qual o primeiro passo seria definir o tópico específico a ser abordado, ou simplesmente escolher um tema de trabalho, que seja aceito na disciplina em questão; o segundo passo é criar/propor situação(ões) que permitam despertar os conhecimentos prévios, através de materiais que os alunos possam externar esses conhecimentos sobre o assunto, isso pode ser feito através de questionários, mapas, ou outros materiais que possam ter essa finalidade, já o terceiro passo é propor situações-problema, em nível introdutório promovendo uma articulação entre conhecimentos prévios e o conhecimento elaborado, isso pode ser proposto através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, mas sempre de modo acessível e problemático (MOREIRA, 2011).

O quarto passo é a apresentação do conteúdo geral ao específico começando com aspectos mais gerais, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino; o quinto passo é aumentar a complexidade da exposição do conteúdo, de modo que as situações-problema sejam propostas em níveis crescentes

de complexidade, dando novos exemplos, destacando semelhanças e diferenças às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; o sexto passo é retomar os conceitos mais importantes de forma integradora, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora.

O sétimo passo propõe a avaliação sequencial da UEPS, deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; e o oitavo e último passo é a avaliação final da UEPS que leva em conta o desempenho dos alunos, fornecendo evidências de aprendizagem significativa. Dessa forma, o pesquisador ou professor toma a decisão de utilizar diferentes ferramentas de abordagem nessa unidade de ensino, o que leva a crer que o ensino pode ser ativo e dinâmico, e desperta a curiosidade dos alunos, tornando a Física mais atrativa e motivadora.

3. Metodologia

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa, pois teve como princípio verificar o conhecimento, atitudes, e ações desenvolvidas pelos alunos do 2º ano do ensino médio em uma UEPS sobre a primeira lei da termodinâmica (GIL, 2002).

Assim, houve organização de dados com aplicação de teste inicial e final, avaliando uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com utilização de simulações na evolução de conceitos da primeira lei da termodinâmica.

A pesquisa foi exploratória, pois buscou entender melhor o fenômeno ocorrido com vistas a maior compreensão do problema. Através do estudo exploratório foi possível obter inúmeras informações acerca de como uma UEPS no ensino de Física contribui para o melhor ensino e aprendizagem, formulando hipóteses com bases científicas. Como destaca Gil (2002) o objetivo da pesquisa exploratória é permitir a familiaridade com o problema, a fim de construir hipóteses.

Quanto aos procedimentos esta pesquisa empregou o estudo de caso, pois foi realizada com alunos do segundo ano do ensino médio, a fim de aplicar uma UEPS sobre a primeira lei da termodinâmica para verificar indícios de aprendizagem significativa proposta por Ausubel, de modo a explicar, explorar e descrever tal fenômeno, já que como ressalta Gil (2002) o estudo de caso é um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto.

Assim sendo, a coleta de dados foi realizada em uma escola de ensino médio, com alunos da 2ª série. Logo, como instrumento para coleta de dados foram utilizados dois testes de desempenho, um Teste Inicial (TI) para avaliar as concepções prévias dos alunos acerca do conteúdo a ser trabalhado, e ao final da intervenção didática, foi aplicado um Teste Final (TF), a fim de observar indícios de uma aprendizagem significativa, frente as práticas realizadas. Além de um Teste de Satisfação (TS) para quantificar e observar o nível de satisfação dos alunos durante as atividades aplicadas. Vale ressaltar que as intervenções didáticas ocorreram em 6 encontros, de 1h cada.

3.1 Local de realização da pesquisa

A pesquisa foi realizada num Colégio da rede estadual de ensino, localizado no município de Poço Verde - SE. A referida instituição conta com Ensino Médio com turmas do 1º ao 3º ano nos turnos matutino e vespertino.

A escolha dessa instituição se deu por conta de a escola apresentar baixos índices de aprendizado na disciplina de Física e apresentar laboratório de informática que poderia ser utilizado durante a aplicação da pesquisa, mas assim como ocorre em muitas escolas da região o uso do laboratório e dos equipamentos tecnológicos é pouco observado, isso ocorre por fatores como a falta de pessoal especializado para gerir o laboratório e até mesmo o despreparo de alguns professores com o uso das tecnologias.

3.2 População a ser estudada (Participantes da pesquisa)

Os participantes dessa pesquisa foram alunos do 2º ano do ensino médio, no qual participaram da pesquisa 23 alunos, com uma faixa etária entre 15 a 17 anos.

3.3 Instrumento de coleta dos dados

Para coletar os dados da pesquisa foi utilizada a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), assim durante a aplicação foram utilizados questionários inicial e final, questões de vestibulares e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e teste de satisfação preenchido pelos alunos. Além disso, para registrar as argumentações dos alunos durante a aplicação da UEPS foi utilizado um portfólio de registros.

3.4 Técnica de Análise dos dados

Para análise dos dados foi adotada a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin, que é um dos tipos de análises de pesquisas qualitativas, que visa analisar o que foi dito em meio a uma investigação, construindo e apresentando concepções em torno de um objeto de estudo. Por isso, o questionário e o desenho passarão por investigação para observar as discussões levantadas pelos alunos do 5º ano, representando suas concepções sobre saúde e indícios de literacia em saúde.

Bardin (2011) estrutura a análise de conteúdo em três fases: pré-análise; exploração do material, categorização ou codificação; tratamento dos resultados, inferências e interpretação. Na pré-análise, o pesquisador organiza o conjunto de documentos e realiza a leitura de diversos materiais que servirão como base na formulação de indicadores, objetivos e hipóteses. Na exploração do material há a categorização ou codificação do estudo, no qual, o pesquisador observa repetição de termos e organiza categorias, por fim, no tratamento dos resultados há a busca da significação das mensagens, obtidas pelos instrumentos de coleta dos dados.

3.5 Aspectos éticos

A pesquisa desenvolvida envolveu seres humanos, em vista disso, que o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, sendo aprovado em abril de 2022, sob número de registro CAAE: 55225221.9.0000.5546.

Para aprovação do Comitê foram solicitados alguns documentos o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para menores de idade (Apêndice A) assinado pelos participantes da pesquisa; Termo de Anuência e Infraestrutura assinado pela escola (Apêndice B); Termo de Compromisso para utilização dos dados (Apêndice C), Termo de Compromisso e Confidencialidade do pesquisador (Apêndice D), além do projeto de pesquisa apresentado ao Comitê de Ética.

3.6 A escolha do software

Os softwares educacionais propõem diversas simulações que auxiliam a compreensão de conceitos, teorias e aplicações de fórmulas, no entanto, cada software é específico para cada conteúdo ou tema da física, ou mesmo atender a um amplo conjunto de temáticas. Nesse sentido, no intuito de escolher o melhor software que contemplasse os objetivos da pesquisa e pudesse ser utilizado na UEPS, foi realizada uma busca no Banco de dissertações e teses da Capes, utilizando os termos “simulações”, “ensino da termodinâmica”, e “softwares”. A partir da filtragem realizada foram encontrados 13 trabalhos que abordavam sobre o ensino da termodinâmica sendo 4 trabalhos relativos à utilização de simulações, animações ou recursos

tecnológicos, atrelado a experimentação para potencializar a aprendizagem na termodinâmica, como mostra o quadro abaixo:

Quadro 1: Banco de dissertações e teses da Capes

Autor	Título do trabalho	Programa de pós-graduação	Objetivo do trabalho	Software utilizado
PEDROSA (2015)	O Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação na Promoção da Aprendizagem da Termodinâmica	Mestrado Profissional de Ensino de Física – Universidade Federal do Vale do São Francisco	investigar relações entre o uso dos recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação e a teoria da Aprendizagem Significativa no ensino de Física em um contexto particular que se limita ao estudo da Termodinâmica	Phet
NUNES (2016)	Modelagem e Simulações Computacionais: Uma Abordagem Para o Ensino de Gases e Termodinâmica no Ensino Médio	Mestrado Profissional de Ensino de Física – Universidade Federal de Santa Catarina	Desenvolver uma sequência didática para o ensino de Gases e Termodinâmica que englobe na sua estrutura a utilização de modelagem teórica apoiada por simulações computacionais	Modellus e o Easy java simulations.
LIMA (2016)	Sequência Didática para o Ensino da Termodinâmica	Mestrado Profissional em Ensino de Física – Universidade Tecnológica Federal do Paraná	desenvolver e aplicar uma sequência didática para o ensino da termodinâmica com a utilização de TIC.	Phet
ABRANTES-JUNIOR (2015)	ANIMAÇÕES VIRTUAIS INTERATIVAS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA	Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade	testar e investigar o alcance da proposta de uma experiência na sala de aula de um material didático que apresenta imagens	Animações virtuais

		Estadual da Paraíba	animadas de conteúdos da Termodinâmica	
--	--	------------------------	---	--

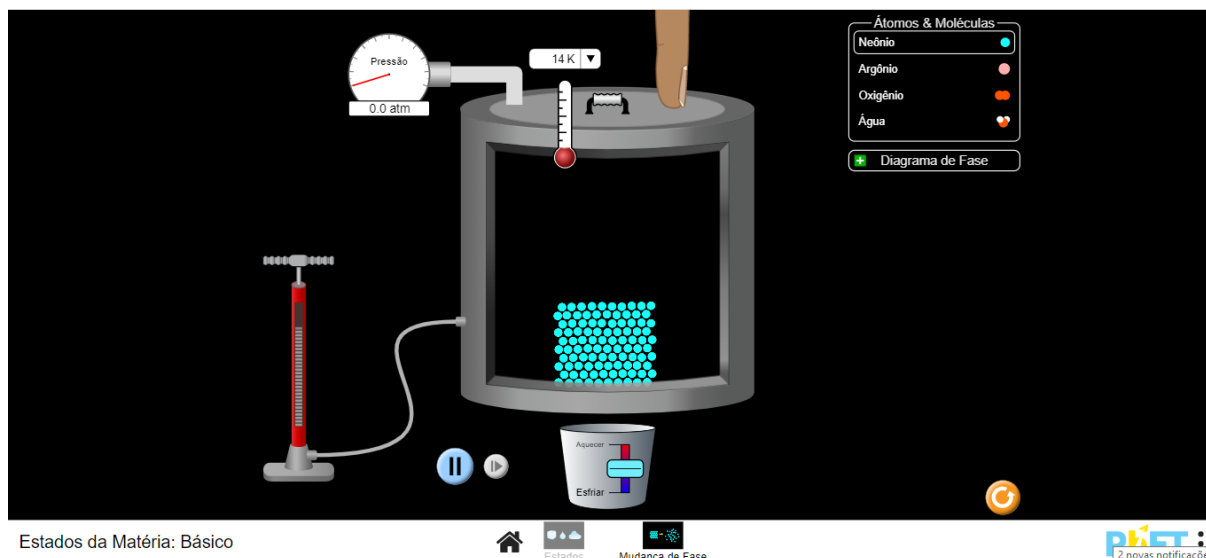
Nos trabalhos analisados, dois utilizam o Phet, que é um software em linguagem Java muito utilizado em temáticas de Física, e um deles utiliza o Modellus e Easy Java Simulations, e um único trabalho utilizou animações virtuais que são imagens animadas e interativas que demonstram fenômenos da termodinâmica.

Dessa maneira, ao observar os objetivos deste trabalho foi selecionado o Phet como software para potencializar a aprendizagem significativa dos alunos na UEPS, pelo fácil manuseio e sua linguagem ser de fácil compreensão e acesso pelos alunos e por professores. O Phet (Interactive Simulations) é um software online da Universidade do Colorado que tanto pode ser utilizado em sua versão online através do site como pode ser baixado por seus usuários sendo professores, alunos e curiosos, que buscam aprimorar o conhecimento da Física.¹

De acordo com Arantes, Miranda e Studart (2010) é importante destacar que o Phet é de fácil utilização e acesso podendo ser disponibilizado em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos sofisticados, as simulações podem ser acessadas na página do Phet, como também é permitido o download. O software permite ao usuário interagir com cada simulação alterando alguns parâmetros, sendo não só aplicado na disciplina Física como também em Biologia e Química. As simulações disponíveis no software vêm em sua grande parte prontas onde o usuário pode clicar na simulação que deseja de uma área ou conteúdo específico da Física. Como podemos observar na figura 02.

¹ Link de acesso ao phet: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Figura 2: Imagem da Simulação Estados da Matéria.



Fonte: Universidade do Colorado – Interactive Simulations

Para a física o software dispõe de simulações nas áreas de: Movimento, Som e ondas, Trabalho, Energia e Potência, Calor e Termometria, Fenômenos quânticos, Luz e Radiação, Eletricidade, ímãs e circuitos.

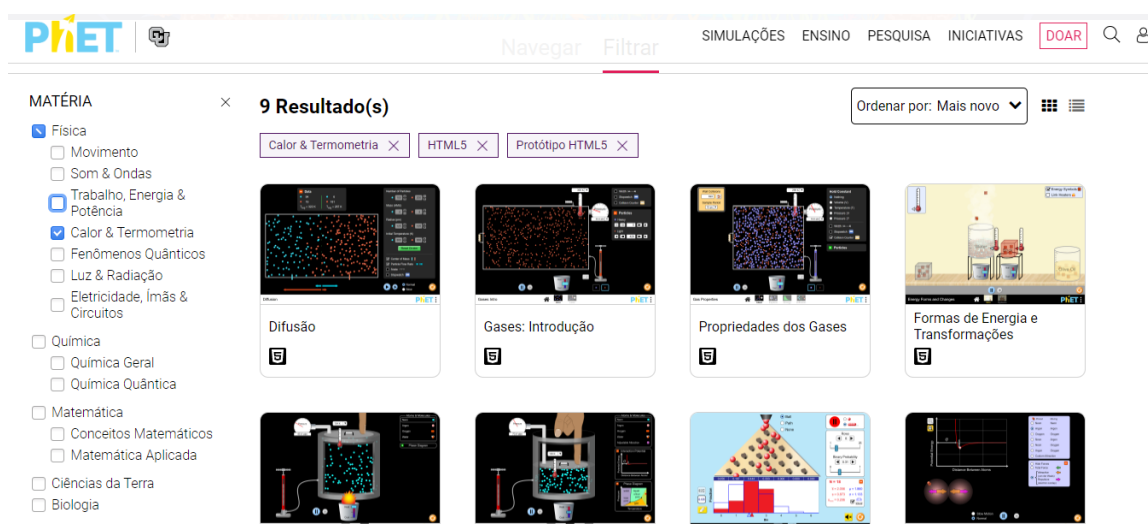
3.7 Manuseando o software

O Phet é um software gratuito e muito acessível que de forma simples destaca os fenômenos da Física, “Nas simulações, o grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos modelos fisicamente corretos de maneira acessível.” (ARANTES; MIRANDA E STUDART, 2010, p. 28). Os princípios da criação das simulações no phet são baseados em pesquisas sobre como os alunos aprendem e de entrevistas realizada com os estudantes, melhorando a interface do software.

Para isso o software está disponível em diversas línguas uma delas é o português o que mostra a preocupação dos criadores em distribuir esse recurso para outros países, diferente do que ocorre com muitos softwares de Física. Além disso, cada simulação está distribuída por área do conhecimento no caso da Física essas áreas do conhecimento. Toda essa divisão favorece ainda mais a compreensão em física principalmente para os alunos usuários, pois quando estes procuram uma simulação esta deve estar clara e acessível. Assim ao clicar numa dessas áreas é possível detectar diversas simulações de conteúdos específicos.

Ao clicar na área Calor e Termometria são apresentadas nove simulações diferentes como pode-se observar na imagem abaixo, assim o usuário pode escolher qual deseja simular, dentre as simulações disponíveis pode-se perceber: introdução aos gases e propriedade dos gases, entre outros.

Figura 3: Imagem Simulações disponíveis para a área de Calor e temperatura



Fonte: Universidade do Colorado – Interactive Simulations

Com todas essas especializações o Phet ainda possui um espaço para professores denominado “Ensino”, no qual o usuário se depara com materiais que ajudam a compreender o que é o phet e ainda existe um material que ajuda o professor a formular propostas de ensino utilizando o software, podendo tanto observar propostas de outros professores como partilhar experiências em sala de aula utilizando os simuladores. Além disso, é disponibilizado um Workshop para professores e interessados com certificação que ensina como utilizar a ferramenta e propõe projetos de atividades científicas.

Ainda na aba pesquisa há vídeos e textos que trazem as principais pesquisas realizadas com o phet, no qual visam responder:

1. Que características tornam estas ferramentas de aprendizagem eficazes e por quê.
2. Como os alunos se envolvem e interagem com essas ferramentas para aprender, e quais as influências desse processo.
3. Quando, como e por que essas ferramentas são eficazes em uma variedade de ambientes de aprendizagem.

E como todo recurso merece uma avaliação o Phet tem essa preocupação, tendo assim um espaço de pesquisa no qual é realizada aplicação de simulações e entrevistas com alunos para avaliar a eficácia do software no ensino e aprendizagem, fornecendo uma rica fonte de dados para estudar design de interface e aprendizado do aluno. Um aspecto interessante que o software traz é que o mesmo foi desenvolvido a partir das características dos alunos, entendendo de que forma os discentes aprendem, e de que forma se pode aprimorar o Phet para atender as diferentes demandas, sendo uma proposta auxiliar ao ensino que ajuda a trabalhar conceitos e habilidades específicas.

3.8 Prever, Observar e Explicar (POE)

A estratégia ou simplesmente metodologia POE, é amplamente utilizada nas propostas experimentais e na abordagem das simulações no ensino de Física. Esta que significa prever, observar e explicar, foi proposto por Nedelsky em 1961 e por White e Gunstone em 1992, tendo o objetivo de criar um conflito cognitivo durante atividades experimentais, tendo em vista que muitas práticas em Ciências não estimulavam a curiosidade e a capacidade argumentativa dos alunos, bem como o confronto de ideias.

Segundo Santos e Sasaki (2015) a metodologia POE tem inspiração construtivista e coloca o aluno sob a responsabilidade de explicar e debater um fenômeno real da física com base em suas concepções, promovendo conflitos necessários para consolidar o conhecimento científico, sendo papel do professor contextualizar o tema de trabalho, apresentar um fenômeno real relacionado na forma de experimento, vídeo ou animação, estimular a discussão de ideias, organizar a interação dos alunos e finalmente mediar debater e diferentes respostas. De acordo com Schwahn, Silva e Martins (2007) esse método é empregado tanto em experimentos laboratoriais como nas propostas de simulações virtuais no ensino de física.

A característica marcante da metodologia POE está em suas etapas, prever, observar e explicar. De acordo com Fidelis et. al. (2010) na primeira etapa prever o professor lança um problema no qual os alunos sugerem uma hipótese com base nas suas ideias prévias ou concepções alternativas, isso pode ser feito em grupos ou

individualmente, no qual discute-se o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado em dada análise experimental sem manipular ou visualizar a evolução da atividade proposta.

Na segunda etapa denominada de observar, os alunos analisam o procedimento e o fenômeno, executado pelo professor ou por eles, podendo confirmar a hipótese inicial ou desenvolver conflito cognitivo entre as ideias prévias e o comportamento real do objeto de estudo. Na última etapa denominada explicar, a partir do que foi observado o aluno interpreta e explica o fenômeno utilizando as técnicas argumentativas, nesta etapa é importante a mediação e apoio docente na clareza das informações e na reformulação do conhecimento (FIDELIS et. al. 2010).

Ao final da prática é possível promover debates e discussões em grupos e conciliar qualquer conflito entre a previsão, observação, explicação. Por isso, existem duas características marcantes do método POE, a primeira é instigar as ideias prévias dos aprendizes, isto é, proporcionar situações e mecanismos que estimulem o aluno a expressar as suas concepções debatendo-as com os colegas de grupo e depois apresentá-las de forma organizada, por escrito. A segunda é possibilitar uma aprendizagem ativa, isto é transferir o foco da aula do professor que descreve e explica fenômenos, geralmente abstratos, para os próprios alunos que se tornam protagonistas do processo de aprendizagem (SANTOS, SASSAKI; 2015).

Considerando esses aspectos, acreditamos na estratégia aplicada ao uso das simulações virtuais para trabalhar a primeira lei da termodinâmica na perspectiva da aprendizagem significativa, de modo que as ideias prévias sobre os fenômenos da conservação de energia sejam consolidadas em conhecimento científico.

3.9 Aplicação da UEPS

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual da cidade de Poço Verde/SE, que atende alunos do Ensino médio. Participaram da pesquisa 23 alunos da 2ª série, sendo 60% meninas e 40% meninos.

Os encontros ocorreram semanalmente nas aulas de Física, tendo duração de 6 encontros de 1h cada. A organização da UEPS encontra-se no quadro abaixo:

Quadro 2: Cronograma de aplicação da UEPS

ETAPA	ENCONTRO	CONTEÚDOS /TEXTO	PROCEDIMENTO/ METODOLOGIA DE ENSINO	OBJETIVOS	DURAÇÃO DA AULA
Situação inicial	Primeiro	Projeto; temperatura; calor; energia interna; trabalho. Calor; temperatura; Energia interna; Trabalho	Teste inicial	Identificar os conhecimentos prévios acerca da termodinâmica e a relação entre calor, temperatura, energia interna e trabalho	1h
Situação Problema	Segundo	temperatura; calor; energia interna; trabalho.	Apresentação de dois vídeos: vídeo: “Como funciona uma locomotiva” Vídeo: “ Energia Termoelétrica ”	Despertar o interesse dos alunos sobre a 1ª lei da termodinâmica	1h
Apresentação do conhecimento (Exposição dialogada do conteúdo)	Terceiro e Quarto encontro	Primeira lei da termodinâmica; Convenções de sinais em termodinâmica; Transformações termodinâmicas.	Exposição dialogada do conteúdo, simulação sobre: transformações termodinâmicas	Apresentar o enunciado da primeira lei da termodinâmica e as diferentes transformações termodinâmicas	1h cada encontro
Novas situações-problema	Quinto	Conceitos sobre a primeira lei da termodinâmica	Simulações do phet	Reconhecer as aplicações dos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica em maior nível de complexidade	1h
Conclusão da UEPS e Avaliação	Sexto	Teste final e avaliação de satisfação	Teste final	Sistematizar os conhecimentos, e identificar evoluções conceituais e indícios de aprendizagem significativa. Verificar se os recursos, materiais e a dinâmica do professor durante a UEPS despertaram o interesse dos alunos e contribuíram	1h

				para sua aprendizagem significativa.	
--	--	--	--	--------------------------------------	--

Fonte: Autoria própria

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir dos dados coletados no teste inicial, teste final e questionário de satisfação com as atividades. A apresentação está dividida em função dos encontros realizado ao longo da aplicação da UEPS. A unidade de ensino, como já discutido, priorizou a utilização de ferramentas tecnológicas a partir da utilização de softwares educacionais e uma estrutura metodológica da POE, de forma que os alunos tivessem a oportunidade de expor seus conhecimentos prévios, discutir e expor as ideias e conhecimentos ao longo do processo de evolução conceitual acerca do tema termodinâmica.

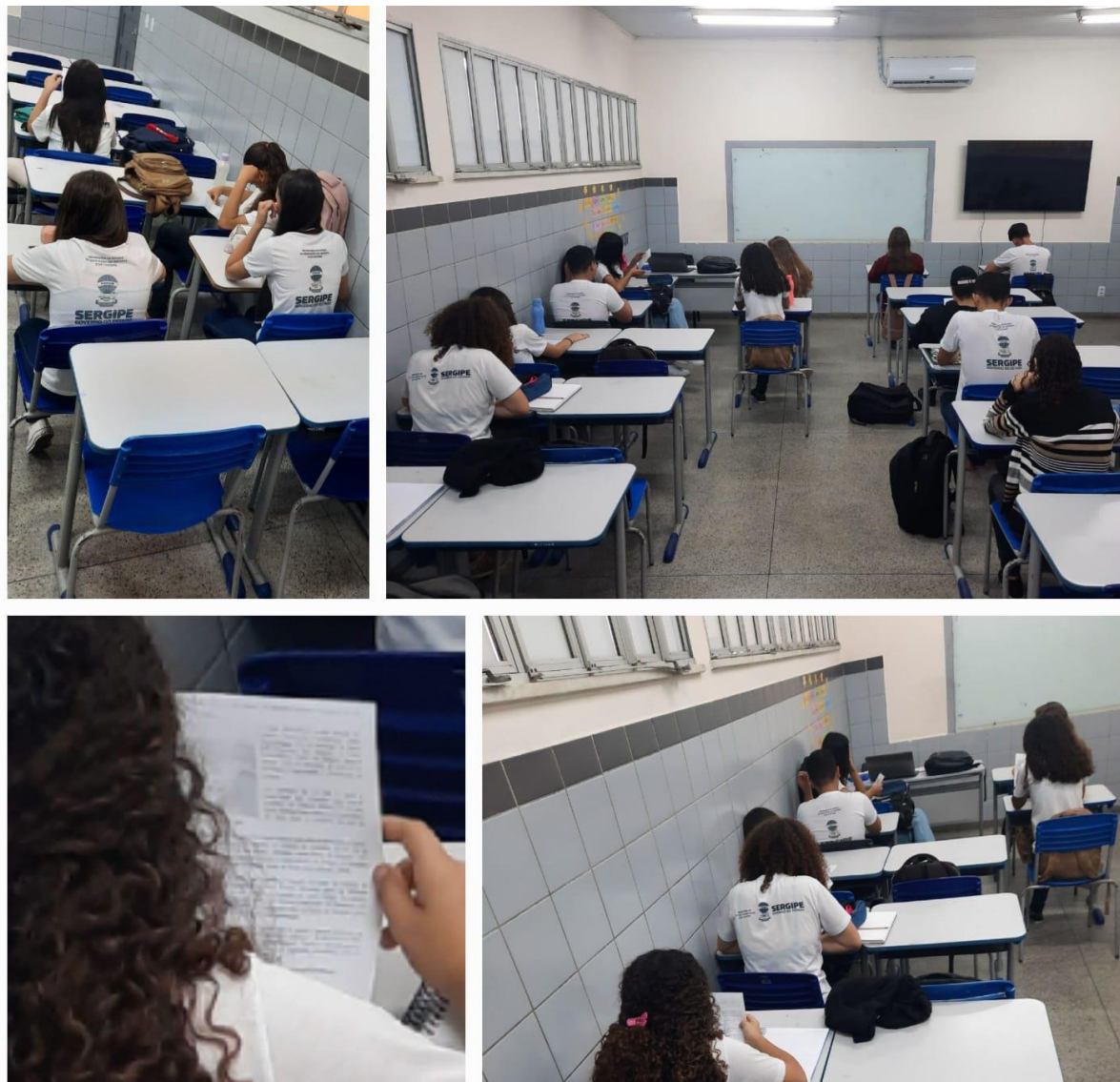
4.1 PRIMEIRO ENCONTRO – Situação inicial

Tempo estimado: 1 aula (1 hora)

Para realizar a coleta dos dados, nesse primeiro momento, que teve um tempo estimado de 1 hora/aula, foi preciso observar os aspectos éticos. Por isso, a pesquisa foi apresentada a turma, seus objetivos e suas justificativas, além de apresentar e solicitar o preenchimento e assinatura do TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido). Nesse momento, os alunos concordaram em participar da pesquisa.

Desse modo, com o intuito de realizar um diagnóstico dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos da turma sobre a primeira lei da termodinâmica, o professor, propôs a leitura coletiva do trecho de notícia “Maior termelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe”, no apêndice A, o qual após leitura foi solicitado aos alunos que respondam às perguntas do teste inicial.

Figura 4: leitura coletiva do trecho de notícia “Maior termelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe



Fonte: autoria própria

Os alunos foram instruídos a responder o teste da maneira que sabiam, de maneira individual, sem nenhum tipo de consulta, eles puderam apenas ficar com a notícia lida coletivamente. Ao finalizarem o teste, o professor recolheu e analisou minuciosamente as respostas, a fim de observar os conhecimentos prévios e possíveis dificuldades.

4.1.1 - Análise do teste inicial

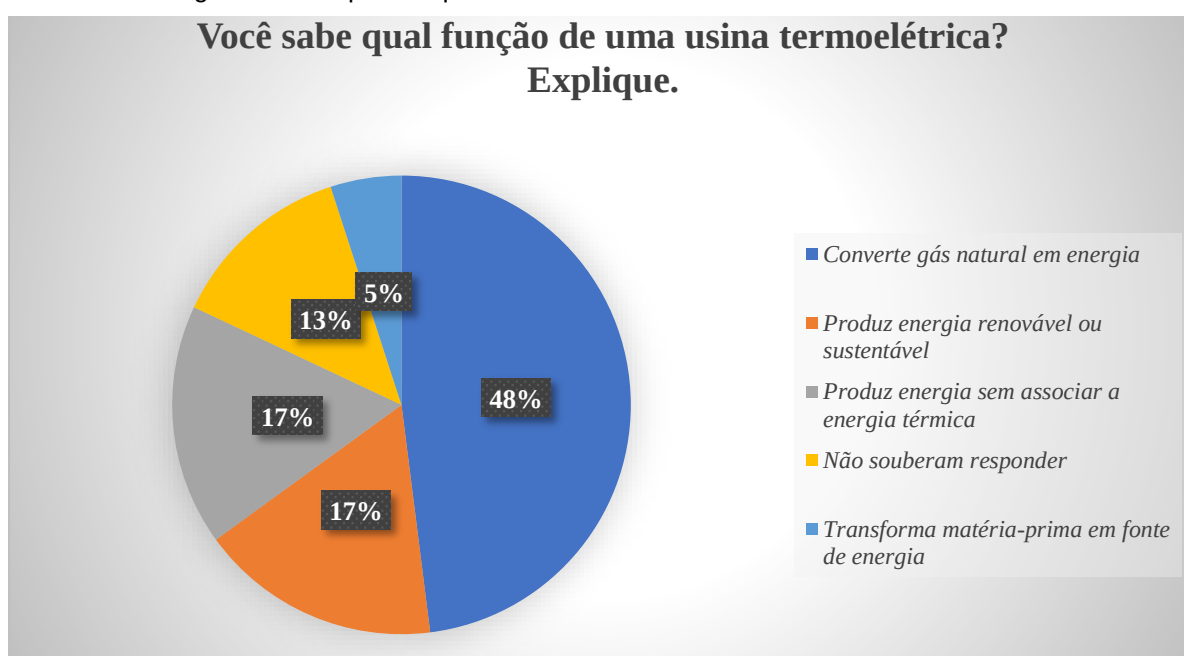
O objetivo do teste foi averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a primeira lei da termodinâmica. O teste era composto por sete questões, e encontra-se no apêndice A.

Teste inicial – Análise

Questão 1: Você sabe qual função de uma usina termoeletrica? Explique.

As respostas apresentadas pelos alunos foram muito variadas, porém conseguimos categorizar de acordo com a similaridade dos termos e da explicação, como mostra o gráfico 1, abaixo:

Gráfico 1: Categorias de respostas questão 1 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

Nas usinas termoeletricas, há vários processos que levam conversão da energia térmica gerada pela queima de combustíveis fósseis em energia elétrica. Inicialmente uma grande caldeira é utilizada no armazenamento da água no estado líquido. Essa água é aquecida pela queima de um combustível fóssil, e a energia térmica é transferida para a água, aumentando a agitação das suas moléculas e a sua

temperatura. Nesse momento, ocorre a primeira transformação de energia: a energia térmica do combustível se transforma em energia cinética das moléculas da água no estado líquido (REIS; OLIVEIRA, 2018).

A água atinge a temperatura de ebulição, e uma parte se transforma em vapor de água. O vapor superaquecido, em alta pressão, expande dentro de um tubo que desemboca em uma turbina. O vapor, então, aciona as turbinas. Nesse momento ocorre a segunda transformação de energia: a energia cinética das moléculas do vapor se transforma em energia cinética das pás da turbina (REIS; OLIVEIRA, 2018).

Como observado no gráfico, não houve uma resposta que explicasse diretamente a função de uma usina termoeletrica. Alguns alunos não souberam responder e deixaram essa questão em branco, enquanto que a maior parte dos alunos, retiraram trechos da notícia utilizada como sondagem dos conhecimentos prévios, definindo a função da usina termoeletrica como responsável por transformar ou converter gás natural em energia.

Outros definiram que a função era produzir energia renovável, enquanto 17% entendem que a usina termoeletrica está relacionada com a produção de energia elétrica, apesar de não associar a energia térmica como responsável pela produção de energia. Apenas uma aluna refletiu sobre o conceito de “termoeletrico” e deduziu que seria uma máquina que transforma matéria-prima em fonte de energia, no entanto, ela não explicou quais seriam essas matérias e nem como ocorre a transformação para produzir a energia.

Algumas respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas abaixo:

Aluna 1: “Ela é responsável por converter gás natural liquefeito em energia elétrica.”

Aluna 2: “Não, talvez seja um local que produz gás ou energia para as pessoas da região.”

Aluna 3: “A função dela é converter o gás natural em energia elétrica.”

Aluno 4: “Converter diferentes tipos de matéria em energia.”

Aluna 5: “A usina termoeletrica é responsável pela produção de energia renovável de uma população.”

Aluno 6: “Gerar energia elétrica sustentável, com menos prejuízos ao meio ambiente e com um custo inferior.”

Aluna 7: “Sim, a usina é responsável por produzir convertendo gases naturais, carvão ou diesel em energia renovável ou não renovável.”

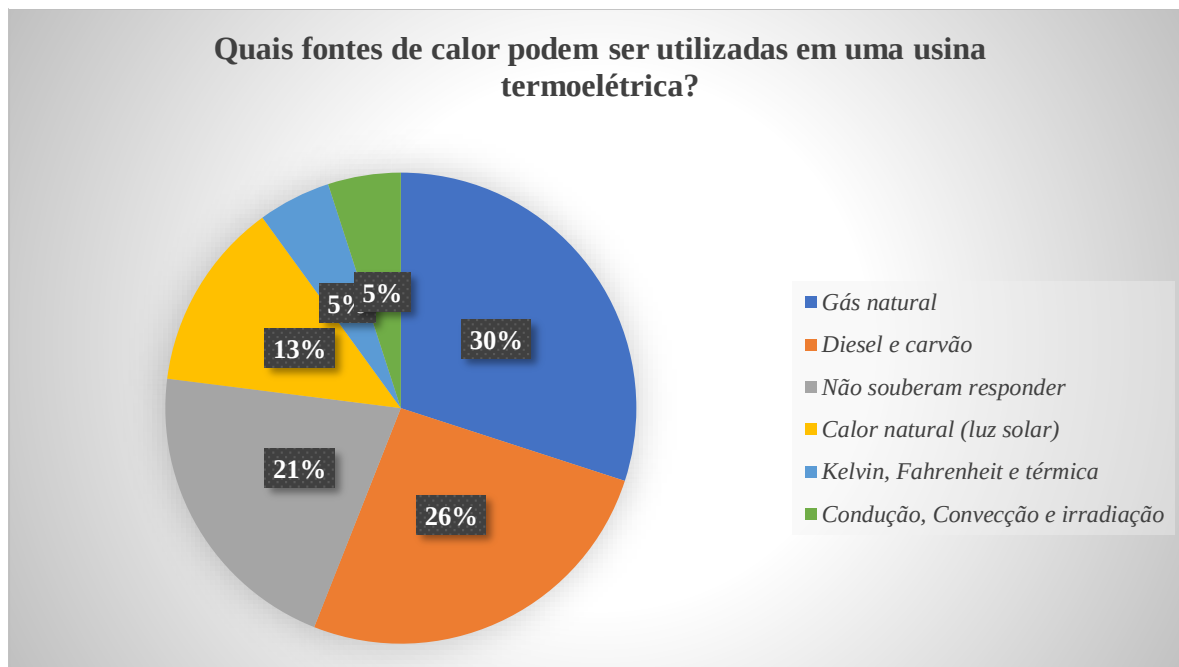
Aluno 8: “Transformar algo (não sei o que) em energia.”

Aluna 9: “Não sei, porém, a julgar pelo nome, pode ser uma máquina que transforma alguma matéria-prima em fonte de energia.”

Questão 2: Quais fontes de calor podem ser utilizadas em uma usina termoeletrica?

As respostas apresentadas pelos alunos, foram categorizadas de acordo com o grau de semelhança entre os termos, como mostra o gráfico 2:

Gráfico 2: Categorias de respostas questão 2 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

A maior parte das respostas apresentadas pelos alunos, cerca de 56% está associada ao texto lido por eles antes de responder ao teste inicial, já que, a termelétrica apresentada no texto tinha como fonte de calor o gás natural, e citava outras fontes como o diesel e o carvão mineral, que podem ser utilizadas como fontes de calor em uma termelétrica.

Uma parcela menor da turma descreveu fontes de calor de maneira equivocada, citando a luz solar como fonte de calor. No entanto, a luz solar é utilizada como fonte na produção da energia solar. Uma aluna citou as escalas Kelvin e Fahrenheit, que são escalas termométricas que indicam o nível de temperatura ou de energia térmica de um corpo, além dessas, também existe a escala Celsius mais utilizada no país, que não tem a ver com as fontes de calor nas usinas termoeletricas.

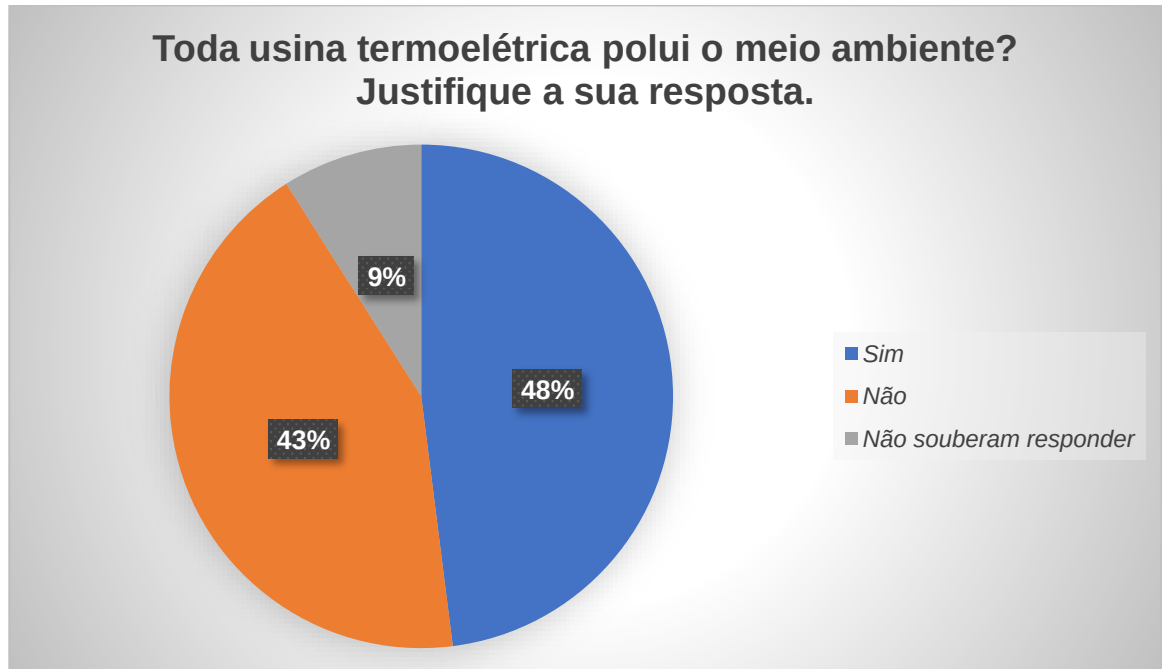
Também outra aluna, citou formas de propagação de calor, que são condução, convecção e irradiação, que não tem a ver com as fontes de calor em uma usina termoeletrica.

As respostas dos alunos demonstraram pouco conhecimento sobre as fontes de calor nas usinas termoeletricas, mas observa-se que muitos tentaram ativar os conhecimentos prévios, talvez por já terem conhecimento sobre alguns conceitos da terminologia.

Questão 3: Toda usina termoeletrica polui o meio ambiente? Justifique a sua resposta.

As respostas apresentadas pelos alunos, podem ser observadas no gráfico 3 logo abaixo:

Gráfico 3: Respostas da questão 3 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

Cerca de 48% disseram que sim, e algumas justificativas para essa categoria são apresentadas abaixo:

Aluno 1: "Sim, mas tem algumas que polui menos, como por exemplo, a de Sergipe."

Aluna 2: “Umas poluem mais e outras menos. O gás natural quando usado ele é menos poluente que o carvão e o diesel.”

Aluno 3: “Sim, porém as usinas termoeletricas poluem menos do que as outras usinas, por serem produzidas a gás natural, que é menos poluente que o diesel e o carvão.”

Aluna 4: “Tudo tem sua parcela de poluir, mas se cita que o gás natural seria o menos poluente do que os outros.”

Aluna 5: “Sim, pelo fato de ser usado o gás.”

Aluno 6: “Sim, só são mais inferiores quando se trata de poluição, mas também poluem.”

Pela fala dos alunos citados acima, eles analisaram a notícia que serviu de base para suas respostas, já que citam que o gás natural é um combustível que polui menos, uma informação contida no texto, até citam a usina de Sergipe em suas respostas. Porém, nenhum aluno chegou à conclusão de que a poluição provocada pela usina é devido a queima dos combustíveis fósseis.

O aluno 3, por exemplo, leva a entender que as usinas termoeletricas poluem menos por utilizarem o gás natural, como se esse fosse o único combustível utilizado nesse tipo de usina. No entanto, o diesel e o carvão também podem ser combustíveis utilizados, e acabam poluindo muito mais.

A aluna 5, diz que polui porque usa gás, mas não explica que esse gás sofre uma combustão e gases poluentes são gerados, promovendo a poluição da atmosfera.

Aos alunos que disseram não, apesar de errarem, alguns retiraram elementos do texto na tentativa de justificar suas respostas, entendendo que a usina movida a gás natural não polui o meio ambiente, apenas a que utiliza o carvão e o diesel.

Aluna 6: “Não todas como mostra o texto, mas a maioria sim, pelo fato de soltarem gases nocivos para o meio ambiente.”

Aluna 7: “Não, o gás natural usado na produção de energia é menos poluente.”

Aluna 8: “Não todas, aquelas que utilizam gases poluentes, carvão e diesel poluem o ambiente muito mais que o gás natural.”

Nota-se aqui um erro na interpretação da pergunta, pois eles mesmos dizem que o gás natural é “menos poluente”, o que não significa que não polua o meio ambiente. A aluna 6, apesar de não ter acertado a resposta, destaca que a maioria das usinas liberam gases nocivos para o meio ambiente, mas como os seus colegas não descreve que os gases nocivos são resultado da queima dos combustíveis fósseis.

Ainda, tiveram respostas completamente equivocadas que demonstraram a falta de conhecimento dos alunos sobre a relação das usinas termoelétricas e o meio ambiente. Como mostra abaixo:

Aluna 9: “Não, algumas usinas termoelétricas ajudam a preservar o meio ambiente.”

Aluno 10: “Não, creio que a grande maioria é sustentável.”

Aluna 11: “Não, pois a maioria são criadas para que sejam fontes sustentáveis de energia.”

Para os alunos citados acima, a usina termoelétrica é sustentável e ajuda o meio ambiente, porém, as usinas são criadas com o intuito de explorar seu potencial energético, e produzir o máximo de energia com baixo custo. Poluir o meio ambiente é uma consequência negativa dessa exploração, e a grande maioria das usinas não se preocupam diretamente com esse problema.

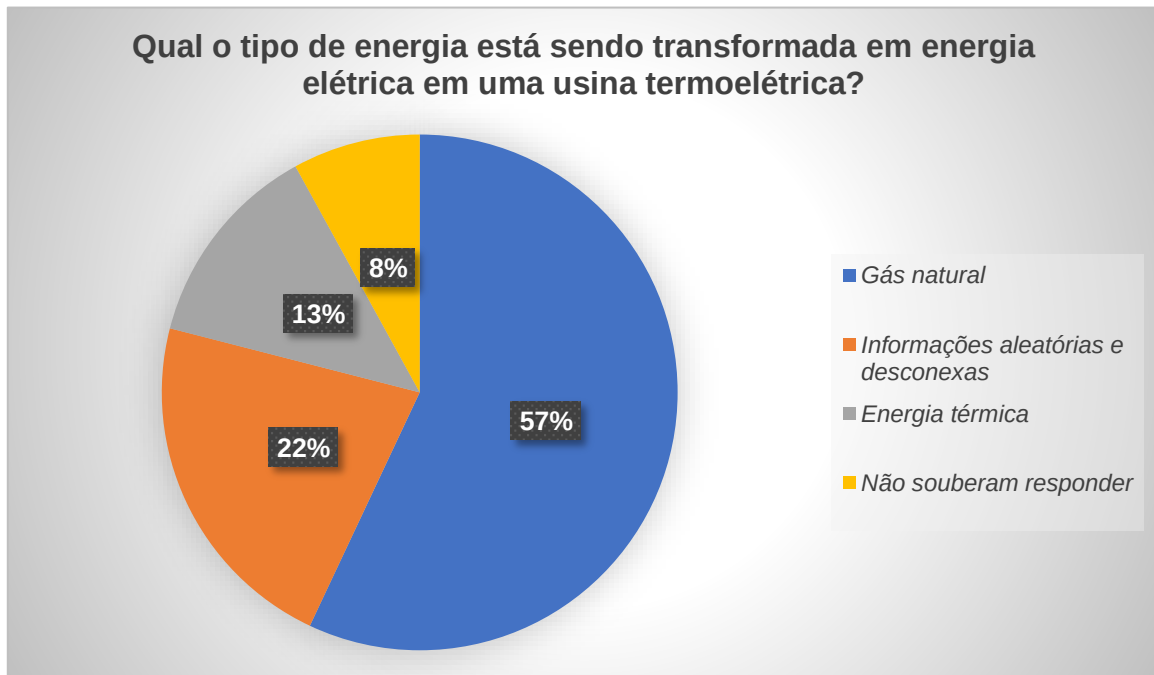
No processo de transformação de energia na usina termoelétrica, uma parte da energia é perdida na forma de calor, ruído e vibrações. Essas perdas de energia têm consequências ambientais negativas, como por exemplo, o aumento da emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global.

Além disso, a queima de combustíveis fósseis libera poluentes atmosféricos, como dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre, que têm graves consequências para a saúde humana e ambiental.

Questão 4: Qual o tipo de energia está sendo transformada em energia elétrica em uma usina termoelétrica?

As respostas apresentadas pelos alunos, podem ser observadas no gráfico abaixo:

Gráfico 4: Categorias de respostas questão 4 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

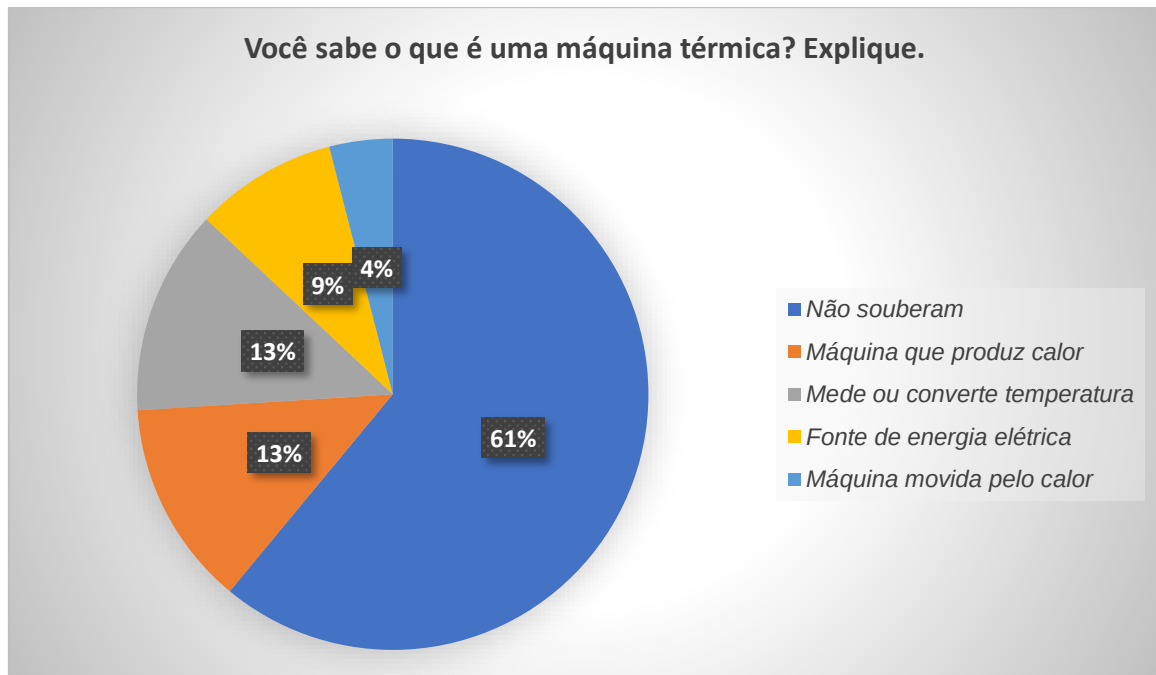
Novamente utilizando-se de elementos presentes no texto, a maior parte dos alunos citam o gás natural como o tipo de energia que está sendo transformada em energia elétrica, no entanto, o gás natural é o combustível fóssil que levará a produção da energia térmica através da combustão. Ainda uma parcela significativa dos alunos cita respostas aleatórias que não se relacionam com o tema, como por exemplo, “energia eólica”, “calor natural”, “energia para máquinas”. Uma parcela menor cerca de 13% cita corretamente a energia térmica, mas não explicam como essa energia é gerada, enquanto 8% não souberam responder.

Nessa questão fica evidente a falta de entendimento dos alunos sobre conceitos da terminologia, como a energia térmica e suas aplicações e como pode ser gerada em uma usina termoeletrica.

Questão 5: Você sabe o que é uma máquina térmica? Explique.

As respostas apresentadas pelos alunos, podem ser observadas no gráfico 5 logo abaixo:

Gráfico 5: Categorias de respostas questão 5 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

Como observa-se através do gráfico 5, 61% dos alunos não demonstraram conhecer ou já ter tido contato com o conceito de máquinas térmicas, não apresentando respostas para o enunciado. Já 26% dos alunos mencionaram a máquina térmica como algo que produz ou converte temperatura ou mesmo calor, indicando termos ligados a termodinâmica.

4% dos alunos equivocadamente associaram a máquina térmica a uma fonte de energia elétrica e apenas um aluno aproximou-se da resposta correta ao afirmar que é uma máquina movida pelo calor, porém não explicou que o calor é convertido em trabalho mecânico. Algumas respostas são apresentadas logo abaixo:

- Aluno 1: "É uma máquina movida a base de fontes de muito calor."
- Aluno 2: "É uma máquina que gera calor, ocasionando geração de energia."
- Aluna 3: "Máquina térmica é uma máquina de calor."
- Aluna 4: "Talvez seja uma máquina com energia de calor natural."
- Aluna 4: "Converte temperatura."
- Aluna 5: "É uma máquina que regula a temperatura."
- Aluna 6: "Máquina que mede certas temperaturas."
- Aluno 7: "Pode ser uma fonte de energia."
- Aluna 8: "É uma máquina de energia elétrica."

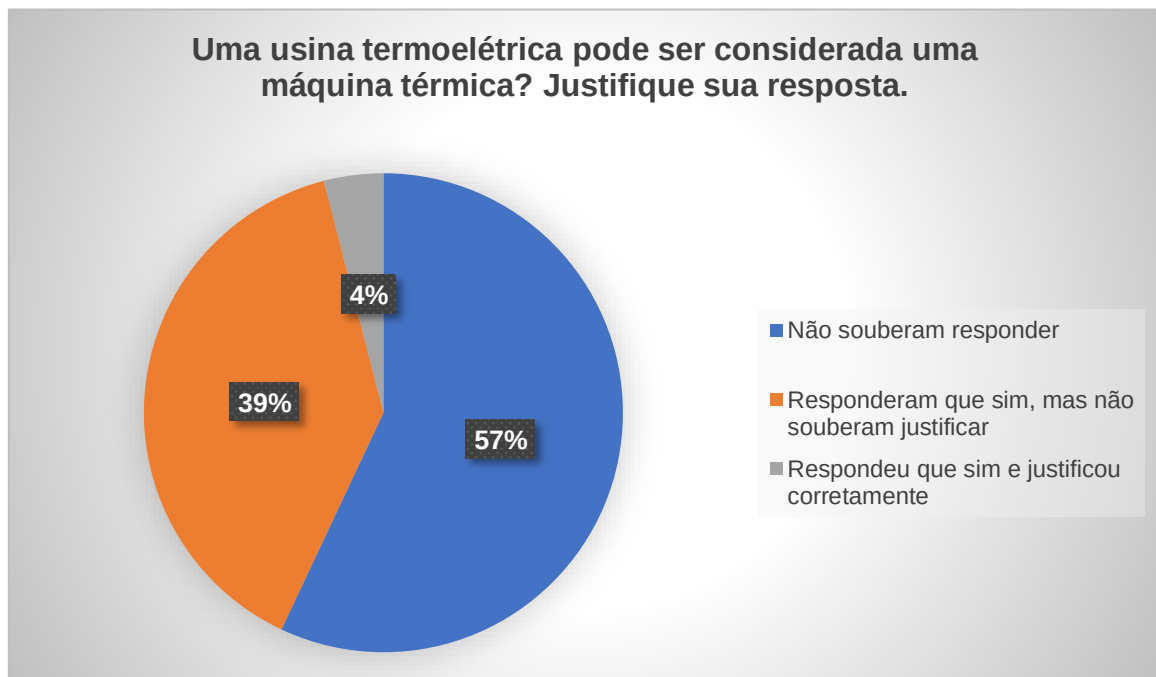
As ideias apresentadas pelos alunos são intuitivas e se classificam como tentativas de explicar o conceito de máquinas térmicas, baseadas no senso comum, porém apesar de alguns entenderem que a máquina térmica está associada ao calor,

não explicam a conversão do calor em trabalho, que é o fator que leva ao funcionamento de uma máquina térmica.

Questão 6: Uma usina termoeletrica pode ser considerada uma máquina térmica? Justifique sua resposta.

As categorias de respostas apresentadas pelos alunos para esta questão podem ser observadas no gráfico 6, logo abaixo:

Gráfico 6: Respostas questão 6 do teste inicial.



Fonte: Autoria própria

57% dos alunos não souberam responder à questão, isso pode ter ocorrido devido a questão anterior no qual muitos não souberam explicar o conceito de máquina térmica, sendo assim difícil de associar a usina com as máquinas térmicas. 39% dos alunos pesquisados responderam que sim, mas não justificaram de maneira adequada, apresentamos algumas respostas.

Aluna 1: "Sim, as duas produzem energia elétrica."

Aluna 2: "Sim, pois transforma a energia eólica em energia renovável."

Aluno 3: Sim, pois tem a ver com a temperatura."

Aluna 4: "Acho que sim, talvez a termoeletrica seja um local que engloba as energias natural e a máquina térmica seja algo que ajuda nisso."

Os alunos trazem informações aleatórias, que não tem relação com o contexto da pergunta. A aluna 3 relata que as máquinas térmicas e a usina têm a ver com a temperatura, e essa conexão feita pela aluna pode ser uma reflexão entre os conceitos que lembram a temperatura. Já os outros alunos citam processos como energia elétrica que é produzida na usina, mas não explicam quais são as características que levam a usina a ser uma máquina térmica. Já os alunos 2 e 4 demonstram não ter conhecimentos suficientes para responder à pergunta e lançam conceitos aleatórios e sem sentido para o tema em estudo.

SEGUNDO ENCONTRO: Situação-problema

Tempo estimado: 1h

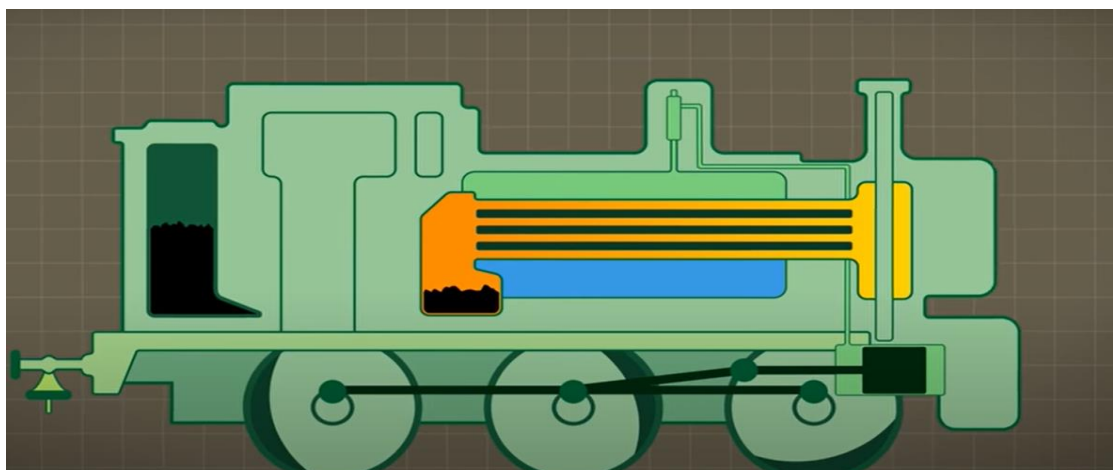
O segundo encontro teve duração de 1 hora/aula e teve o objetivo de propor situações-problema que despertem o interesse dos alunos sobre os conceitos associados a termodinâmica e foi proposta a apresentação de dois vídeos:

- Primeiro vídeo: **“Como funciona uma locomotiva”**
<https://www.youtube.com/watch?v=9CaQfq05GLo>
- Segundo vídeo: **“Energia Termoelétrica”**
<https://www.youtube.com/watch?v=TTjEib9IU0c>

Este encontro foi dividido em dois momentos:

Primeiro momento

Figura 5: locomotiva de trem.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=9CaQfq05GLo> acessado em 09/01/2023

Inicialmente o professor exibiu um print da tela do primeiro vídeo para os alunos, no qual os mesmos tiveram um tempo para identificar que se trata de uma locomotiva de trem. Após a identificação, o professor questionou acerca do funcionamento da locomotiva de trem. Qual o tipo de energia é responsável pelo funcionamento da locomotiva?

Algumas hipóteses foram levantadas pelos alunos, sendo que 48% informaram ser a combustão, 43% disseram ser o vapor e 9% informaram ser o carvão.

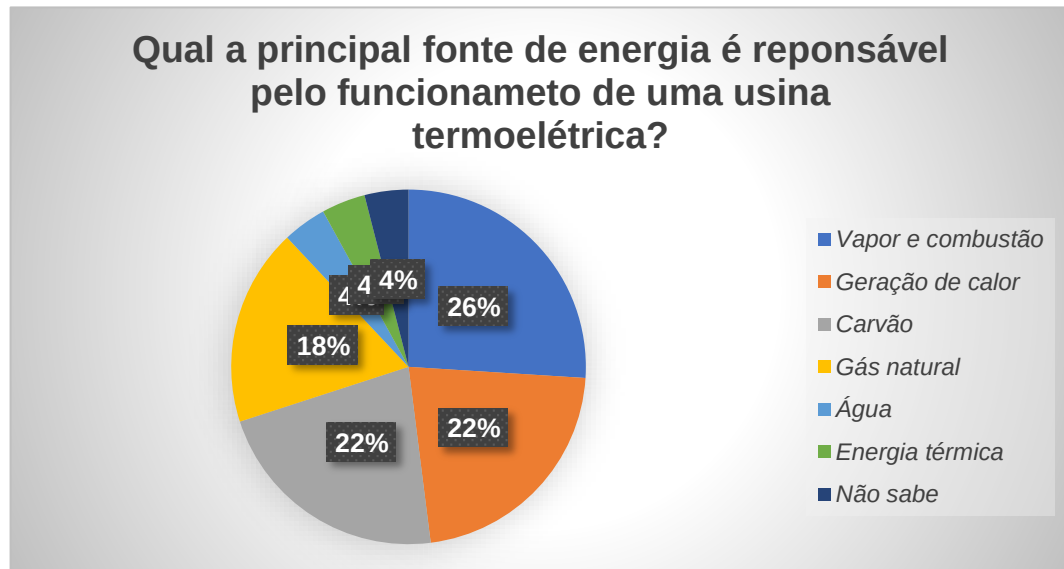
A energia que promove o funcionamento da locomotiva é a energia térmica, gerada a partir da combustão de combustível fóssil. A combustão resposta mais aceita pela maioria é o processo de queima do combustível fóssil, e não o tipo de energia que faz a locomotiva funcionar, assim essa resposta são hipóteses geradas por suas observações preliminares. Outra parte significativa da turma informou ser o vapor a energia que leva a funcionamento da locomotiva, pois antes de iniciar o vídeo, os alunos entenderam que o vapor é essencial para que a locomotiva se movimente.

Uma parcela menor da turma informou ser o carvão a energia, no entanto, o carvão é o combustível fóssil que sofre a combustão e a energia térmica é gerada por essa queima. Observa-se nas respostas apresentadas pelos alunos alguns problemas conceituais e de entendimento do processo de trabalho gerado pela energia térmica.

Em seguida foi exibido outro print, desta vez do segundo vídeo, que demonstra uma usina termoelétrica. Os alunos novamente foram questionados: qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoelétrica?

As respostas foram muito variadas, por isso foram categorizadas, como mostra o gráfico abaixo:

Gráfico 7: Categorias de respostas “Qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoeletrica?”



Fonte: Autoria própria

A principal fonte de energia numa usina termoeletrica é o combustível fóssil que pode ser o gás natural, carvão e outros. Sendo que, como podemos observar no gráfico 7 uma parcela dos alunos, cerca de 40% identificaram a fonte correta de energia, enquanto que a maioria citou o “vapor”, “combustão”, “geração de calor”, “água” e “energia térmica”, que são conceitos ou processos que levam ao funcionamento de uma usina, porém não são fontes de energia.

Figura 6: funcionamento de uma termoeletrica



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=TTjEib9IU0c>

Após as primeiras considerações dos alunos sobre as imagens apresentadas, o professor reservou um tempo para discussão, no qual os alunos puderam expor o que eles acham que deverá ocorrer para que a locomotiva e a usina termoelétrica funcionem. Será que existe relação entre o funcionamento da locomotiva e a usina termoelétrica?

Durante a discussão, foi perceptível que os alunos acreditam que existe relação, pois na fala deles tanto a locomotiva quanto a usina termoelétrica utilizam o “calor” para o seu funcionamento.

Segundo momento

Neste momento o professor exibiu o vídeo para todos os alunos, no qual os mesmos analisaram as situações e fenômenos que estão ocorrendo durante a exibição, confrontando as concepções iniciais. Assim, os alunos explicaram as situações ocorridas durante a exibição do vídeo, que foram observadas na etapa anterior, para isso, foram realizadas algumas perguntas, baseando-se nas observações e registros:

Figura 7: Exibição do vídeo: Funcionamento de uma locomotiva e usina termoeétrica



Fonte: Autoria própria.

1 - As máquinas térmicas tem como finalidade utilizar a energia térmica a partir da geração de calor para realizar algum trabalho. Descreva em quais instantes do trem a vapor e da usina termoeletrica está sendo gerado calor para o sistema e em que instante está sendo realizado trabalho?

Para responder a essa questão os alunos teriam que explicar dois processos, a geração de calor e a realização de trabalho. No trem a vapor, o calor é gerado quando a lenha, carvão ou outro combustível é queimado na caldeira, aquecendo a água para produzir vapor. Uma vez que o vapor é gerado, ele é direcionado para os cilindros do motor, onde empurra os pistões para mover as rodas. Nessa etapa, o trabalho está sendo realizado.

Na usina termoeletrica, o calor é gerado na câmara de combustão, onde a queima de carvão, gás natural, óleo ou outro combustível produz calor que é usado para aquecer água e produzir vapor. Esse vapor alimenta as turbinas, que giram um gerador para produzir eletricidade. Nessa etapa, o trabalho está sendo realizado.

Algumas respostas apresentadas pelos alunos explicam em partes o processo ocorrido, principalmente a geração do calor, mas a maioria não explica em que instante está sendo gerado o trabalho, como mostra abaixo:

Aluno 1: “No trem produz calor com a queima de carvão, e trabalho com o vapor da água no pistão. Na termoeletrica, funciona da mesma forma, porém no lugar de um pistão o vapor faz algo girar.”

Aluna 2: “No trem a vapor, ocorre no momento em que o carvão e água são aquecidos na caldeira. Já na usina ocorre no momento que a água é aquecida pela combustão e quando as turbinas utilizam força da água.”

Aluno 3: “No aumento da temperatura gerada pela combustão, fazendo vapor para que haja movimentos contínuos e gere energia.”

Aluno 4: “Está sendo gerado calor, a partir da combustão (queima de carvão).”

O aluno 1 explica corretamente como ocorre a geração do calor na locomotiva e como ocorre a geração de trabalho que é por conta do vapor de água. No entanto, ao falar da termoeletrica que de fato é um processo semelhante, ele explica que “algo” gira que no caso são as turbinas que levarão a produção de energia. Os outros alunos mencionados falam sobre a combustão como forma de geração de calor, mas não explicam como ocorre a realização de trabalho tanto na locomotiva quanto na usina.

Outras respostas dos alunos seguem o mesmo padrão de explicação, mencionam a combustão e o aquecimento da água e alguns explicam o movimento do pistão ou turbinas, sem mencionar o conceito “trabalho”, como mostra a abaixo:

Aluna 5: “Nos instantes em que o carvão esquentar a água e ela se transforma em vapor.”

Aluna 6: “Nos instantes em que o carvão ferve a água, ela se transforma em vapor indo para o pistão.”

Aluno 7: “No momento em que o carvão aquece a água, transformando-a em vapor e ela é liberada para o pistão, fazendo as rodas girarem.”

Aluno 8: “Quando o vapor gerado chega até o pistão e com a pressão faz com que ele vá para a frente e para trás. Quando a água aquecida chega até as turbinas.”

Aluno 9: “No trem a vapor, a água é aquecida pelo fogo, onde o vapor vai para um único tubo e chega ao destino, onde fica com um pistão. Na usina termelétrica, um tubo grande puxa a água, onde passa para os tubos e com uma grande pressão ela começa a rodar as turbinas.”

Aluna 10: “Ambos utilizam o calor do carvão em combustão, no momento que a pressão da água sobe e movimentar.”

2 - Por que, para a realização do trabalho, em ambos os casos, locomotiva à vapor e termelétrica, se gerou um aumento de temperatura?

O aumento de temperatura em ambos os casos ocorreu porque para realizar trabalho é preciso inserir energia, neste caso a energia térmica que será convertida em energia mecânica na locomotiva à vapor e em energia elétrica na termelétrica, e como resultado da energia térmica, temos o aumento de temperatura.

Para essa pergunta 27% não souberam responder. Uma parcela dos alunos cerca de 43% explicaram que o aumento da temperatura ocorre por conta do aquecimento do carvão, citando o fogo ou chama, queima do carvão, temperatura do carvão, aquecimento da água como principais causas do aumento da temperatura na realização do trabalho. Como podemos observar, logo abaixo:

Aluna 1: “Por conta da temperatura do carvão que aumentou.”

Aluno 2: “Porque a água foi aquecida em determinado momento.”

Aluno 3: “Pela queima do carvão, para que a água entre em vaporização e faça as engrenagens se movimentarem.”

Aluno 4: “Porque ambos queimaram o carvão.”

Aluno 5: “Pelo aquecimento da fornalha e pelo uso da chama.”

Aluna 6: “Por conta do uso do fogo.”

Ainda assim, 30% dos alunos explicaram que o aumento da temperatura ocorre para que o vapor seja liberado e movimenta o pistão na locomotiva ou turbinas no

caso da usina, ou seja, os alunos tentam explicar que o aumento da temperatura é uma maneira importante para que o trabalho seja realizado, mas não citam que a energia precisa ser inserida no sistema. Algumas respostas podem ser observadas logo abaixo:

Aluno 7: “Para que o vapor possa ser liberado para o pistão, fazendo o trem se locomover.”

Aluno 8: “Para que o vapor se locomova até o pistão e faça as rodas trabalharem.”

Aluna 9: “Para a geração da combustão e pressão do vapor para liberar o pistão e girar a turbina.”

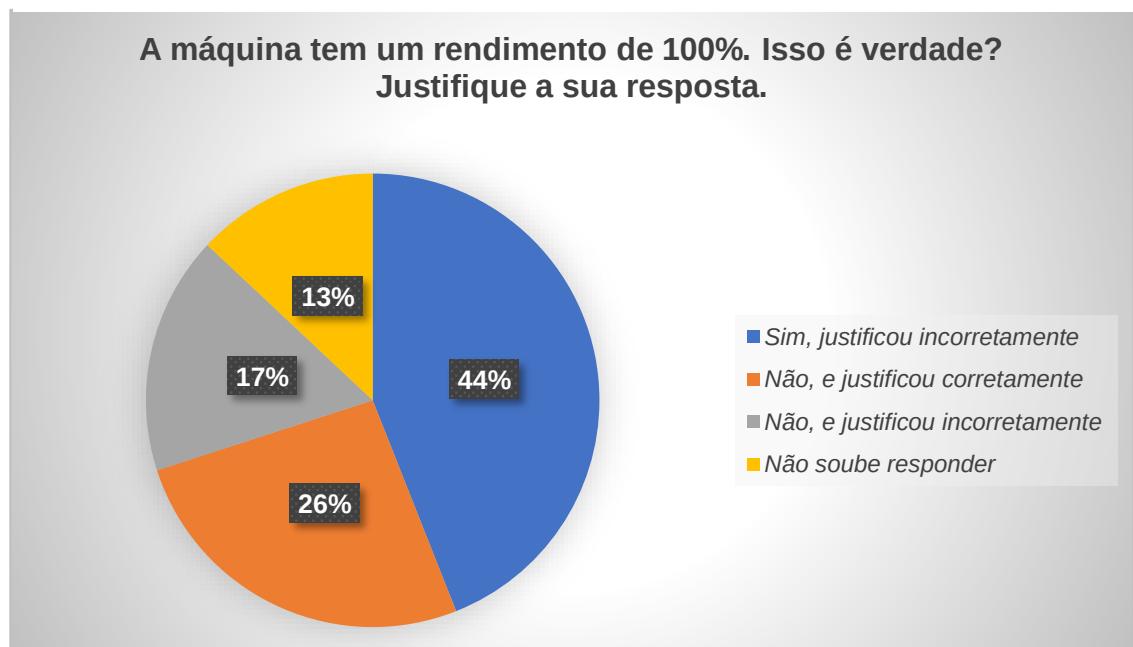
Aluno 10: “Para aquecer os tubos e conduzir calor até a água para se transformar em vapor.”

3 - Todo o calor gerado pela máquina gerou uma energia térmica que se converte totalmente em trabalho, ou seja, a máquina tem um rendimento de 100%. Isso é verdade? Justifique a sua resposta.

Para responder a essa pergunta, é preciso entender que não existe uma máquina térmica capaz de ter rendimento de 100%, pois isso violaria a lei da termodinâmica, que afirma que é impossível converter integralmente calor em trabalho.

As respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas no gráfico 8, abaixo:

Gráfico 8: Respostas “A máquina tem rendimento de 100%?”



Fonte: Autoria própria

Como pode ser observado através do gráfico 8, a maioria dos alunos responderam erroneamente à pergunta, já que, afirmaram que as máquinas térmicas tem um rendimento de 100%, além disso, as justificativas também evidenciam a falta de conhecimento sobre as máquinas térmicas e suas funções como podemos observar abaixo:

Aluna 1: “Sim, quando a máquina gera energia ela converte essa energia em trabalho.”

Aluna 2: “Sim, todo o calor criado se transformará em trabalho, sem desperdício.”

Aluno 3: “Sim, pois todo o vapor vai ser totalmente convertido em energia elétrica. Com isso, tem um rendimento de 100%.”

Aluna 4: “Sim, porque quando a máquina esquentar transforma o vapor em trabalho.”

Nota-se através dessas respostas que os alunos não conhecem as leis da termodinâmica e nem as máquinas térmicas, pois acreditam que toda o calor é convertido em trabalho.

Já 26% dos alunos, responderam corretamente ao dizer que não tem rendimento de 100%, e justificaram de maneira coerente, como podemos observar logo abaixo:

Aluna 5: “Não, pois o calor se dispersa no ar.”

Aluna 6: “Não, pois o calor se dispersa ao longo do processo.”

Aluno 7: “Não, pois o calor só serve para aquecer a água e vira vapor.”

Aluno 8: “Eu acho que não, porque não é todo o calor que é convertido.”

A fala dos alunos acima demonstra que tem conhecimento sobre as formas de conversão do calor em trabalho, e explicam que parte desse calor não é aproveitado ou se “dispersa” como colocado pelos alunos. Outros 17% também responderam corretamente que não tem rendimento de 100%, porém não justificaram corretamente, enquanto 13% não souberam responder, deixando a questão em branco. Algumas justificativas equivocadas podem ser observadas abaixo:

Aluno 9: “Não, já que tem que repor todo trabalho.”

Aluno 10: “Não, pois deve ter auxílio humano para algumas atividades.”

Aluno 11: “Não, já que tem que repor.”

As respostas apresentadas acima, não tem coerência já que os alunos não explicam como ocorre a reposição do trabalho e no processo de rendimento das máquinas térmicas não há influência humana.

TERCEIRO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo

Neste encontro, através de apresentação de slides, o professor apresentou o conceito da primeira lei da termodinâmica que afirma: A energia total de um sistema isolado não é criada nem destruída. Havendo a conservação de energia, onde um sistema recebe calor do meio externo, essa energia pode ser armazenada no sistema ou pode ser utilizada na realização de trabalho. Isso é representado matematicamente da seguinte forma:

$$\boxed{Q = \tau + \Delta U} = \Delta U = Q - \tau$$

Onde:

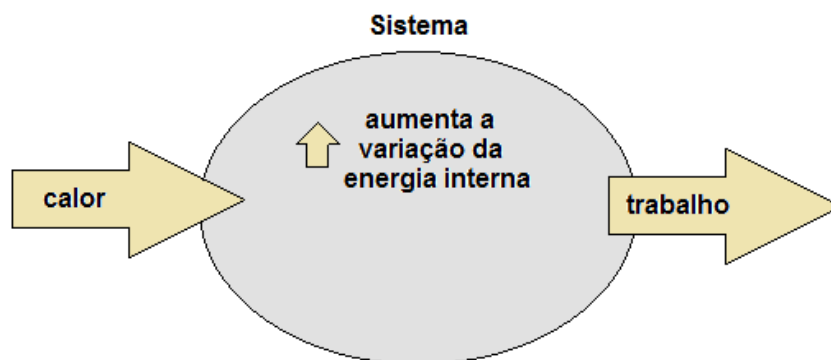
ΔU = Variação da energia interna do sistema

Q = Energia trocada com o meio exterior na forma de calor

τ = Energia trocada com o meio exterior na forma de trabalho

Dessa forma, podemos exemplificar que:

Figura 8: Conservação da energia baseado no princípio da termodinâmica



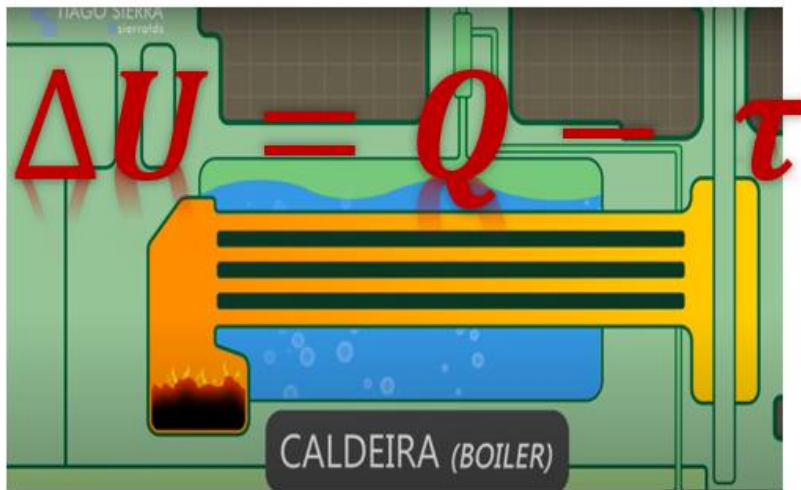
Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-da-termodinamica/>

Foi explicado pelo professor que embora a definição da primeira lei da termodinâmica pareça muito técnica, podemos observar sua aplicação em diversas

situações do nosso cotidiano. Como é o caso das máquinas térmicas presentes nas locomotivas do trem, visto no encontro anterior. No qual, é possível observar que ocorre uma transformação de energia térmica em energia mecânica, fazendo com que o funcionamento dessas máquinas térmicas, baseie-se na variação e na relação entre temperatura, pressão e volume.

Vamos analisar como a energia é transformada em uma locomotiva de trem:

Figura 9: Transformação de energia em uma locomotiva de trem.



Fonte: Autoria própria

ΔU - Toda a energia interna do sistema da locomotiva é fornecida através da combustão do Carvão, fornecendo energia térmica ao sistema.

Q - Toda essa quantidade de calor é usada para gerar vapor e alimentar os pistões do motor. Neste momento, é convertido em energia mecânica.

T - Podemos observar a realização do trabalho do pistão, fazendo com que a locomotiva ganhe velocidade. Agora temos energia cinética (MARTINI, et. al. 2016).

Foi ressaltado para os alunos que a locomotiva de trem não é um sistema isolado. Por isso, há troca de calor com o meio exterior. Havendo assim, uma perda de energia a exemplo: do calor da caldeira que é transmitida ao ar, fumaça liberada para meio ambiente, vapor quente que escapa durante o processo, o atrito, entre outros fatores, que gera perdas de energia.

A partir da exemplificação e contextualização da aplicação da primeira lei da termodinâmica, foi importante fazer alguns questionamentos aos alunos:

- **O que seria calor, trabalho e energia interna? Vocês saberiam conceituar?**

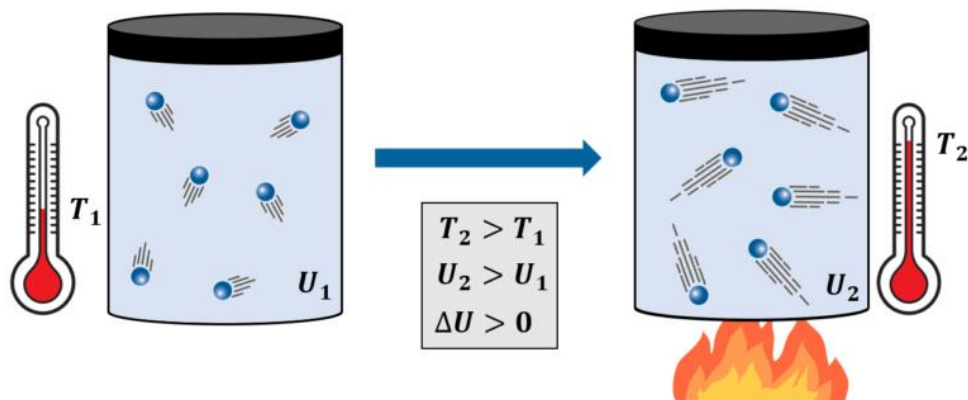
Para calor os alunos associaram a sensação de “quente”, e a temperatura, ou sensações térmicas. Dessa maneira, o professor na tentativa de instigá-los questionou: É normal dizer que estou com calor? Na concepção dos alunos é normal e foi detectado que para eles calor e temperatura são as mesmas coisas. Para os alunos não existe distinção entre calor e temperatura. De maneira semelhante ocorreu em pesquisas realizadas por Valadares (1995); Santos (2010); Louzada, Elia e Sampaio (2015) no qual os alunos associam a temperatura ao calor. E colocam que a temperatura de um corpo é o mesmo que o calor do corpo; a temperatura é a retenção de calor de um sistema; ou mesmo que a temperatura é a intensidade do calor;

Sobre trabalho os alunos relacionam a profissão ou força braçal, e o professor na tentativa de instigá-los, questionou e na Física? Vocês sabem o que é trabalho na física? A maior parte dos alunos não soube explicar coerentemente, apenas dois alunos associaram a força, mas também não souberam explicar como era a atuação dessa força.

Sobre energia interna, os alunos não conseguiram conceituar. Por isso, com base no que os alunos mencionaram, foram apresentados os conceitos de calor, trabalho e energia interna:

- **Calor:** é a energia transmitida espontaneamente entre corpos que se encontram em diferentes temperaturas.
- **Energia interna:** é a soma de todas as energias existentes nas partículas que o compõem. Essa energia é diretamente proporcional à temperatura do gás, ou seja, se a temperatura do gás aumenta, a sua energia interna também aumenta. Sendo assim, podemos concluir que a variação da energia interna de um gás será positiva ($\Delta U > 0$) quando a sua temperatura aumentar e negativa ($\Delta U < 0$) quando a sua temperatura diminuir. Como no esquema da imagem 6:

Figura 10: Esquema de gás preso em recipiente sofrendo aquecimento.

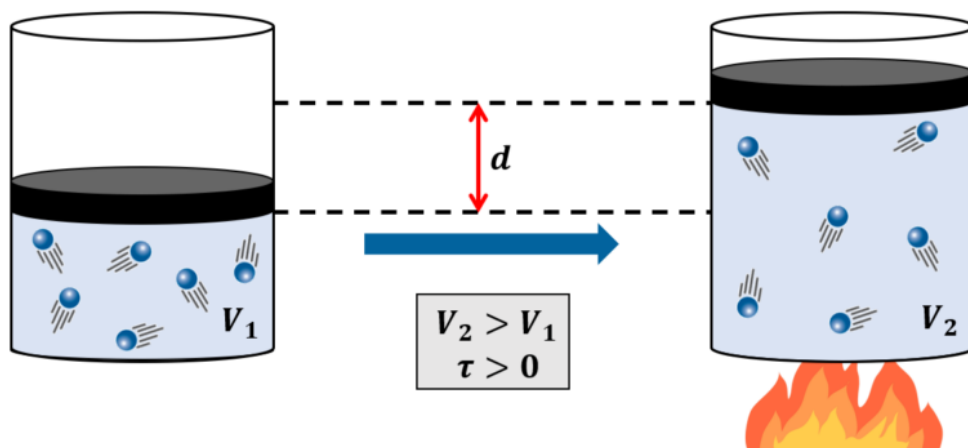


Fonte: <https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas>

Já o trabalho pode ser definido como o movimento contra uma força oposta. O trabalho é realizado, por exemplo, quando um peso é levantado contra a força da gravidade. Podemos então exemplificar isso, pensando que um gás dentro de um recipiente com uma ou mais paredes móveis (como um êmbolo, por exemplo). Para que ele expanda (aumente de volume), ele tem que empurrar essa parede, ou seja, ele tem que realizar trabalho sobre ela:

Nesses casos, onde **o gás realiza trabalho** sobre algum corpo, a convenção nos diz que o trabalho τ é positivo ($+\tau$) como na imagem 7:

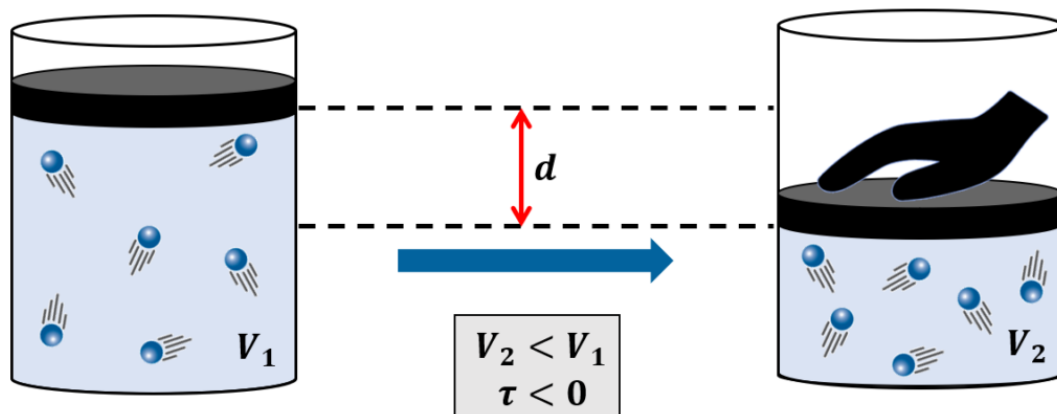
Figura 11: esquema de gás realizando trabalho.



Fonte: <https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas>

Da mesma forma, a situação inversa também pode ocorrer: um agente externo pode comprimir o gás, reduzindo o seu volume. Nesses casos, onde **trabalho é realizado sobre o gás**, a convenção nos diz que o trabalho τ é negativo ($-\tau$) como na figura 12:

Figura 12: Esquema de trabalho sendo realizado sobre um gás.



Fonte:

<https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas&tbm=isch&ved=2ahUKEwignJKXIYPyAhUirZUCHakQAvGQ2>

Por isso, podemos então observar que existem convenções de sinais aplicadas a primeira lei da termodinâmica apresentados no quadro 4:

Quadro 3: Convenções de sinais na primeira lei da termodinâmica.

Grandeza	Sinais	
	<i>Sinal Positivo (> 0)</i>	<i>Sinal Negativo (< 0)</i>
Calor Q	Quando o gás recebe calor.	Quando o gás perde calor.
Trabalho τ	Quando o gás expande realizando trabalho.	Quando o trabalho é realizado sobre o gás, comprimindo-o.

Energia interna ΔU	Quando a temperatura do gás aumenta.	Quando a temperatura do gás diminui.
----------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Fonte: Autoria própria

Com o intuito de sistematizar o conteúdo apresentado foram propostas a resolução de alguns problemas associados a primeira lei da termodinâmica.

1- (UECE) - Do ponto de vista da primeira lei da termodinâmica, o balanço de energia de um dado sistema é dado em termos de três grandezas:

- a) pressão, volume e temperatura.
- b) calor, energia interna e volume.
- c) trabalho, calor e energia interna.
- d) trabalho, calor e densidade.

A resposta correta era a alternativa C, “trabalho, calor e energia interna”, a 1ª Lei da Termodinâmica é um princípio geral que leva em conta a variação de energia interna de um sistema quando ele, durante um processo, troca energia com a sua vizinhança.

$$\Delta U = Q - W$$

Onde:

ΔU = variação de energia interna.

Q = calor.

W = trabalho.

Para essa pergunta 96% acertaram a questão, enquanto que apenas 4% erraram a questão. Isso mostra que os alunos através da participação da aula conseguiram identificar os conceitos associados a primeira lei.

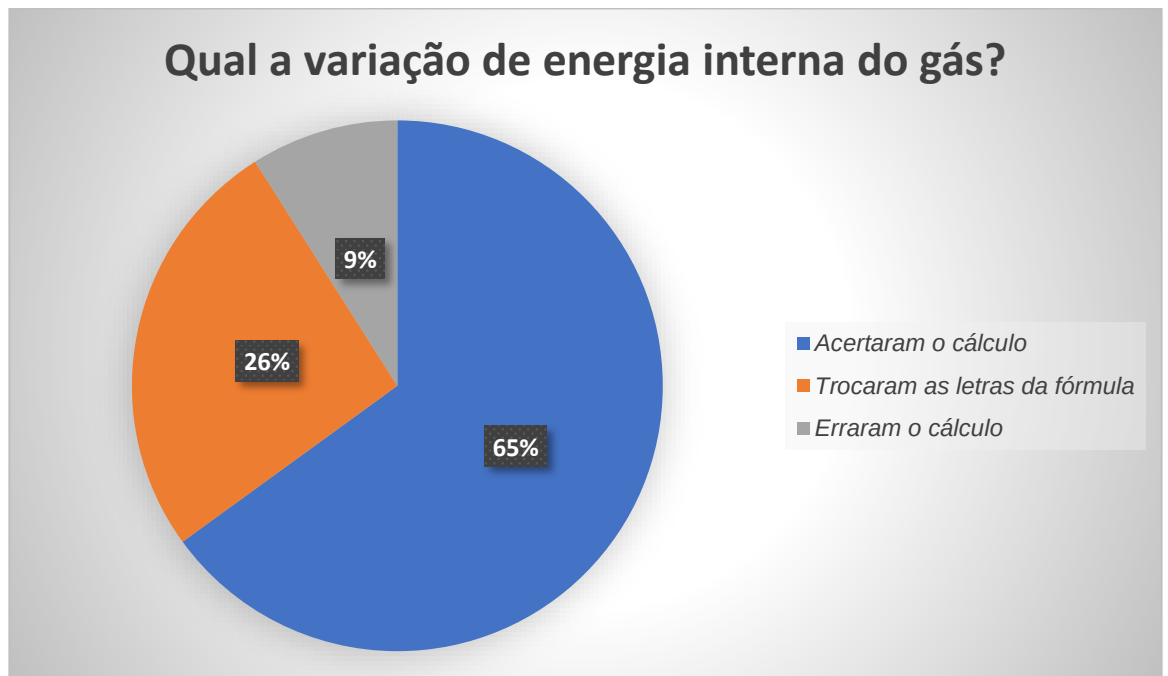
2- Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.

Sabendo-se que o trabalho do agente externo é de 600 J, qual a variação de energia interna do gás?

Para solucionar essa questão os alunos tinham que colocar em prática a fórmula da primeira lei da termodinâmica, para calcular a variação de energia interna. Como mostra abaixo:

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

Gráfico 9: Respostas questão 2 da atividade.



Fonte: Autoria própria

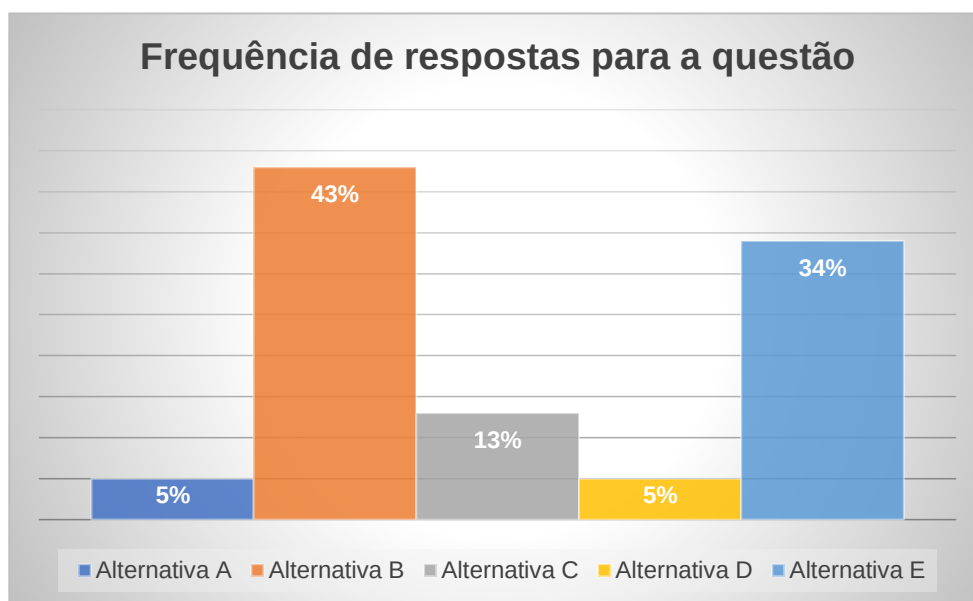
Como mostra o gráfico 12 acima, 65% dos alunos acertaram a questão utilizando a fórmula adequada e o cálculo matemático correto, no entanto, uma parcela significativa acabou trocando as letras da fórmula, o que comprometeu diretamente no seu resultado, assim ao invés de calcular a variação interna de energia, calcularam a quantidade de calor, o que mostra a falta de atenção dos alunos ao realizar o cálculo. Enquanto que 9% erraram completamente o cálculo.

3 - (Ufes) Considere uma garrafa térmica fechada com uma certa quantidade de água em seu interior. A garrafa é agitada fortemente por um longo período de tempo. Ao final desse período pode-se dizer que a temperatura da água:

- a) aumenta, pois o choque entre as moléculas gera calor.
- b) aumenta, pois o ato de chacoalhar aumenta a energia interna da água.
- c) aumenta, pois o trabalho vai ser transformado em calor.
- d) diminui, pois, a parede interna da garrafa térmica vai absorver o calor da água.
- e) permanece constante, pois a garrafa térmica não permite troca de calor.

Para esta questão esperava-se que os alunos respondessem a alternativa B, já que, ao agitar a garrafa por um longo período de tempo, a temperatura aumenta, pois a energia interna da água também é aumentada, mesmo com o tipo de recipiente que é a garrafa térmica. As respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas no gráfico abaixo:

Gráfico 10: Respostas questão 3 da atividade.



Fonte: Autoria própria

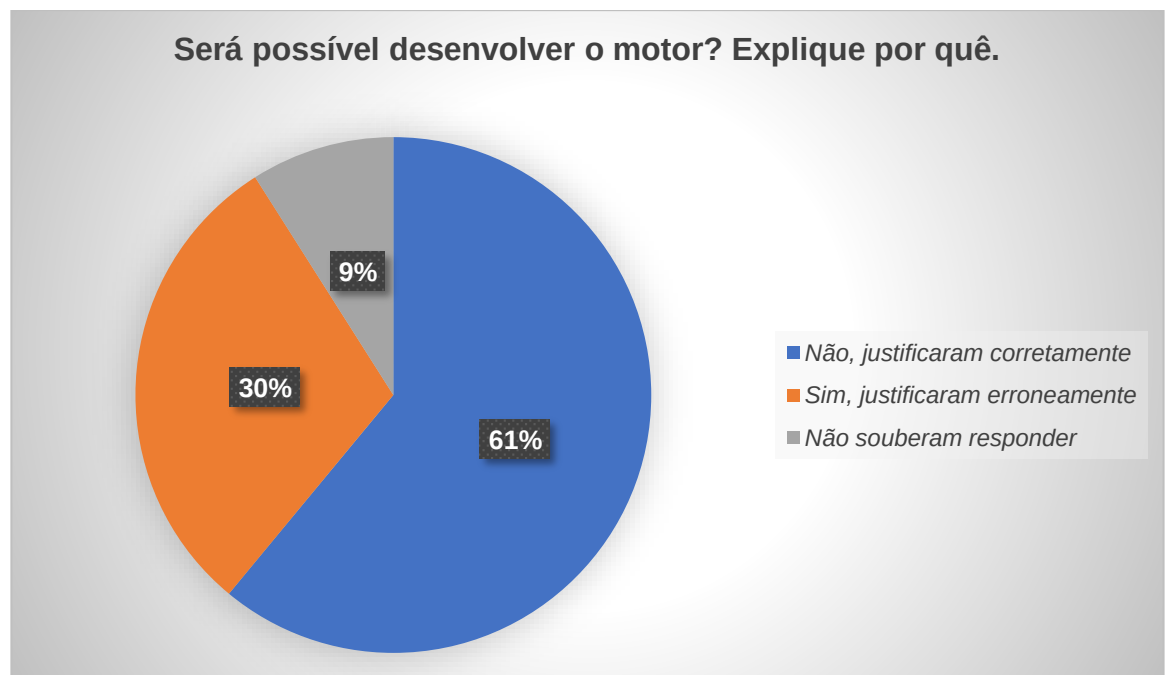
43% dos alunos marcaram a alternativa B e 34% marcaram alternativa E, isso pode ter ocorrido por um entendimento equivocado dos alunos, já que, podem ter relacionado o termo constante ao enunciado da primeira lei e ao material da garrafa térmica.

4 - (Pucmg) No filme "Kenoma", um dos personagens, Lineu, é um artesão que sonha construir um motor que não precise de energia para funcionar. De acordo com seus conhecimentos acerca da primeira lei da termodinâmica, será possível desenvolver o motor? Explique por quê.

Para esta pergunta esperava-se que os alunos dissessem que não, já que, de acordo com a primeira lei da termodinâmica a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra. Portanto, o sonho de Kenoma de construir um motor sem consumir energia viola as leis da física e é cientificamente inviável.

Isso foi observado pelos alunos como mostra o gráfico abaixo:

Gráfico 11: Respostas questão 4 da atividade.



Fonte: Autoria própria.

Algumas justificativas podem ser observadas abaixo:

Aluna 1: “Não, para o motor funcionar, precisa de energia, para a máquina fazer o trabalho.”

Aluno 2: “Não, pois a ciência já provou que é impossível desde a primeira máquina termodinâmica.”

Aluna 3: “Não, pois todo e qualquer motor precisa de uma energia para se locomover.”

Aluna 4: “Não. Pois para que qualquer corpo se movimente é necessária alguma fonte energia ou força, e força também é energia.”

Aluna 5: “Não, já que se precisa de uma combustão de energia para movimentar o resto da locomotiva.”

Aluna 6: “Não, pois a energia é crucial para fazer o motor funcionar.”

Aluno 7: Não, pois por mais que o motor seja a base de diesel, gasolina e etc. O motor precisa de uma energia, quando se abastece, está perdendo energia, porém para funcionar o motor precisa sim de certa energia.”

Os alunos acima compreendem que a energia é a base para o funcionamento de um motor, e destacam que a ideia de Kenoma não é viável. A aluna 1 descreve que a energia é necessária para que a máquina realize o trabalho, assim como os alunos 3, 4, 5 e 7. O aluno 7, descreve até alguns combustíveis que são a base para a energia e o funcionamento de um motor. Dessa maneira, os combustíveis são materiais que reagem com o oxigênio, provocando a combustão. Esta propriedade permite que uma quantidade de massa de um combustível desempenhe o papel de reservatório de energia, capaz de armazená-la em sua estrutura química até o momento de ser usada.

Algumas respostas erradas são observadas abaixo:

Aluno 8: “Sim, pois tem motores hoje em dia que não precisam de energia para funcionar.”

Aluna 9: “Sim. Ele pode usar outras formas de calor.”

Aluna 10: “Sim. Vai ser necessário utilizar calor, trabalho e energia interna.”

Os alunos citados acima destacam erroneamente que os motores não necessitam de energia. O aluno 8 cita que os motores atualmente não necessitam de energia para funcionarem o que não é verdade, já que, mesmo os motores mais sustentáveis como os elétricos necessitam de energia para seu funcionamento.

Os alunos 9 e 10 demonstram não ter compreendido totalmente a pergunta, pois citam que podem utilizar outras formas de calor, porém não descreve quais seriam e o aluno 10 coloca que é possível criar o motor, mas vai ser necessário o calor, trabalho e energia interna. Desse modo, o próprio aluno agregando conceitos da termodinâmica destaca que não é possível desenvolver o motor, mas não esclarece isso na resposta.

QUARTO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo (continuação)

Neste encontro, foi dada continuidade à exposição dialogada do conteúdo. No qual foi abordado pelo professor as transformações termodinâmicas, ressaltando para

os alunos que as transformações podem ser descritas de várias formas, dependendo das variáveis termodinâmicas que permanecem constantes. As quatro transformações termodinâmicas mais comuns são:

Quadro 4: Características das transformações termodinâmicas.

Transformação	Característica	Expressão matemática
Isotérmica	Temperatura Constante	$Q = T$
Isométrica	Volume constante	$Q = \Delta U$
Isobárica	Pressão constante	$\frac{V}{T} = \text{constante}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Adiabática	Gás não troca calor com o meio externo	$\Delta U = - \tau$

Fonte: Autoria própria

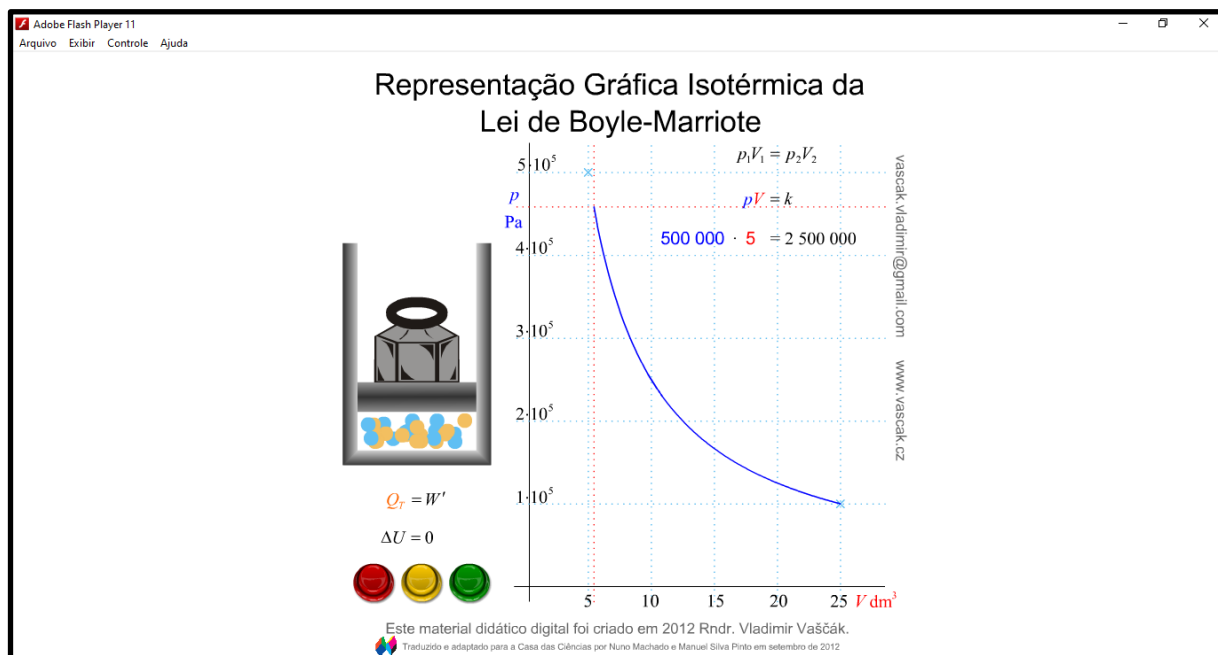
Durante a explicação do conteúdo o professor realizou demonstrações práticas através de simulações para mostrar a diferença entre os processos isotérmicos, isométricos, isobáricos e adiabáticos e como esses processos afetam a energia interna e trabalho do sistema.

As simulações abordadas neste encontro estão disponíveis no site: <https://www.casadasciencias.org/>. Vale ressaltar que a Casa das Ciências é uma plataforma fundada em 2008, que reúne recursos digitais de diferentes tipos: vídeos explicativos, materiais didáticos, fichas de atividades, jogos educativos e conteúdos interativos. Os conteúdos são organizados por disciplina, tema e nível de ensino, facilitando o acesso e a pesquisa dos professores e estudantes.

Transformação isotérmica

Para melhor exemplificar o conceito de isotérmica e como ela é importante para o estudo de processos termodinâmicos, o professor exibiu a seguinte simulação:

Figura 13: Representação transformação isotérmica.



Fonte: <https://www.casadasciencias.org/>, acessado em 15/02/2023

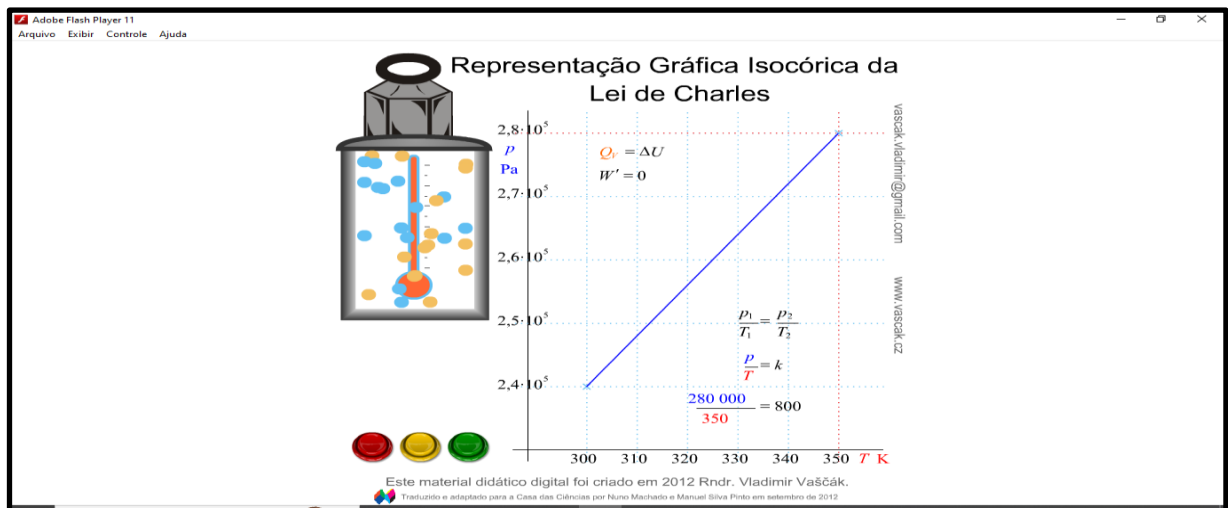
Com base na execução e análise da simulação, o professor discutiu com os alunos, ressaltando que nesse tipo de transformação, a temperatura do sistema permanece constante como observado na simulação.

Enfatizando ainda que durante uma transformação isotérmica, a pressão e o volume do gás se alteram de acordo com a lei de Boyle-Mariotte ($PV = \text{constante}$), que descreve a relação inversa entre pressão e volume de um gás, como observado na representação gráfica da simulação.

Transformação isométrica

Já para a Transformação isométrica ou isocórica demonstrada na simulação abaixo o volume do sistema permanece constante.

Figura 14: Representação transformação isocórica.



Fonte: <https://www.casadasciencias.org/>, acessado em 15/02/2023

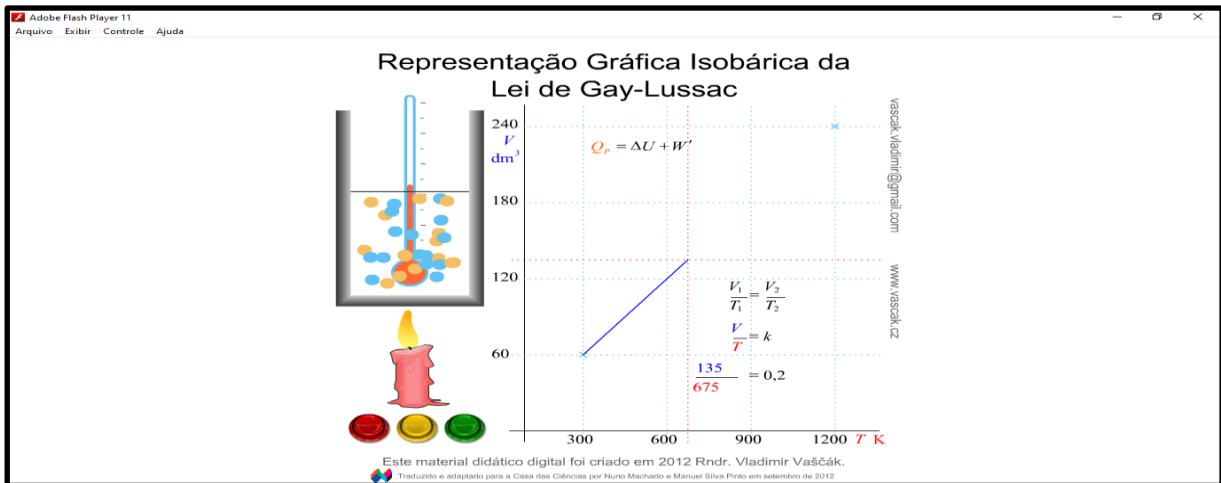
Através da execução e análise da simulação, o professor explicou que durante a transformação isométrica não há trabalho realizado pelo gás, pois não há mudança de volume.

Ressaltando ainda que durante uma transformação isométrica, a pressão e a temperatura do gás podem variar, seguindo a lei de Gay-Lussac, que descreve a relação direta entre pressão e temperatura de um gás ($P/T = \text{constante}$).

Transformação isobárica

Durante a explicação sobre a transformação isobárica o professor executou a simulação:

Figura 15: Representação da transformação isobárica.



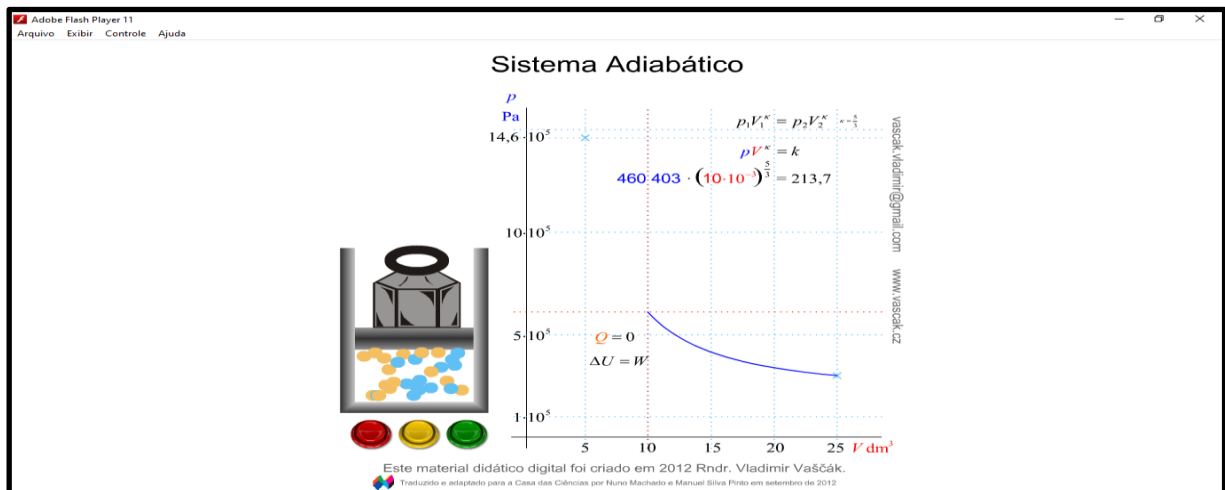
Fonte: <https://www.casadasciencias.org/>, acessado em 15/02/2023

Em seguida o professor pediu para os alunos observarem que nessa transformação a pressão do sistema permanece constante, e que o volume e a temperatura do gás podem variar, seguindo a lei de Charles, que descreve a relação direta entre volume e temperatura de um gás ($V/T = \text{constante}$).

Transformação adiabática

Para abordar essa última transformação, o professor ressaltou que nesta, não há troca de calor entre o sistema e o ambiente. Isso significa que a energia interna do sistema permanece constante. Para melhor compreensão foi executada a seguinte simulação:

Figura 16: Representação transformação adiabática.



Fonte: <https://www.casadasciencias.org/>, acessado em 15/02/2023

É possível analisar que durante uma transformação adiabática, a pressão e o volume do gás podem variar, seguindo a lei de Laplace, que descreve a relação inversa entre pressão e volume de um gás adiabático ($PV^\gamma = \text{constante}$), onde γ é a razão entre os calores específicos do gás, a pressão constante e o volume constante.

Foi importante ressaltar para os alunos que a transformação adiabática é a mais comum em processos de compressão e expansão de gases em motores e turbinas, onde a eficiência é maximizada pela minimização das perdas de calor.

QUINTO ENCONTRO: NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

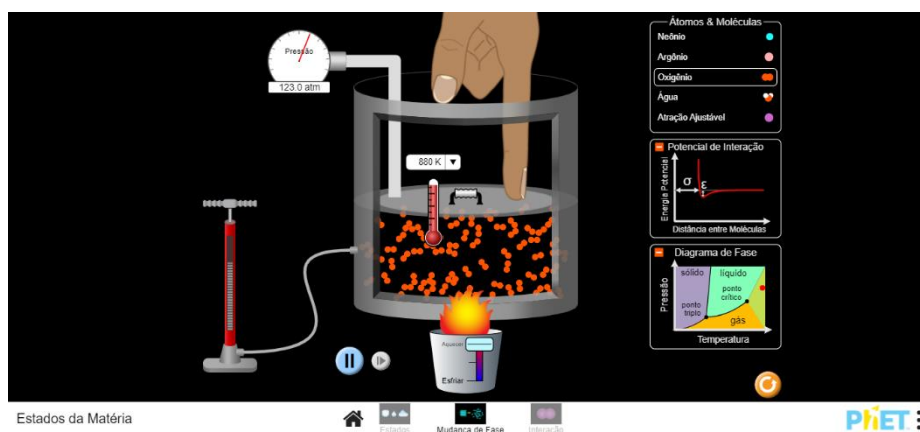
Esse encontro foi dividido em duas etapas:

Primeira etapa: desenvolvimento dos conceitos abordados no encontro anterior.

Para avaliar a compreensão dos conceitos discutidos no encontro anterior, foi proposto a execução da simulação do Phet sobre Estados da Matéria, no qual os alunos puderam observar na prática os conceitos das transformações termodinâmicas.

Essa simulação tem por objetivo demonstrar o comportamento do oxigênio em um recipiente fechado, e o comportamento de algumas variáveis como temperatura, pressão, e consequentemente a geração de trabalho. Como observa-se na imagem abaixo:

Figura 17: Simulação estados da matéria.



Fonte: Phet interactive Simulations. Acessado em 27/02/2023

É importante destacar que a simulação foi realizada em laboratório de informática pelos alunos, sendo assim orientados pelo professor. Como mostra algumas imagens abaixo:

Figura 18: Alunos desenvolvendo simulação em laboratório.



Fonte: Autoria própria.

Foi solicitado aos alunos:

- Adicione com a bomba certa quantidade de oxigênio.
- Pressione o recipiente e depois aqueça-o.
- Deve-se observar o comportamento das variáveis pressão e temperatura.

Foi então questionado aos alunos:

Quadro 5: Questões problematizadoras sobre a simulação.

Questões problematizadoras	
1.	Ao empurrar a tampa do recipiente o que acontece com pressão?
2.	O que a chama provoca no Oxigênio? A energia interna aumenta ou diminui?
3.	Com base na simulação, descreva de quantas formas diferentes podemos alterar a temperatura e a pressão?
4.	Em relação ao calor provocado pela chama, podemos dizer que o sinal foi positivo ou negativo?
5.	Como podemos associar a simulação à primeira lei da termodinâmica?

Fonte: Autoria própria

Ao empurrar a tampa do recipiente o que acontece com a pressão?

Para esta pergunta os alunos observaram a simulação e 96% disseram que a pressão aumentou, enquanto que 4% afirmou que a pressão diminuiu. O que mostra que a partir da simulação os alunos puderam testar hipóteses, ajudando a demonstrar visualmente o que ocorre com a pressão, após uma força externa, tendo em vista que a pressão é um conceito pouco assimilado pelos alunos no ensino médio.

O que a chama provoca no Oxigênio? A energia interna aumenta ou diminui?

Nesta pergunta esperava-se que os alunos observassem que o calor recebido no sistema fará com que o gás realize trabalho se expandindo, com isso a sua energia interna aumenta.

Após observação da simulação, 96% dos alunos concluíram que a chama promove o aumento da temperatura, agitação das moléculas do oxigênio, e o oxigênio move-se mais rapidamente. Enquanto 4% destacaram que a energia interna diminuiu, porém não explicou o que a chama provoca no oxigênio.

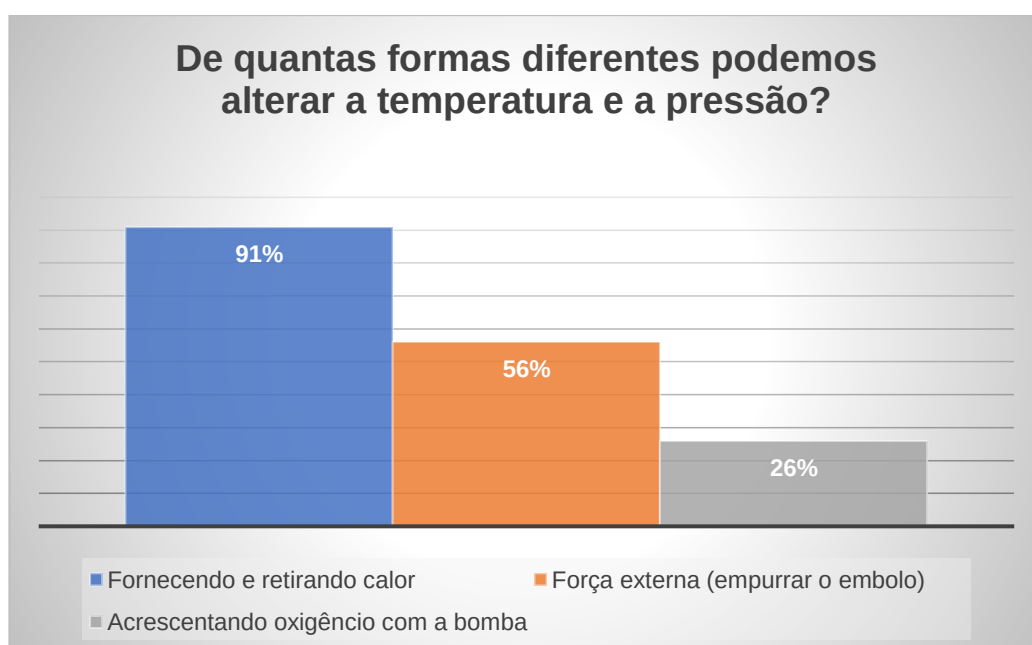
Com base na simulação, descreva de quantas formas diferentes podemos alterar a temperatura e a pressão?

Esperava-se que os alunos citassem que essas variáveis poderiam ser alteradas de três maneiras, utilizando os recursos presentes no simulador. Descrevendo que a força externa (empurrar o embolo) sobre o gás aumentaria a temperatura e pressão; ao fornecer ou retirar calor tanto a temperatura quanto a pressão se alteram; e por fim inserindo moléculas de oxigênio com a bomba no sistema.

Com isso, o intuito do professor era fazer com que os alunos relacionassem as diferentes formas de alterar a pressão e a temperatura com os conceitos de transformações termodinâmicas: Isotérmica, Isométrica, Isobárica e Adiabática, que foram temáticas trabalhadas na exposição dialogada do conteúdo.

As respostas apresentadas pelos alunos para esta pergunta se aproximaram dessas explicações, como mostra o gráfico abaixo:

Gráfico 12: Respostas a questão 3 da simulação.



Fonte: Autoria própria

Como mostra o gráfico 12, foi quase uma unanimidade para os alunos que as variáveis temperatura e pressão podem ser alteradas fornecendo ou retirando calor, isso pode ter ocorrido devido a observação realizada pelos alunos no início da simulação quando o professor pediu que aquecesse o recipiente e observassem a pressão e temperatura. Ainda a maior parte dos alunos citou a força externa (empurrar o embolo) como forma de alterar a pressão e temperatura, algo que foi também solicitado no início da simulação. Em uma menor proporção os alunos citaram que acrescentando oxigênio com a bomba, algo que ocorreu também no decorrer da simulação.

Em relação ao calor provocado pela chama, podemos dizer que o sinal foi positivo ou negativo?

Para esta pergunta esperava-se que os alunos retomassem os conhecimentos apresentados na exposição dialogada do conteúdo, no qual, foi explicado que quando o gás recebe calor temos um sinal positivo, e ao contrário quando o gás perde calor temos um sinal negativo.

Nesse sentido, 78% dos alunos afirmaram que o sinal foi positivo, enquanto 22% afirmaram que o sinal foi negativo. Grande parte dos alunos acertaram a questão, mostrando que conseguiram relacionar na prática da simulação a explicação do conteúdo anterior, retomando os aspectos mais gerais.

Como podemos associar a simulação à primeira lei da termodinâmica?

Esperava-se que os alunos explicassem que na simulação é demonstrado como ocorre a variação da energia interna num sistema termodinâmico, ao fornecer ou retirar calor do sistema e o trabalho por ele realizado.

Alguns alunos se aproximaram da resposta adequada, citando conceitos associados a primeira lei como energia, trabalho, pressão, etc. que foram conceitos observados na simulação. Como podemos observar logo abaixo:

Aluna 1: “Quando observamos, vemos que o gás que está realizando o trabalho interno dentro da simulação, vemos que se aplica a expansão indicada pela lei.”

Aluna 2: “Segundo a primeira lei da termodinâmica a energia permanece constante, como na simulação.”

Aluno 3: “Pela maneira que ocorre o trabalho do gás que quando se adiciona calor ou pressão, as moléculas ficam agitadas gerando energia.”

Aluna 4: “A simulação utiliza elementos da lei da termodinâmica; calor, energia, pressão.”

Aluno 5: “Segundo a primeira lei da termodinâmica a energia permanece constante como na simulação.”

Aluno 6: “porque essa forma é parecida com as mesmas formas das máquinas termodinâmicas.”

Aluna 7: “ela usa trabalho, energia interna e calor.”

Aluna 8: “o aumento da temperatura e consequentemente da pressão.”

Aluno 9: “a energia permanece constante.”

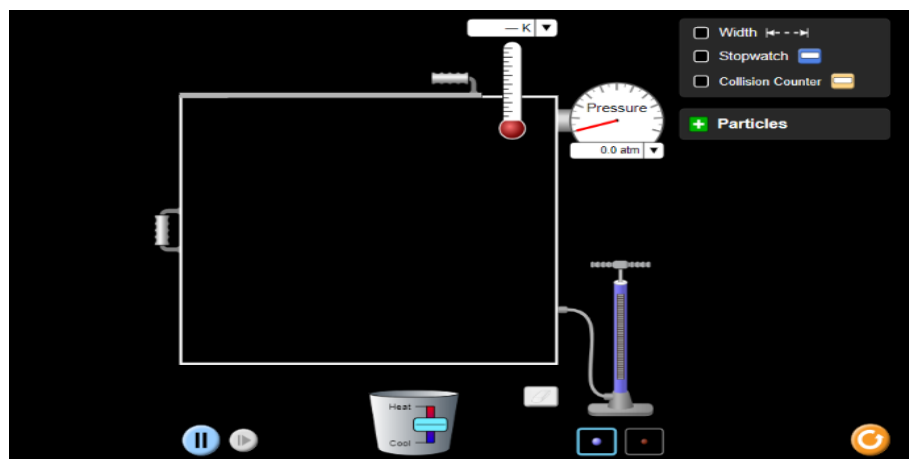
Os alunos 1 e 3 mencionam o trabalho realizado pelo gás e a agitação das moléculas que podemos associar a variação da energia interna. Já os alunos 4, 6, 7, 8 e 9, apesar de não conseguirem explicar corretamente a relação entre a simulação e a primeira lei, mencionam os conceitos vistos durante a UEPS, como calor, energia interna, pressão, máquinas térmicas, trabalho. O que mostra que eles evoluíram conceitualmente e conseguem notar os conceitos com a simulação e a primeira lei da termodinâmica.

Segunda etapa: retomando os aspectos mais gerais

Nesta etapa, foram retomados os aspectos mais gerais sobre o tema, de forma a propor o conhecimento em um maior nível de complexidade. Isso foi feito através de uma simulação educativa, do phet. Para isso, os alunos também foram direcionados ao laboratório de informática, e o professor orientou sobre o acesso e o manuseio da ferramenta pelos alunos.

Foi acessada uma simulação do Phet, denominado Gases: introdução.

Figura 19: Simulação gases introdução.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html. Acessado em 14/11/2022

Com essa simulação foi possível demonstrar a Primeira Lei da termodinâmica, além disso, os alunos puderam observar novamente o que ocorre com as variáveis temperatura, volume e pressão de um gás.

➤ **Momento de previsão:**

Antes de iniciar a simulação através do phet, o professor explicou sobre o acesso a simulação, de modo que os alunos encontrassem a simulação e conseguissem manusear, foi explicado que a simulação trata aspectos da primeira lei da termodinâmica e as transformações gasosas com o simulador propriedade dos gases. Foi explicado pelo professor que a simulação consiste em analisar o comportamento de um gás em um recipiente, e que os alunos deveriam anotar e observar o que ocorre com a temperatura e a pressão.

Em seguida os alunos relataram o que eles acharam que iria acontecer na demonstração. Registrando suas concepções e confrontando.

1 - Ao injetar gás utilizando a bomba, o que deve acontecer no sistema?

Para esta pergunta esperava-se que os alunos afirmassem que a pressão aumenta, e as moléculas ficam agitadas.

Assim, cerca de 52% dos alunos afirmaram que irá ocorrer o aumento da pressão, 13% afirmaram ocorrer o aumento da temperatura, 9% aumento da energia interna e 26% a adição de moléculas.

De fato, ocorre dois processos importantes ao injetar o gás que é o aumento da pressão, variável facilmente observada através do simulador, e a adição de moléculas no sistema, como bem observado por uma parcela dos alunos. Uma menor quantidade dos alunos cita ocorrer aumento da temperatura, no entanto, isso somente ocorrerá quando for fornecido o calor através da chama, da mesma maneira que a energia interna somente aumentará com o fornecimento do calor.

2 - Depois de algum tempo, esperando que a pressão, volume e a temperatura estabilizem, qual o comportamento do sistema?

Para esta pergunta esperava-se que os alunos afirmassem que a pressão, temperatura e volume depois de um tempo aumentam no sistema.

Sobre a variável pressão 83% afirmaram que ela aumenta, enquanto 17% afirmaram diminuir. Sobre a temperatura 82% afirmaram que aumenta, 9% afirmaram que estabiliza, e 9% afirmaram que diminui. Sobre o volume 91% afirmaram que aumenta e 9% afirmaram que diminui.

Tanto a pressão quanto a temperatura são variáveis que podem ser observadas em valores na simulação, o que facilitou o entendimento do seu comportamento no sistema, pois a melhor visualização é um recurso necessário para compreender conceitos abstratos como esses. Já o volume é possível que a maioria tenha dito que diminui por conta da expansão do gás, que chega a um ponto que não suporta a agitação das moléculas e acaba expandindo para fora do recipiente.

Algumas respostas apresentadas por alguns alunos permitiram fazer essa conclusão, como podemos observar abaixo:

Aluna 1: “Deve aumentar a pressão e a temperatura, o volume do recipiente vai permanecer o mesmo, porém irá se expandir para fora, pois não aguentará a pressão.”

Aluna 2: “Eles aumentam de acordo com o calor fornecido ao sistema.”

3 - Descreva o comportamento do sistema ao desativar a fonte de calor?

Para esta questão esperava-se que os alunos explicassem que a energia interna diminui e como consequência há a diminuição da temperatura e pressão.

Grande parte dos alunos mencionam a diminuição das variáveis temperatura, pressão e volume, que podem ser observadas no decorrer da simulação, algumas falas apresentadas pelos alunos, podem ser observadas logo abaixo:

Aluna 1: “Depois de desativar, a pressão, o volume e a temperatura irão diminuir.”

Aluna 2: “Elas irão se manter em uma temperatura/pressão constantes até um certo momento que irão diminuir.”

Aluno 3: “A energia interna diminui lentamente e a pressão vai caindo.”

Aluno 4: “Esfria, e os níveis de temperatura e pressão voltarem ao normal.”

Aluno 5: “Irá diminuir a temperatura e pressão de forma gradual.”

Aluno 6: “As agitações irá diminuir.”

Aluna 7: “Irão sofrer uma queda negativa de volume e de pressão, voltando ao estado de origem.”

Alguns alunos mencionam que a pressão, volume e temperatura diminuirão gradualmente após a desativação da fonte de calor, outros destacam que essas variáveis retomarão o estado inicial. O que demonstra as observações analisadas durante a simulação.

➤ **Momento de observação:**

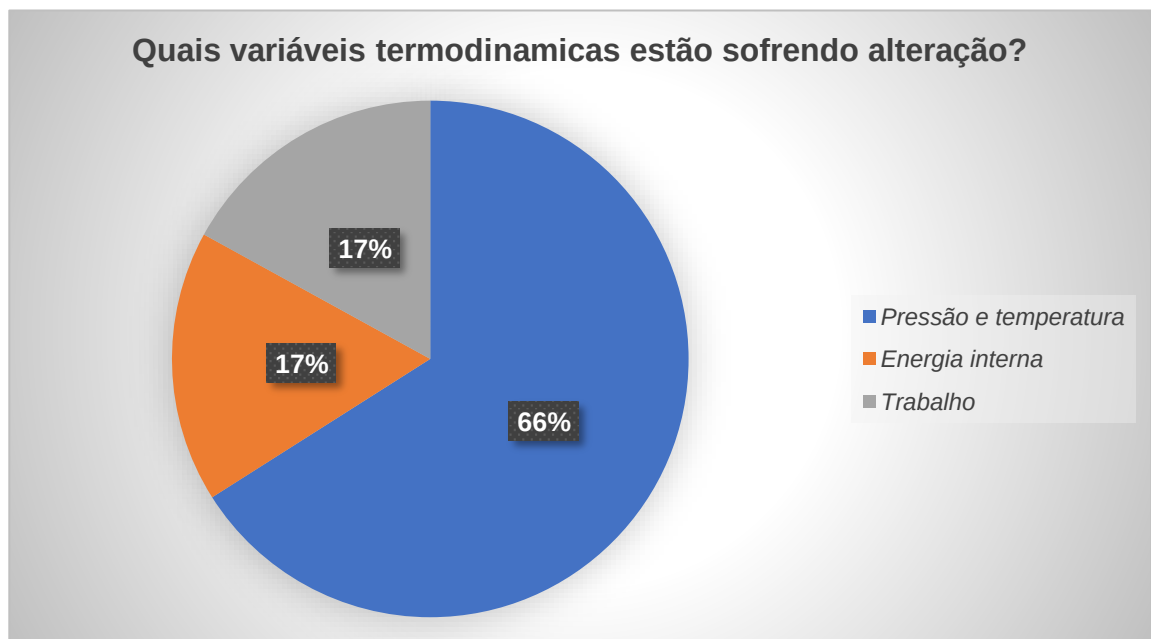
Neste momento os alunos realizaram a observação e anotação dos fenômenos e esperava-se que associassem com os conceitos e aplicações da primeira lei da termodinâmica.

➤ **Momento de explicação:**

Após essa demonstração foi pedido aos alunos que comentassem e fizessem suas explicações a respeito da simulação, discutindo o que ocorreu e quais variáveis termodinâmicas estão sofrendo alteração?

As respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas abaixo:

Gráfico 13: Respostas momento explicação da simulação.



Fonte: Autoria própria

Em sua maioria os alunos mencionaram as variáveis, pressão e temperatura que são conceitos relacionados a primeira lei da termodinâmica e podem ser observados diretamente através da simulação. Uma pequena parcela mencionou a energia interna que também está diretamente relacionada a primeira lei e a simulação.

Como o volume do gás se comporta quando a temperatura aumenta?

No simulador é possível observar que o volume se expande ao ponto de o recipiente não suportar e explodir. Dessa maneira esperava-se que os alunos afirmassem que o volume aumenta.

Assim, 48% afirmou que o volume aumenta e se expande, 35% mencionou a agitação das moléculas, e 17% não souberam responder.

O aumento e expansão do volume é uma característica que foi observada durante a simulação, por isso, foi muito mencionada pelos alunos. Alguns citaram a agitação das moléculas que também é algo que ocorre quando é fornecido calor ao sistema, assim a agitação das moléculas compreende a temperatura do sistema. Por isso com essa agitação o volume é expandido e como consequência o recipiente não suporta.

SEXTO ENCONTRO: Conclusão da unidade de ensino e Avaliação

Como meio de avaliar os alunos durante essa UEPS foi aplicado um teste final, que consistiu em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e questões de vestibulares. É importante destacar que essa avaliação teve o objetivo sistematizar os conhecimentos, verificar seus desempenhos e identificar evoluções conceituais e indícios de aprendizagem significativa.

Questão 1: (FAM-SP) Se a energia cinética média das moléculas de um gás aumentar e o volume permanecer constante:

- a) a pressão do gás aumentará e a sua temperatura permanecerá constante.
- b) a pressão permanecerá constante e a temperatura aumentará
- c) a pressão e a temperatura aumentarão.

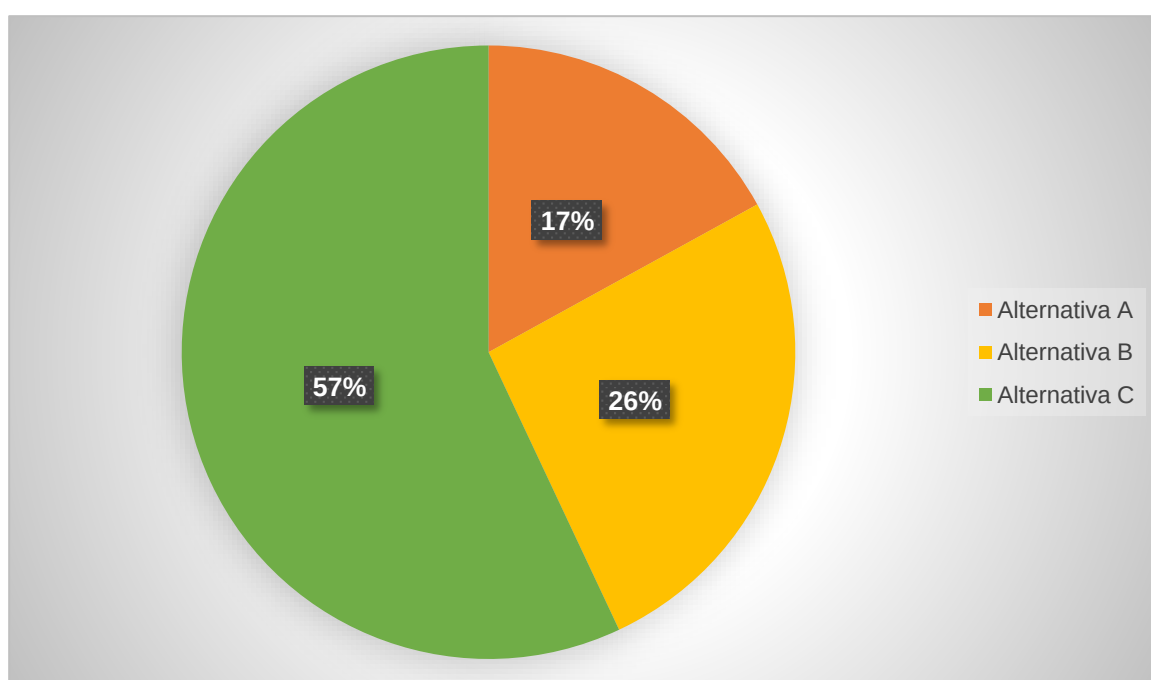
- d) a pressão diminuirá e a temperatura aumentará.
- e) a temperatura diminuirá e a pressão permanecerá constante

A alternativa correta para esta questão, é a alternativa C, a pressão e a temperatura aumentarão. Já que, com o aumento da energia cinética média das moléculas a temperatura aumentará, pois ela mede o grau de agitação das moléculas.

A pressão do sistema também aumentará, devido ao aumento da energia interna do sistema, já que a velocidade das moléculas aumenta enquanto se movimentam desordenadamente.

As respostas apresentadas pelos alunos encontram-se no gráfico 14 abaixo:

Gráfico 14: Respostas questão 1, teste final.



Fonte: Autoria própria

Como observamos no gráfico a maioria dos alunos acertaram a questão, mostrando assim ter compreendido que a energia cinética interfere na pressão e temperatura, questões que foram trabalhadas durante a UEPS e as simulações.

Questão 2: (ENEM) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em

parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma. (CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado)).

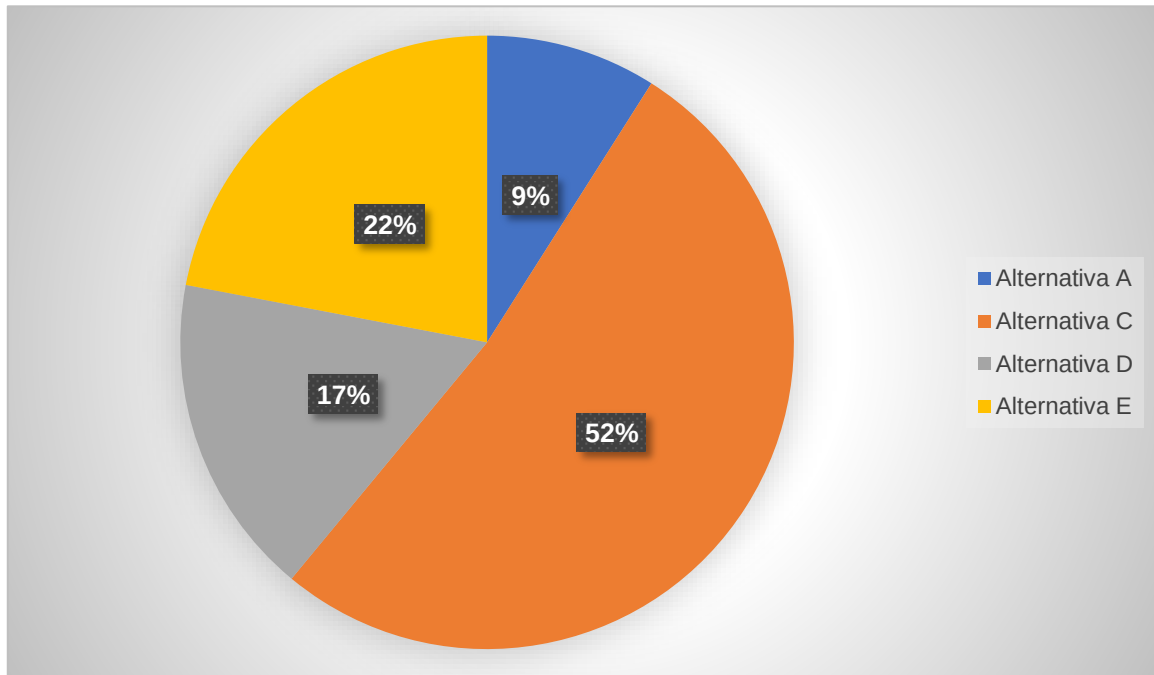
De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

Nesta questão a alternativa correta era a letra C, que informa que a conversão integral de calor em trabalho é impossível. O objetivo da questão é fazer com que os alunos relembrem os conceitos abordados durante a UEPS, no qual foi apresentado que não existe nenhuma máquina térmica que converta toda a energia em trabalho, pois isso violaria as leis da termodinâmica.

As respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas logo abaixo no gráfico 15:

Gráfico 15: Respostas da questão 2 teste final.



Fonte: Autoria própria.

Como podemos analisar a maior parte da turma respondeu corretamente à questão, enquanto uma parcela menor registrou a alternativa A, D ou E. Que enfatizavam que liberação de calor dentro do motor é impossível, ou que a transformação de energia térmica em cinética é impossível. O que não é verdade pois, a liberação do calor é necessária para o funcionamento motor, bem como, a energia térmica se transforma em cinética para que haja movimentação do motor.

Questão 3: (VUNESP) - A Primeira Lei da Termodinâmica diz respeito à:

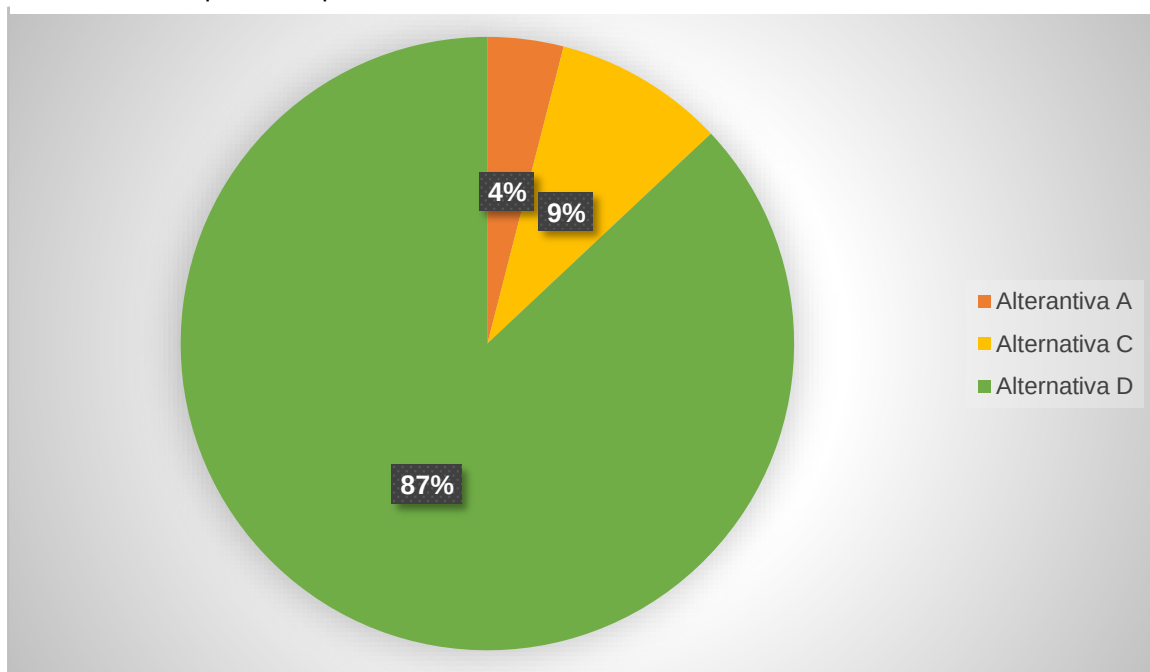
- a) dilatação térmica.
- b) conservação da massa.
- c) conservação da quantidade de movimento.
- d) conservação da energia.
- e) irreversibilidade do tempo

Nesta questão esperava-se que os alunos pensassem a respeito do enunciado (conceito) da primeira lei da termodinâmica apresentado durante a UEPS e assinalassem a alternativa D “conservação de energia”, já que, a primeira Lei da Termodinâmica é uma aplicação do princípio da conservação da energia para os

sistemas termodinâmicos. De acordo com essa lei, a variação da energia interna de um sistema termodinâmico equivale à diferença entre quantidade de calor absorvido pelo sistema e o trabalho por ele realizado.

As respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas no gráfico abaixo:

Gráfico 16: Respostas a questão 3 do teste final.



Fonte: Autoria própria

Como demonstrado no gráfico 16, os alunos em sua maioria acertaram a questão, o que mostra que conseguem analisar coerentemente a primeira lei, os conceitos e aplicações a ela relacionada. Uma pequena parcela mencionou as alternativas A e D, que tratava da dilatação térmica e conservação da quantidade de movimento.

A dilatação térmica faz parte dos conteúdos de termologia, e é a variação que ocorre nas dimensões de um corpo quando submetido a uma variação de temperatura. Talvez em algum momento da vida os alunos já tenham estudado e não tenham tido a atenção adequada para responder, por isso marcaram essa alternativa, além disso os que marcaram a alternativa C conservação da quantidade de

movimento também não observaram que nada tem a ver com a primeira lei da termodinâmica.

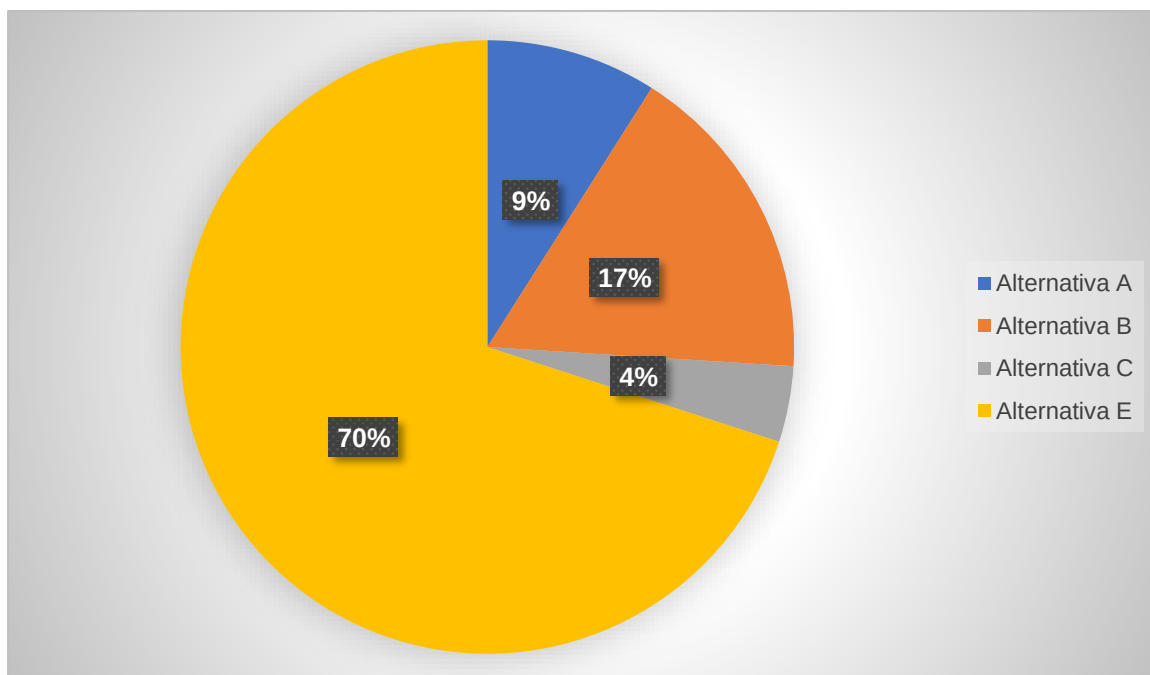
Questão 4: Em uma transformação isobárica, a pressão do gás é _____, e sua energia interna aumenta se a diferença entre _____ e _____ for _____.

- a) constante, calor, trabalho, nula.
- b) constante, calor, trabalho, negativa.
- c) variável, calor, trabalho, positiva.
- d) constante, trabalho, calor, negativa.
- e) constante, calor, trabalho, positiva

Para esta questão que trata de um tipo de transformação termodinâmica, esperava-se que os alunos respondessem a alternativa E, pois se a diferença entre calor e trabalho for positiva, a variação da energia interna do gás também será.

As respostas apresentadas pelos alunos encontram-se no gráfico abaixo:

Gráfico 17: Respostas a questão 4 do teste final.



Fonte: Autoria própria.

Como mostra o gráfico acima, 70% dos alunos responderam corretamente a alternativa E. Aos que marcaram a letra A apresentaram um erro ao analisar que a energia interna aumenta se a diferença entre calor e trabalho for nula, havendo uma confusão entre os conceitos.

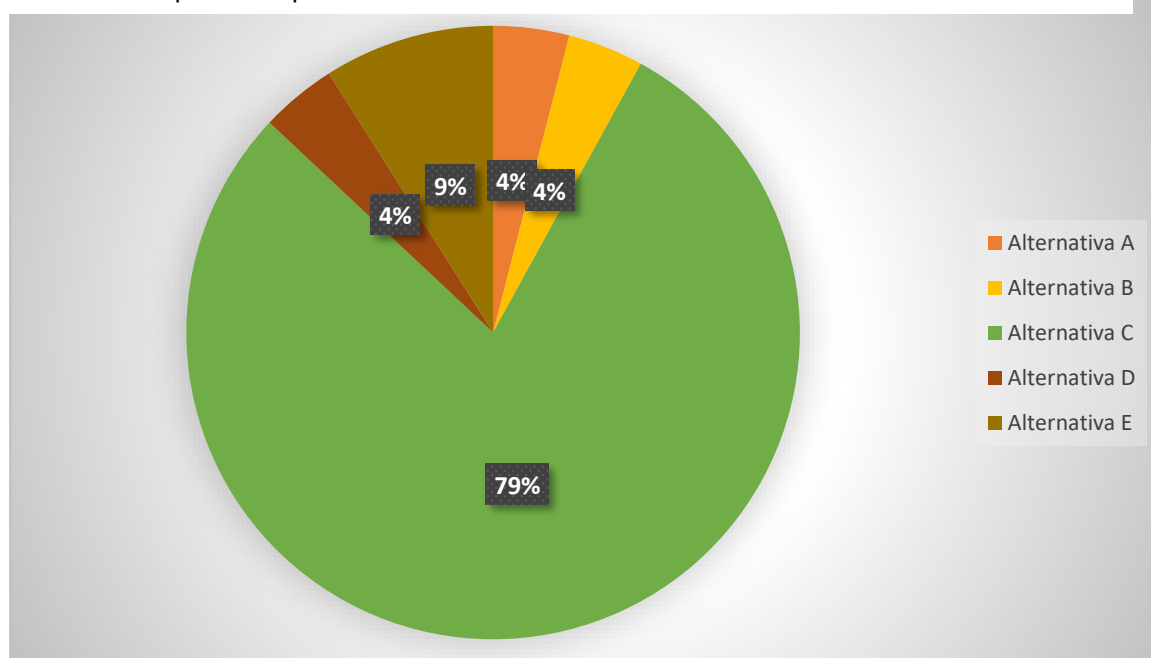
Questão 5: Durante a compressão de um sistema gasoso, sob a ação de uma força constante, pode-se afirmar que:

- a) A temperatura do gás é invariável
- b) A energia interna permanece a mesma
- c) O trabalho realizado sobre o gás é negativo
- d) O calor trocado com a vizinhança é nulo
- e) O trabalho realizado sobre o gás é positivo

Para esta questão esperava-se que os alunos respondessem a alternativa C, pois quando há a compressão (empurra) de um sistema gasoso, ou seja, quando uma força externa é realizada sobre o gás o trabalho é considerado negativo, enquanto se o trabalho é realizado pelo gás falamos em sinal positivo.

Dessa maneira as respostas apresentadas pelos alunos podem ser observadas logo abaixo:

Gráfico 18: Respostas a questão 5 do teste final.



Fonte: Autoria própria.

Como mostra o gráfico 18, 79% dos alunos compreenderam os sinais positivo e negativo associado ao trabalho de um gás e responderam corretamente à questão. Houve ainda uma pequena parcela que escolheu a alternativa E que destacava que o trabalho realizado pelo gás na situação era positivo, o que pode ter sido só uma falta de entendimento pontual sobre o tema, mas não representa o entendimento da maioria.

Questão 6: (Ufla-MG) Numa transformação gasosa reversível, a variação da energia interna é de + 300 J. Houve compressão e o trabalho realizado pela força de pressão do gás é, em módulo, 200 J. Então, é verdade que o gás

- a) cedeu 500 J de calor ao meio
- b) cedeu 100 J de calor ao meio
- c) recebeu 500 J de calor do meio
- d) recebeu 100 J de calor do meio
- e) sofreu uma transformação adiabática

Para esta questão esperava-se que os alunos utilizassem a fórmula de representação matemática da primeira lei da termodinâmica, no qual:

$$Q = t + \Delta U$$

$$300 = Q - (-200)$$

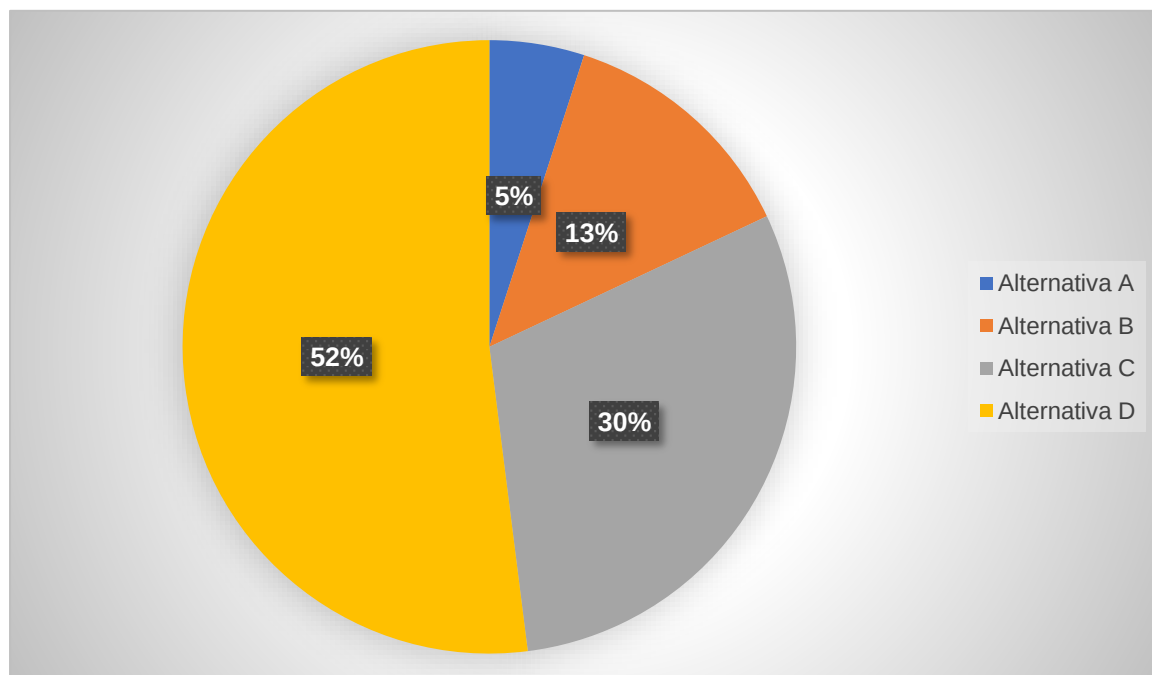
$$300 = Q + 200$$

$$Q = 300 - 200$$

$$Q = 100\text{J}$$

Como a quantidade calor foi positiva o sistema recebeu 100J de calor do meio, assim a alternativa correta era a letra D. As respostas apresentadas pelos alunos encontram-se no gráfico abaixo:

Gráfico 19: Respostas questão 6 teste final.



Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que os alunos que marcaram alternativa C acredita-se que ainda exista uma dificuldade de compreender quando o trabalho é positivo ou negativo.

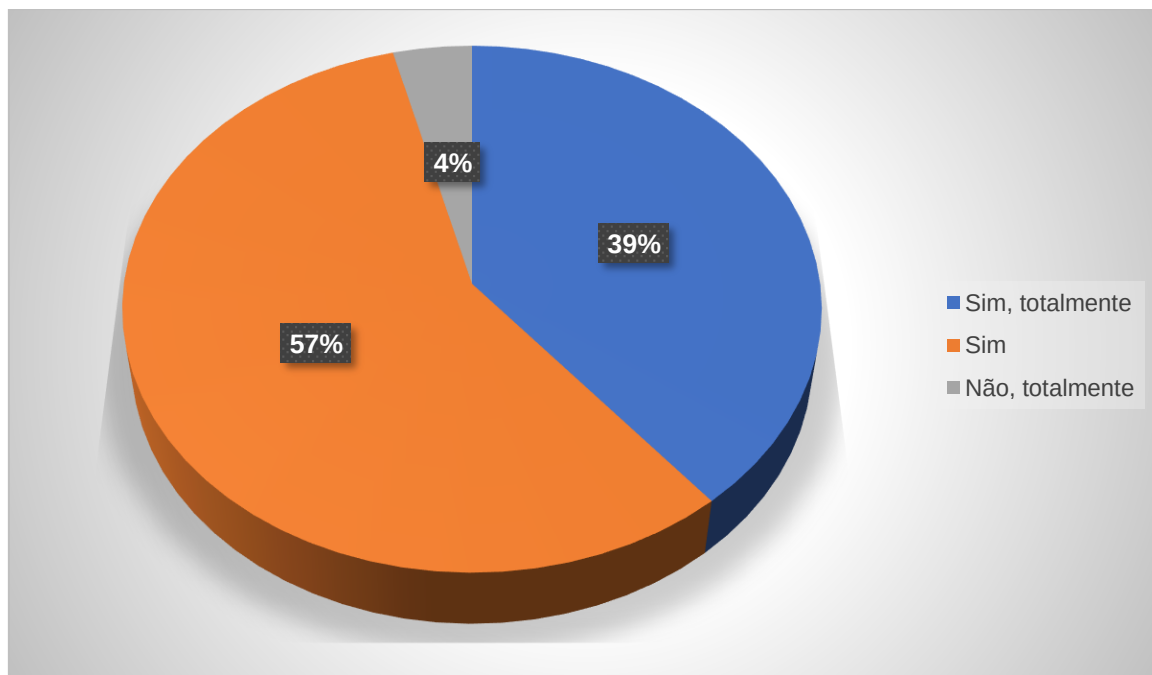
Teste de satisfação

Após o teste final, os alunos foram orientados a responder uma avaliação de satisfação, que teve o objetivo de verificar se os recursos, materiais e a dinâmica do professor durante a UEPS, despertaram o interesse dos alunos, e principalmente se os materiais empregados são considerados por eles viáveis para o ensino de física e contribuíram para sua aprendizagem.

A avaliação foi dividida em três categorias: tema da unidade; dinâmica do professor; e recursos e materiais. Para avaliar completamente a utilização da UEPS em diferentes realidades. Assim, sobre o tema da unidade, os alunos informaram:

- 1. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para o melhor entendimento da Física?**

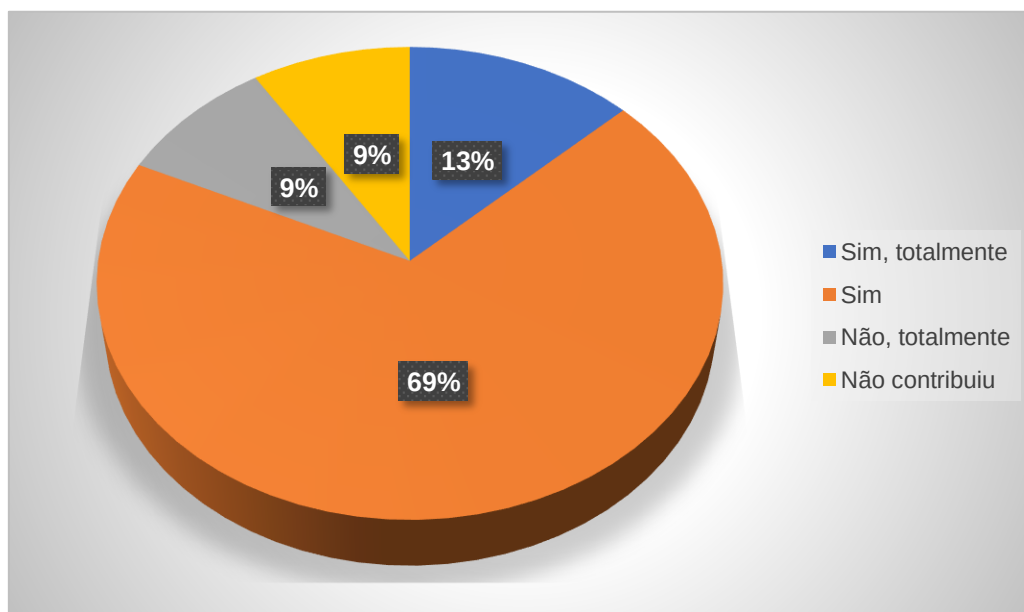
Gráfico 20: Repostas a questão 1 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria

2. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para o melhor entendimento da Física?

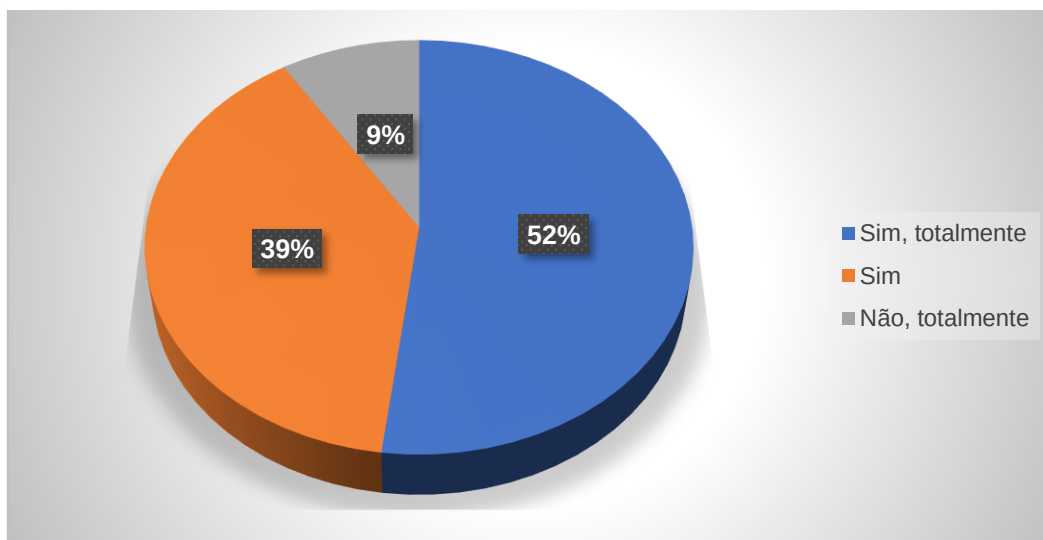
Gráfico 21: Respostas a questão 2 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria

3. O tema da Unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para a compreensão de fenômenos cotidianos?

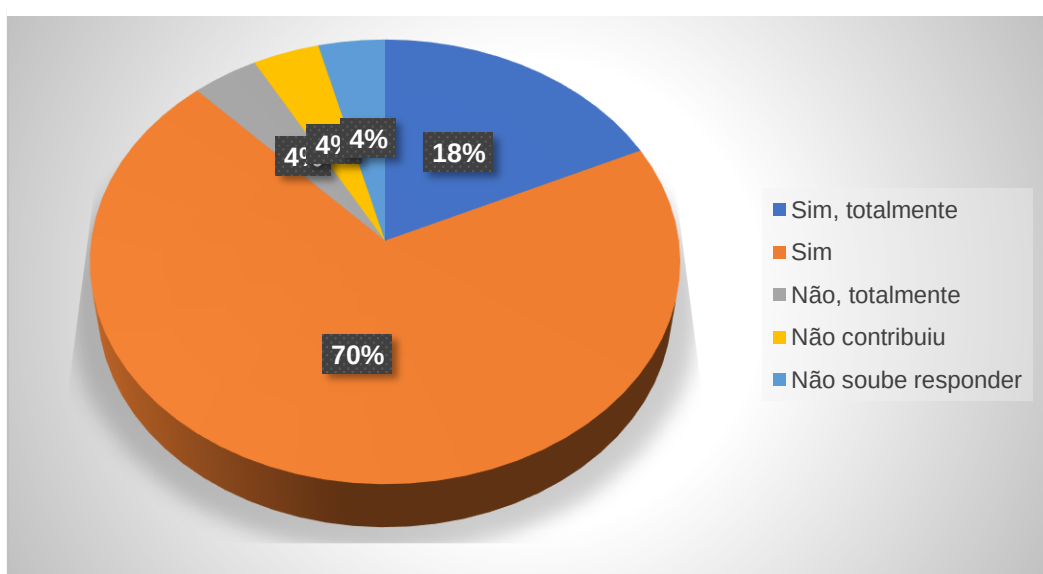
Gráfico 22: Respostas questão 3 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

4. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para a compreensão de conceitos como temperatura, calor e trabalho?

Gráfico 23: Respostas questão 4 do teste de satisfação.

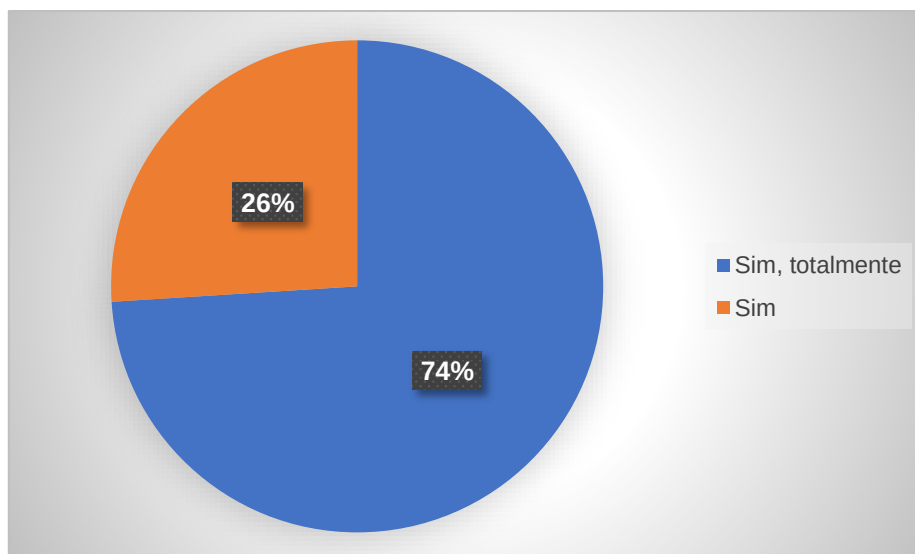


Fonte: Autoria própria.

Sobre a dinâmica do professor durante a UEPS, os alunos responderam:

5. O professor contribuiu para o entendimento dos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica?

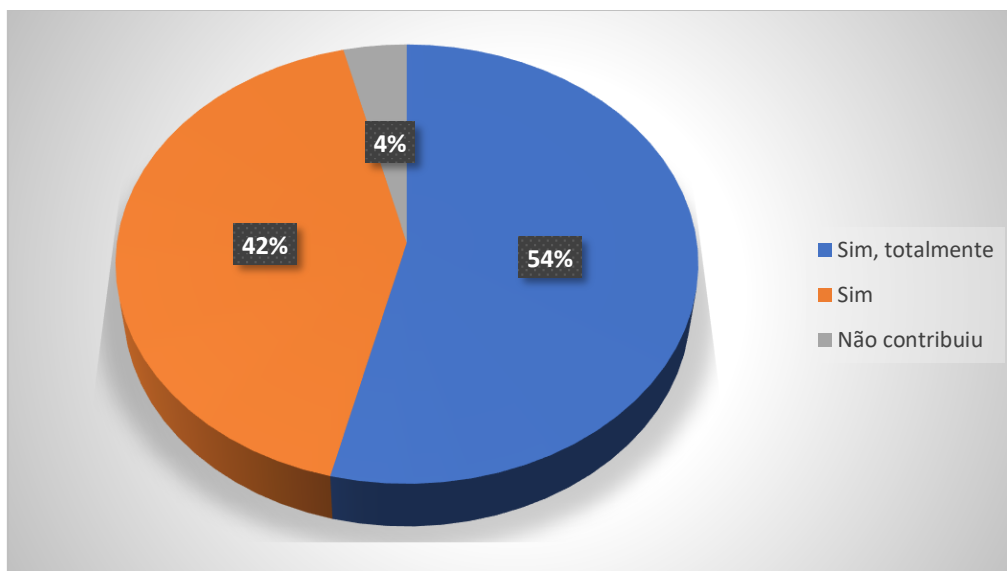
Gráfico 24: Respostas questão 5 do teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

6. A forma de trabalho do professor contribuiu para a aprendizagem da primeira lei da termodinâmica?

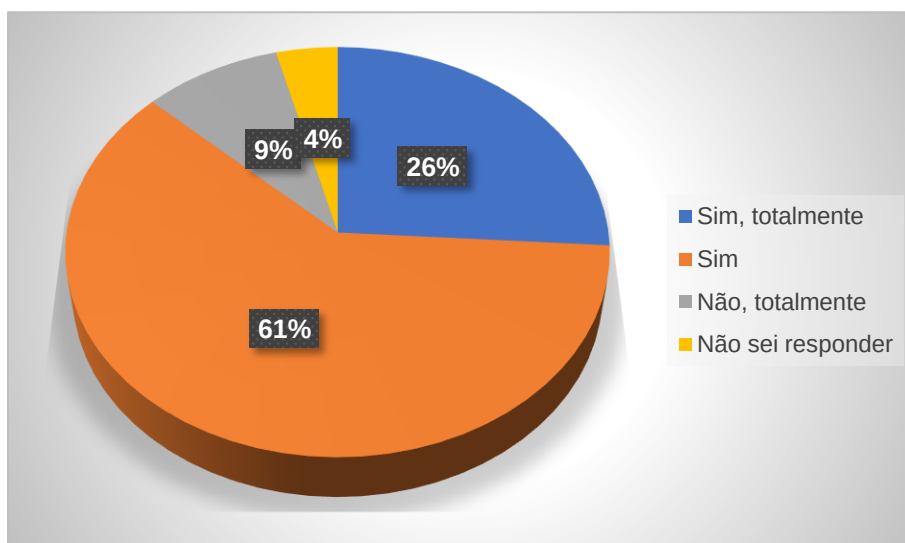
Gráfico 25: Respostas questão 6 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

7. O professor estabeleceu relações entre o conteúdo da unidade e a aspectos cotidianos?

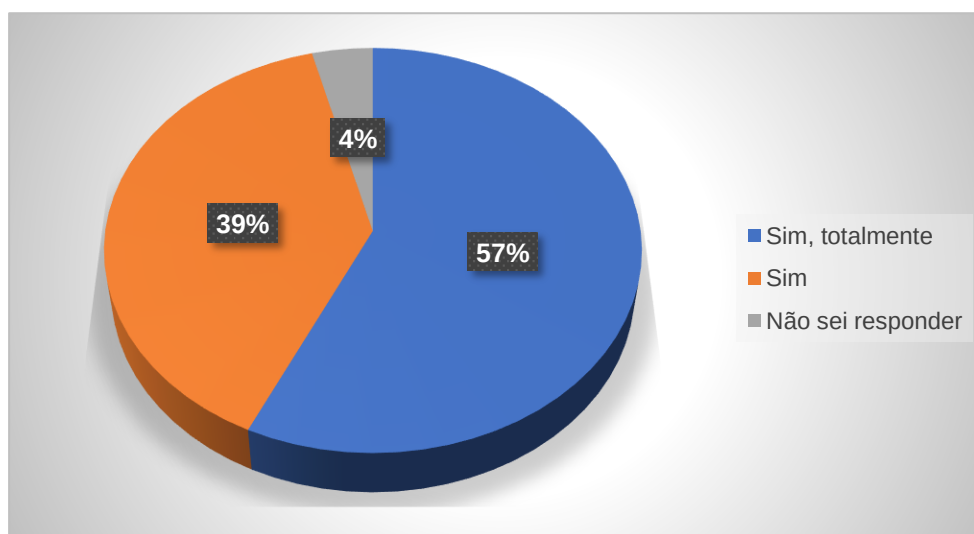
Gráfico 26: Respostas questão 7 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

8. O professor contribuiu para sanar dúvidas e atuou como parceiro durante o desenvolvimento das atividades propostas?

Gráfico 27: Respostas questão 8 teste de satisfação.

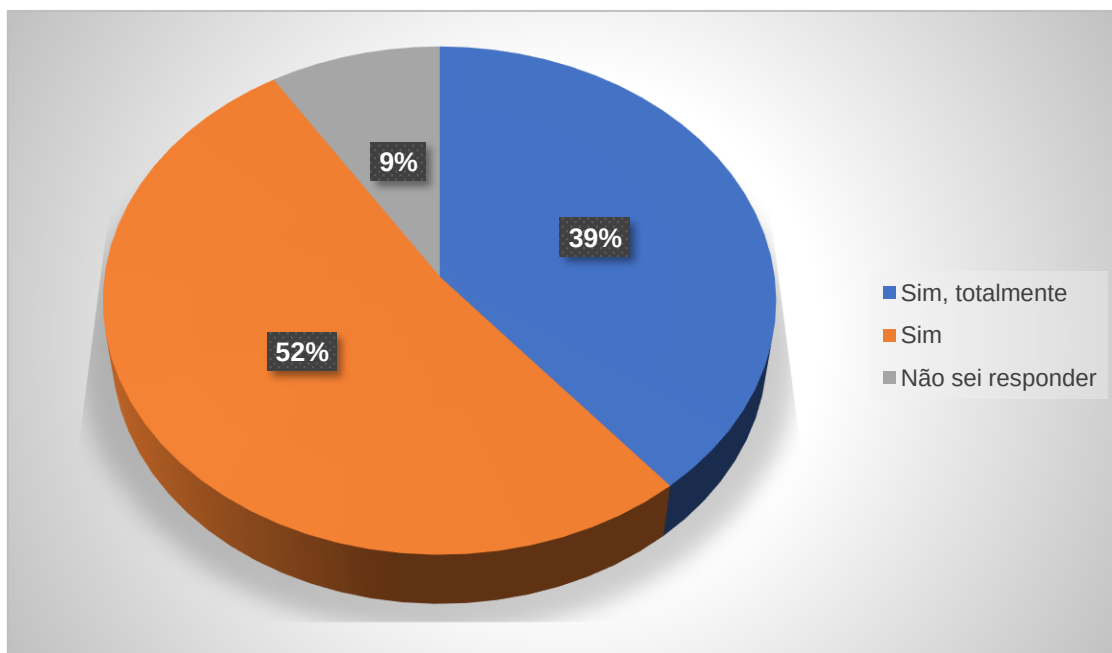


Fonte: Autoria própria.

Sobre os materiais e recursos os alunos responderam:

9- Os materiais de ensino e recursos apresentados na unidade poderiam ser empregados constantemente nas aulas de Física?

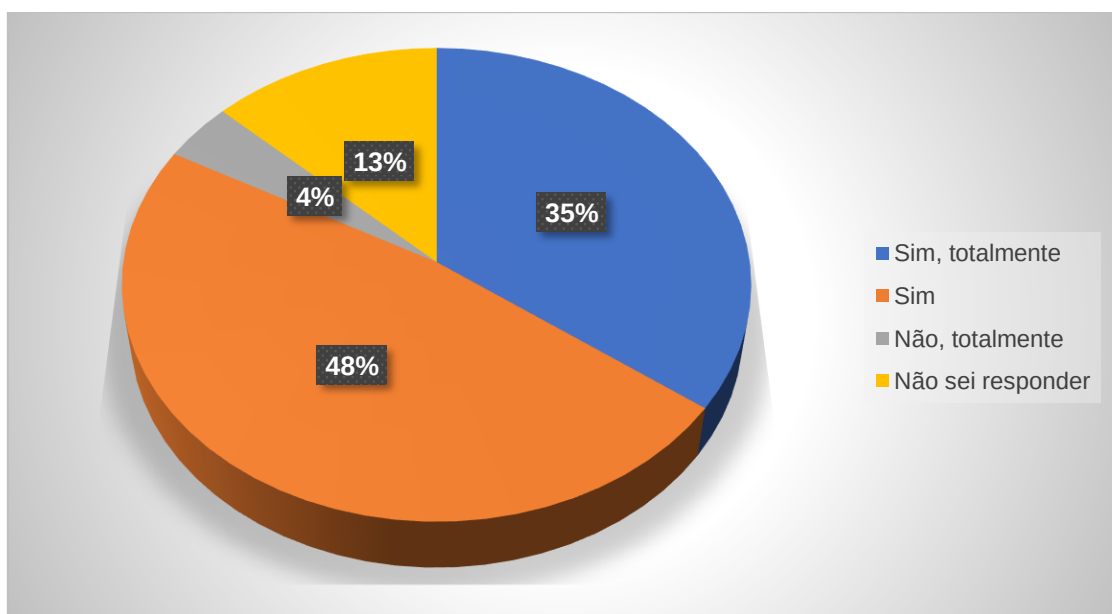
Gráfico 28: Respostas questão 9 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

10- Os materiais e recursos empregados durante a unidade contribuíram significativamente para o seu desempenho e aprendizado nas aulas de Física?

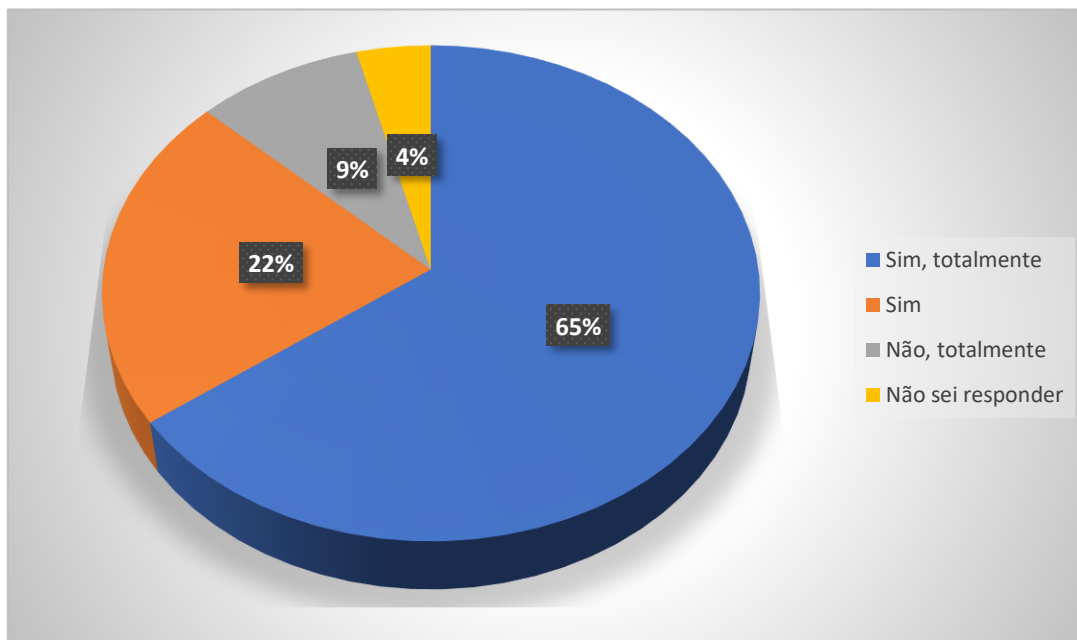
Gráfico 29: Respostas a questão 10 do teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

11- O experimento e as simulações contribuíram para o melhor entendimento de conceitos associados a primeira lei da termodinâmica como calor, temperatura, energia interna e trabalho?

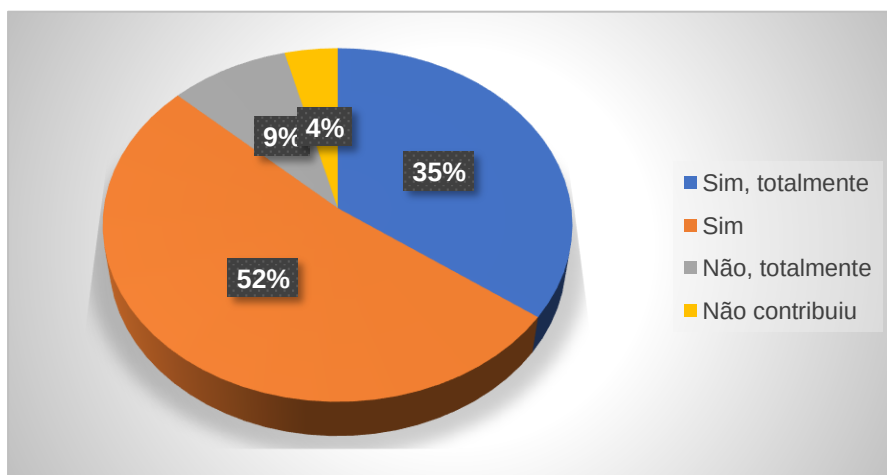
Gráfico 30: Respostas questão 11 teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

12- As simulações empregadas na unidade contribuíram para a melhor visualização e compreensão de fenômenos sobre a primeira lei da termodinâmica?

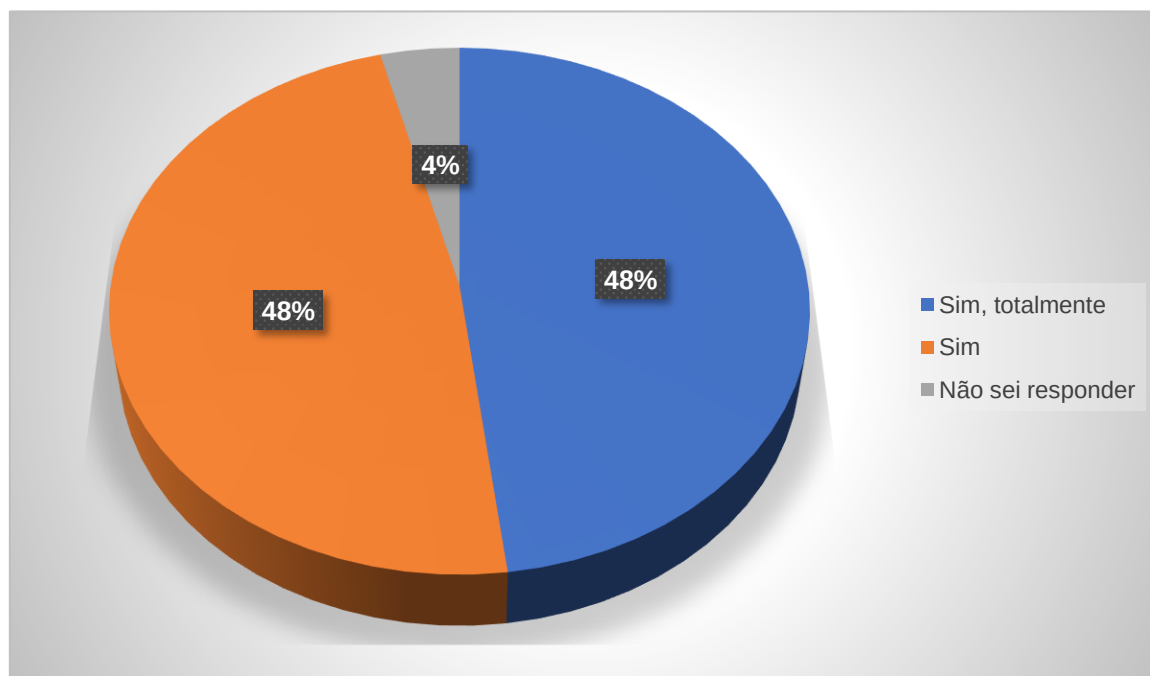
Gráfico 31: Respostas questão 12 do teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

13-As simulações podem ser recursos que complementam as atividades experimentais (experimentos)?

Gráfico 32: Respostas questão 13 do teste de satisfação.



Fonte: Autoria própria.

Considerações sobre o teste de satisfação

O teste de satisfação teve o intuito de promover uma avaliação da UEPS na perspectiva dos alunos. Sobre o tema da UEPS que foi a Primeira Lei da Termodinâmica, na visão dos alunos em sua maioria o tema possibilitou o melhor entendimento da física e dos fenômenos cotidianos, contribuindo tanto para estabelecer relações com conhecimentos anteriores em Física como para a compreensão de conceitos temperatura, calor e trabalho.

Sobre a dinâmica do professor durante a UEPS, os alunos avaliaram que este contribuiu para o entendimento e aprendizagem da primeira lei da termodinâmica. Além de sanar as dúvidas e estabelecer relações entre o conteúdo e aspectos cotidianos.

Numa UEPS que a figura central é o aluno, a figura do professor não pode ser reduzida e deixada de lado, o professor é o mediador do processo de aprendizagem

e orienta os alunos na consolidação de sua aprendizagem significativa, tendo em vista, que é ele quem organiza os materiais adequados e aumenta as chances de aprendizado dos alunos. Como já citado ao longo deste trabalho o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno por (MOREIRA, 2011).

Sobre os recursos e materiais empregados na UEPS, os alunos avaliaram que eles podem ser empregados constantemente no ensino física, o que já é defendido por muitos autores, e para eles os materiais e recursos contribuíram significativamente para seus aprendizados e desempenho nas aulas de física.

Vale ressaltar que os materiais e recursos ao contribuírem para a aprendizagem, acabam refletindo diretamente no engajamento do estudante que é um elemento crucial para que a aprendizagem significativa seja bem-sucedida. O engajamento é a disposição em participar da rotina das atividades escolares, realizar as tarefas, seguir as instruções do professor, ser pontual, interagir positivamente com professores e pares, fazer perguntas para entender conceitos, persistir em tarefas difíceis, buscar materiais para aprofundamento, revisar o material aprendido anteriormente e sentir-se incluído na comunidade escolar (FERREIRA, et. al. 2020).

Sobre as simulações empregadas durante a UEPS, os alunos avaliaram que este recurso contribuiu para o entendimento de conceitos associados a primeira lei da termodinâmica como calor, temperatura, energia interna e trabalho, bem como, permitiram uma melhor visualização e compreensão de fenômenos sobre a primeira lei da termodinâmica. Podendo assim, ser recursos que complementam as atividades experimentais.

Para Heckler, Saraiva e Filho (2007), as animações e simulações permitem demonstrar processos não visíveis, representados apenas por imagens nos livros didáticos, possibilitando observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, com apoio de uma espécie de laboratório virtual, que apresenta os alunos a física experimental e não puramente conceitual e memorizável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar a evolução conceitual sobre a primeira lei da termodinâmica dos alunos do 2º ano do ensino médio a partir de simulações educativas com método POE (prever, observar, explicar) em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Durante a elaboração desta UEPS buscou-se a aplicação de algumas simulações educativas que promovessem a interatividade e o engajamento dos estudantes, e busca de uma aprendizagem significativa sobre a primeira lei da termodinâmica. A escolha das simulações ocorreu de acordo com a possibilidade de sua utilização dentro do assunto abordado, e da possibilidade de abordagem dos conceitos de temperatura, calor, trabalho e energia interna. Além de permitir aos alunos manusearem e alterarem as variáveis físicas.

Desse modo, no início desta UEPS os alunos mostraram dificuldades quanto ao entendimento do funcionamento das termoeletricas que empregam aspectos da primeira lei da termodinâmica no seu funcionamento como a temperatura, calor, trabalho, energia térmica, energia interna, e máquina térmica possuindo concepções alternativas sem consideração científica. Além disso, demonstraram estarem acostumados com as metodologias tradicionais, no qual, há apenas reprodução de atividades e exposição como ocorreu no teste inicial, quando eles copiavam trechos da notícia utilizada para instigar os conhecimentos prévios, sem ao menos refletir sobre o que estava sendo questionado.

Através da aplicação da UEPS, com o uso e manuseio das simulações e o método POE, foi possível perceber que a maior parte da turma se mostrou disposta e engajada a aprender, principalmente nos momentos que envolvia sua participação direta. Além disso, os momentos de previsão, observação e explicação conduz os alunos a avaliar passo a passo os fenômenos ocorridos, o que os envolve em todo o processo de aprendizagem, e motiva a realizar todas as etapas na busca de confrontar suas hipóteses.

Por isso, podemos evidenciar que um dos fatores que levam a aprendizagem significativa é a disposição do aluno para aprender, que de fato é essencial para que

eles se desenvolvam. Assim, o uso das simulações com o método POE possibilitou essa disposição e contribuiu para o engajamento dos alunos durante a UEPS.

Frente a isso, os alunos em sua maioria também demonstraram ao longo da UEPS mudanças conceituais adquirindo um conhecimento mais elaborado, com a diferença dos resultados entre os testes inicial e final, que mostram um desempenho muito animador. Assim, adquirir esse maior nível de complexidade do novo conhecimento representa indícios de aprendizagem significativa.

Vale destacar, que a UEPS obteve impacto positivo na maior parte dos alunos, porém alguns alunos demonstraram ainda algumas dificuldades sobre o entendimento dos conceitos de calor, temperatura e trabalho, o que demanda de certa forma um trabalho mais intenso do professor.

Por isso, podemos concluir que a UEPS com uso de simulações com método POE sobre a primeira lei da termodinâmica, desenvolvida e aplicada durante esta pesquisa pode ser uma possibilidade para o ensino de física e para os conceitos sobre a termodinâmica, tendo em vista os desempenhos positivos observados na maior parte da turma nos testes inicial e final realizados no decorrer do trabalho, apresentando indícios de que internalizaram conceitos importantes sobre termodinâmica devido à utilização das simulações, avaliadas por eles como uma possibilidade de complementação de atividades experimentais ou mesmo para visualizar fenômenos na termodinâmica. Em vista disso, podemos inferir que a proposta da UEPS teve um resultado satisfatório junto aos objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, G. et. al. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. *Rev. Bras. Enferm. [Internet]*, vol. 72, p. 258-265, 2019.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET. *Revista Física na Escola*, v. 11, n. 1, 2010.
- ARAUJO, M. S. T. MORAES, J. U. P; *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã*. Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2012.
- AUSUBEL, D. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. 1.^a Edição PT-467-Janeiro de 2003.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. PCN+ - Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Apresentação dos Temas Transversais, Saúde. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. *Estudos Avançados*, vol. 32, p. 43-55, 2018.
- CENNE, A. H. H. *Tecnologias Computacionais como recurso complementar no Ensino de Física Térmica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 94, 2007.
- FERREIRA, M. et. al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 42, 2020.
- FIDELIS, P. N. et. al. Uma aplicação do Método POE: utilizando Simulações para o Estudo de Densidade e Empuxo no Ensino Médio. *X Encontro Científico de Física Aplicada*, 2010.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisas*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRASSELLI, E. C. *Uma Abordagem das Máquinas Térmicas no Ensino da Termodinâmica sob a Ótica da Aprendizagem Significativa*. Dissertação (Mestrado

Profissional em Ensino de Física), Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p. 166, 2018.

GREGIO, N. O. *Termodinâmica, um Tutorial para Entendimento do Conceito de Entropia*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Física, Química e Matemática. Mestrado Profissional em Ensino de Física. São Carlos, p. 95, 2016.

GUIMARÃES, G. F., SANTANA, I. L. SILVA, A. V. O Uso de Simulações no Ensino de Física: Uma nova forma de Trabalhar Ciências. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, set., 2021.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

HEINECK, R.; VALIATI, E. R. A. Ensino de Física mediado através de softwares educacionais – relato de uma pesquisa. En J. Sánchez (Ed.): *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, Volumen 4, p. 95-101, Santiago de Chile, 2008.

KENSKI, V. M. *Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação*. Campinas, SP: Papirus, 2007.

KRAUSE, J. C.; SCHEID, N. M. J. Concepções alternativas sobre conceitos básicos de física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: um estudo comparativo. *Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, Passo Fundo, p. 227-240, maio/ago. 2018.

LE MOS, E. S. A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, vol. 1, p. 25-35, 2011.

LOUZADA, A. N.; ELIA, M. F.; SAMPAIO, F. F. Concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos térmicos: Um estudo de avaliação diagnóstica e formativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 1, 2015.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. ANDRADE, I. S. F. Simulações Computacionais como Ferramentas para o Ensino de Conceitos Básicos de Eletricidade. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MACHADO, M. A. *O Ensino de Física Térmica na Perspectiva da Aprendizagem Significativa: Uma Aplicação no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Física. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Ouro Preto, p. 142, 2015.

MARTINI, G. et. al. *Conexões com a Física*. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.

MERCADO, L. P. L. Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática. Maceió: EDUFAL, 2002.

MERLIM, R. S. et. al. Unidade de ensino potencialmente significativa: análise da aplicação sobre efeito fotoelétrico. *Revista Thema*, vol. 16, n. 2, 2019.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 43, 2021.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, nº 1, Mar, 2000.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MOREIRA, M. A.. *Grandes desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea*. Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014.

NETO, J. A. S. P. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas Ausubel: perguntas e respostas. *Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun. 2006.

NOGUEIRA, M. R. A. *Sequência Didática para Abordagem da Segunda Lei da Termodinâmica no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade. Departamento de Física, Química e Matemática. Mestrado Profissional em Ensino de Física. São Carlos, p. 145, 2021.

NOVAK, J. D. Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa, Plátano, 1998.

PELIZZARI, A. et. al. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. *Rev. PEC*, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

POZO, J.; CRESPO, M. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIS, W. D.; OLIVEIRA, A. L. Utilização do Método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) Aliado a Mídias Digitais para o Ensino de Fontes de Energia: Produção, Distribuição e Consumo Uma Sequência Didática para sua Utilização. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências - Instituto Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

RODRIGUES, M. I. R.; CARVALHO, A. M. P. Professores – Pesquisadores: Reflexão e Mudança Metodológica no Ensino de Física – O Contexto da Avaliação. *Ciência & Educação*, v.8, nº1, p.39 – 53, 2002.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación/ Revista Iberoamericana de Educação*. n.º 58/2, 2012.

SANTOS, E. M. *Concepções Alternativas de Estudantes de Química sobre os Conceitos de Calor e Temperatura*. Núcleo De Graduação em Química – Universidades Federal de Sergipe, Itabaiana, 2010.

SANTOS, O. C. et. al. Processos de Transmissão de Calor: Uma Abordagem Didática Investigativa no Ensino Fundamental. *Physicae Organum*, v. 8, n. 1, p. 287-308, Brasília, 2022.

SANTOS, R. J.; SASAKI, D. G.G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, 2015.

SILVA, D. M.; TAVARES, C. V. F.; SILVA, A. M. O Uso da Tecnologia como Meio Auxiliar Para o Ensino da Física: Uma abordagem geral sobre sua importância e possibilidades. *Congresso Internacional de Educação e Tecnologias*, 2018.

SILVEIRA, B. G. M.; MELO-JUNIOR, E. B.; SILVA, M. C. Software Physion: Uma Aplicação no Ensino de Física. *Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 9, n. 1, e21082, setembro-dezembro, 2021.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por Investigação como Abordagem Didática: Desenvolvimento de Práticas Científicas Escolares. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015.

TAVARES, F. R. O Ensino de Ciências e as Tendências na Prática Escolar. *Revista Acadêmica Online*, vol. 3, p. 1-13, 2018.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. *Conceitos*, jun/jul., 2004.

VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, vol. 1, pp. 36-57, 2011.

VALADARES, J. A. C. S. *Concepções Alternativas no Ensino da Física à Luz da Filosofia da Ciência*. Tese (Doutorado em Ciências da Educação. Universidade Aberta, Lisboa, p. 821, 1995.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de Aprendizagem e o Ensino/Aprendizagem das Ciências: da Instrução à Aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, vol. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.

ANEXOS

ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO E DISSEMINAÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE TERMODINÂMICA EM UM CONTEXTO DE COMUNIDADES DE ALUNOS

Pesquisador: FERNANDO DE JESUS SOUZA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55225221.9.0000.5546

Instituição Proponente: Universidade Federal de Sergipe

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.353.487

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo "Informações Básicas da Pesquisa" (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO 1865478.pdf Versão do Projeto: 2 postado em 18/03/2022

Desenho:

Esta pesquisa terá como abordagem metodológica Quali-quantitativa, pois tem como princípio apresentar dados e verificar o conhecimento, atitudes, e ações desenvolvidas pelos alunos do 2º ano do ensino médio sobre tópicos e conceitos sobre termodinâmica, assim haverá quantificação de dados com aplicação de teste inicial e final, avaliando o efeito de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com diferentes recursos na

aprendizagem de conceitos da primeira e segunda lei da termodinâmica, nesse sentido, esta pesquisa buscará observar evidências de aprendizagem significativa baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A amostra compreenderá 18 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública.

Metodologia Proposta:

Esta pesquisa terá uma abordagem Quali-quantitativa, pois tem como princípio apresentar dados e

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

CEP: 49.060-110

UF: SE

Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade Federal de Sergipe

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde.

Prezado(a);

Venho por meio deste, convidar-lhe para participar da pesquisa intitulada “AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE”. Participando da pesquisa, você poderá auxiliar a área de Ensino de Física a observar metodologias de ensino inovadoras que contribuam para um melhor ensino e aprendizagem e qualidade do ensino, tendo em vista a importância dos conceitos da termodinâmica para o cotidiano, e para aquisição do conhecimento científico. Assim, teremos alguns encontros que farão parte da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que será aplicada pelo pesquisador para que possamos nos dedicar um pouco mais a essas questões.

Antes, é necessário esclarecer que este é um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) que tem a preocupação de esclarecer todas as dúvidas em relação a esta pesquisa, que é de responsabilidade do mestrando em Ensino de Ciências e Matemática, Fernando de Jesus Souza, sob a orientação do Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro, sendo o pesquisador vinculado ao Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe (PPGECIMA/UFS), São Cristóvão/SE.

Sua participação na pesquisa se justifica pelo fato de você aluno do 2º ano do ensino médio ser o protagonista das práticas escolares em Física, e poder perceber os diversos efeitos dessa unidade para sua aprendizagem, como meio de contribuir para a melhoria das práticas de professores no ensino médio, num contexto fragmentado e pouco contextualizado, ainda sua participação nas discussões sobre termodinâmica é um meio de contribuir para questões que permeiam seu cotidiano, contribuindo para o conhecimento científico, essencial para a sociedade.

Por isso, esta pesquisa tem como objetivo investigar a evolução conceitual sobre a primeira lei da termodinâmica dos alunos do 2º ano do ensino médio a partir de simulações educativas com método POE (prever, observar, explicar) em uma Unidade de Ensino Potencialmente

Significativa (UEPS). Para isso, serão necessários alguns encontros para que a unidade de ensino seja aplicada em sua turma, vale lembrar que os encontros serão realizados em horários adequados para evitar desconfortos para os participantes desta pesquisa.

Para alcançar os objetivos desta pesquisa será adotada a pesquisa do tipo estudo de caso, pois será estruturado em uma turma do segundo ano do ensino médio, a fim de aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, de modo a explicar, explorar e descrever tal fenômeno. Logo, como instrumento para coleta de dados serão utilizados dois testes de desempenho, um Teste Inicial (TI) para avaliar as concepções prévias dos alunos acerca do conteúdo a ser trabalhado com questões abertas e fechadas, e ao final da intervenção didática, será aplicado um Teste Final (TF), a fim de observar indícios de uma Aprendizagem Significativa, frente as práticas realizadas, para isso, serão comparados os dois testes, além de um Teste de Satisfação (TS) para quantificar e observar o nível de satisfação dos alunos durante as atividades aplicadas.

Vale salientar, que o pesquisador se compromete em evitar qualquer tipo de desconforto que possa surgir em ocasião da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, aplicação de testes, ou de atividades do estudo, no entanto, de acordo com a Resolução CNS nº 466 de 2012, item IV. 3.d, os participantes poderão optar em participar ou não das etapas da pesquisa, bem como se recusarem a responder a quaisquer questionamentos voltados à pesquisa, ou mesmo se recusarem a participar da pesquisa, sem que isso gere qualquer tipo de desconforto ou constrangimento, em qualquer das etapas, retirando seu consentimento a qualquer tempo, sem penalização alguma por parte do pesquisador.

A pesquisa será realizada na sua escola em horários alternativos ou horários de aula, em consonância com a direção e professor regente, o que evita algumas despesas, no entanto, caso estas ocorram o pesquisador se compromete em realizar ressarcimento das despesas eventuais exclusivamente dos participantes e seus acompanhantes, como transporte ou alimentação, mediante comprovação destas, sendo feita em espécie ao se constatar tais despesas, quando necessário, de acordo com a Resolução CNS Nº 466 de 2012, item II. 21.

Os riscos desta pesquisa estão associados ao constrangimento ou desconforto gerado na apresentação de respostas, opiniões e informações nos testes que serão aplicados, bem como na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, ou falta de conhecimento dos participantes sobre o tema o que pode gerar certo desconforto, no entanto, para minimizar os riscos serão tomadas providências e cautelas como apresentar o papel da pesquisa para sua escola e colegas, destacando a importância da sua participação como figura central para o desenvolvimento das etapas da Unidade de Ensino, para isso os participantes terão a livre escolha e autonomia nas suas respostas que serão confidenciais e assegurarão a legitimidade da pesquisa, porém, os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não neste termo, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, e da instituição envolvida nas diferentes fases da pesquisa, conforme Resolução CNS Nº 466 de 2012, item IV. 3.

Nesse sentido, os benefícios desta pesquisa estão em poder demonstrar como a utilização de uma unidade baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa traz efeitos benéficos a educação e ao ensino de Física, de modo a contribuir para a melhoria das práticas de ensino nesta disciplina.

Como mencionado sua participação lhe garante confidencialidade em todas as etapas da pesquisa, gerando a impossibilidade da revelação das identidades. Os registros serão feitos no trabalho por meio de codificação de dados, sendo citado apenas o nome da instituição de ensino e o termo participantes ou alunos, que serão identificados por números, sem, entretanto, descrever ou registrar as alunas e alunos que participarão da pesquisa. Como a participação na pesquisa será voluntária, você não receberá nenhuma gratificação financeira para se envolver com as propostas do trabalho. Entretanto, caso venha a ocorrer alguma despesa provocada pela pesquisa, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa, como já mencionado no termo.

Em qualquer etapa da pesquisa (antes, durante e depois), você poderá pedir esclarecimentos dos pesquisadores nos contatos que estão logo abaixo ou até entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe, no endereço abaixo. O CEP é um órgão que avalia as pesquisas quanto aos cuidados dirigidos aos participantes para manter sua integridade e segurança. Se você deseja participar da pesquisa, por favor, assine juntamente comigo este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias. Uma via ficará com você e a outra ficará com os pesquisadores durante um período de cinco anos, estas páginas devem ser todas rubricadas e assinadas.

Atenciosamente,

Fernando de Jesus Souza

CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, aceito espontaneamente o convite para participar da pesquisa intitulada “AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE”, sob a responsabilidade de Fernando de Jesus Souza e sob a orientação do Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro, da Universidade Federal de Sergipe (UFS – Campus de São Cristóvão). Eu fui devidamente esclarecido quanto aos objetivos desta pesquisa, aos procedimentos aos quais serei submetido, os benefícios e aos possíveis riscos envolvidos na minha participação. O pesquisador garantiu disponibilizar quaisquer esclarecimentos adicionais que eu venha a solicitar durante a realização da pesquisa e o direito de desistir da participação em qualquer momento, sem que a minha desistência implique qualquer prejuízo à minha pessoa ou à minha família, sendo garantido anonimato e o sigilo dos dados referentes a minha identificação, bem como de que a minha participação neste estudo não me trará nenhum benefício ou prejuízo econômico.

Assinatura da(o) participante / impressão dactiloscópica:

Data: ____/____/____

COMPROMISSO DO PESQUISADOR

Eu discuti as questões acima apresentadas com cada participante do estudo. É minha intenção que cada indivíduo entenda os desconfortos, benefícios e obrigações relacionados a esta pesquisa.

São Cristóvão, _____ de _____, de 20____.

Fernando de Jesus Souza
Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECIMA/UFS

Para maiores informações, pode entrar em contato com:

Fernando de Jesus Souza

E-mail: fernando.jsouza@live.com

Tel.: (79) 998636246

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe - Universidade Federal de Sergipe–UFS

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE

Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

Home-page do CEP/UFS: <http://cep.ufs.br>

Endereços eletrônicos: cep@academico.ufs.br

APÊNDICE B – TERMO DE ANUÊNCIA E INFRAESTRUTURA

TERMO DE ANUÊNCIA E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

Eu, _____, **Coordenador(a)** do _____, autorizo a realização do projeto intitulado “**AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE**” pelos pesquisadores **Fernando de Jesus Souza e Tiago Nery Ribeiro**, que envolverá aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre tópicos de Termodinâmica com alunos do 2º ano, aplicando-se Teste inicial e Teste Final antes e depois da aplicação da Unidade, como o intuito de Investigar como uma Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) pode auxiliar na aprendizagem de conceitos da primeira e segunda Lei da Termodinâmica, e será iniciado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CEP/UFS).

Estamos ciente de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para desenvolvê-la em conformidade às diretrizes e normas éticas. Ademais, ratifico que não haverá quaisquer implicações negativas aos **alunos do 2º ano** que não desejarem ou desistirem de participar do projeto.

Declaro, outrossim, na condição de representante desta Instituição, conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo CNS.

Local, **22 de novembro** de 2021.

*Assinatura do responsável pela instituição/organização
(com carimbo)*

APÊNDICE C – TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

(Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e
Matemática)

TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS

Os pesquisadores do projeto de pesquisa intitulado **“AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE”** comprometem-se a preservar a privacidade dos dados da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e seu efeito para os alunos do 2º ano do Ensino Médio, concordam e assumem a responsabilidade de que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. Comprometem-se, ainda, a fazer a divulgação das informações coletadas somente de forma anônima e que a coleta de dados da pesquisa somente será iniciada após aprovação do sistema CEP/CONEP.

Salientamos, outrossim, estarmos cientes dos preceitos éticos da pesquisa, pautados na Resolução 466/12 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

Local, **24 de novembro de 2021**

(Assinatura do pesquisador Responsável)

APÊNDICE D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

(Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática)

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: AS SIMULAÇÕES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: APLICANDO UMA UEPS SOBRE A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA UTILIZANDO A ABORDAGEM POE.

Pesquisador responsável: Fernando de Jesus Souza

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Sergipe/Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Telefone para contato: (79) 99863-6246

E-mail: fernando.jsouza@live.com

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Cumprir os termos da resolução nº 466/12, de 12 de dezembro de 2012 e da resolução nº 510/16, de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde e demais resoluções complementares à mesma (240/1997, 251/1997, 292/1999, 304/2000, 340/2004, 346/2005 e 347/2005).
- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe
- Zelar pela privacidade e pelo sigilo das informações, que serão obtidas e utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa;
- Garantir que os materiais e as informações obtidas no desenvolvimento deste trabalho serão utilizados apenas para se atingir o(s) objetivo(s) previsto(s) nesta pesquisa e não serão utilizados para outras pesquisas sem o devido consentimento dos participantes;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Garantir que os resultados da pesquisa serão tornados públicos através de apresentação em encontros científicos ou publicação em periódicos científicos, quer sejam favoráveis ou não, respeitando-se sempre a privacidade e os direitos individuais dos participantes da pesquisa;
- Garantir que o CEP-UFS será comunicado da suspensão ou do encerramento da pesquisa por meio de relatório apresentado anualmente ou na ocasião da suspensão ou do encerramento da pesquisa com a devida justificativa;
- Garantir que o CEP-UFS será imediatamente comunicado se ocorrerem efeitos adversos, resultantes desta pesquisa, com o voluntário;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Parcial e Relatório Final da pesquisa.

Aracaju, 24 de novembro de 2021.

(Assinatura do Pesquisador responsável)

APÊNDICE E: Texto notícia “Maior termoeletrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe”

Maior termoeletrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe



A maior termoeletrica a gás natural da América Latina foi inaugurada nesta segunda-feira (17), no município de Barra dos Coqueiros, em Sergipe. A Usina Termoeletrica Porto de Sergipe poderá atender 15% da demanda de energia do Nordeste, o equivalente a 16 milhões de pessoas.

Com potência de 1,5 GW, a usina é responsável por converter gás natural liquefeito em energia elétrica. O ministro Bento Albuquerque destacou a importância da usina para o aumento do uso de energias renováveis no país.

“A Usina Termoeletrica Sergipe é a maior usina a gás natural da América Latina. Sozinha, tem capacidade para atender 16 milhões de cidadãos, só por isso já seria de grande relevância, entretanto, térmicas como Porto de Sergipe I são extremamente estratégicas para viabilizar o crescimento do parque de energias renováveis, exercendo uma atividade como se fosse uma bateria”, disse.

Desde modo, o ministro disse que permite a redução do custo da energia ao consumidor. “Porto de Sergipe é a maior e mais eficiente usina da América Latina, produzindo energia por menos da metade do custo médio da energia térmica produzida hoje no Brasil. A energia térmica produzida em Roraima, um megawatt hora custa R\$ 1,2 mil. Um megawatt hora do Porto de Sergipe custa R\$ 279 reais”, afirmou o ministro Bento Albuquerque.

O gás natural usado para a produção de energia na usina é menos poluente na comparação com o diesel e o carvão. “Os setores elétrico e de gás natural têm potencial para crescerem juntos de forma sustentável. Chamo a atenção que o gás natural é um dos principais combustíveis da transição energética rumo a economia de baixo carbono”, disse o ministro.

Fonte: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/08/maior-termoeletrica-a-gas-natural-da-america-latina-e-inaugurada-em-sergipe>

APÊNDICE F: TESTE INICIAL

Teste inicial

1. Você sabe qual função de uma usina termoeletrica? Explique.

2. Quais fontes de calor podem ser utilizadas em uma usina termoeletrica?

3. Toda usina termoeletrica polui o meio ambiente? Justifique a sua resposta.

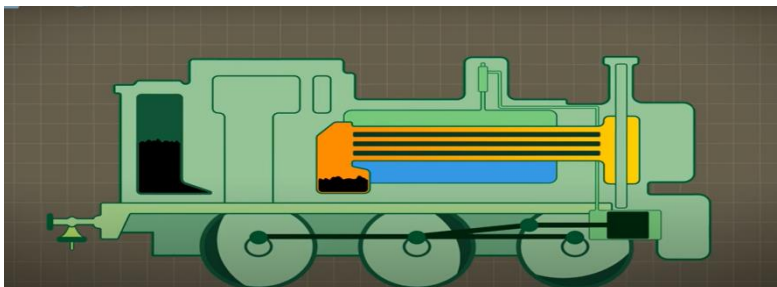
4. Qual o tipo de energia está sendo transformada em energia elétrica em uma usina termoeletrica?

5. Você sabe o que é uma máquina térmica? Explique.

6. Uma usina termoeletrica pode ser considerada uma máquina térmica? Justifique sua resposta.

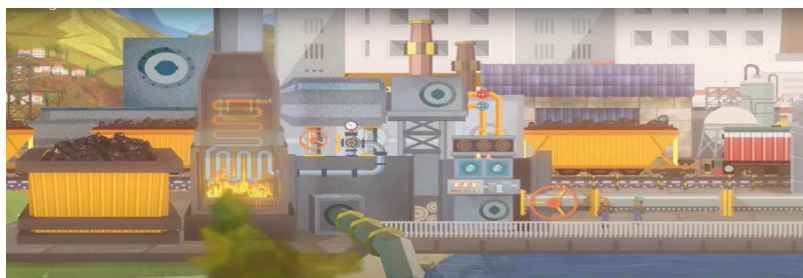
APÊNDICE G: ATIVIDADE “COMO FUNCIONA UMA LOCOMOTIVA” E O “ENERGIA TERMOELÉTRICA”

- 1) Observe a seguinte imagem:



- a) Qual o tipo de energia é responsável pelo funcionamento da locomotiva?

- 2) Observe a imagem:



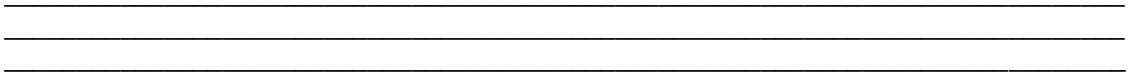
- a) Qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoeletrica?

- 3) Após assistir o vídeo: “Como funciona uma locomotiva” e o “Energia Termoeletrica” responda:

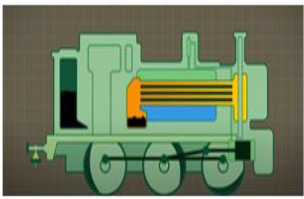
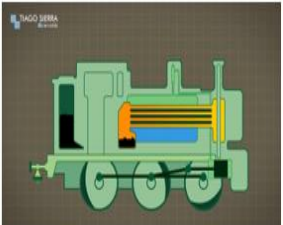
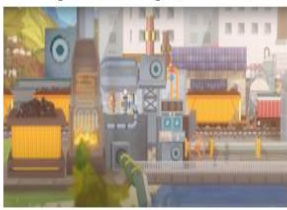
- a) As máquinas térmicas tem como finalidade utilizar a energia térmica a partir da geração de calor para realizar algum trabalho. Descreva em quais instantes do trem a vapor e da usina termoeletrica está sendo gerado calor para o sistema e em que instante está sendo realizado trabalho?

- b) Por que, para a realização do trabalho, em ambos os casos, locomotiva à vapor e termoeletrica, se gerou um aumento de temperatura?

- c) Todo o calor gerado pela máquina gerou uma energia térmica que se converte totalmente em trabalho, ou seja, a máquina tem um rendimento de 100%. Isso é verdade? Justifique a sua resposta.



APÊNDICE H: SLIDES COM PRINTS “COMO FUNCIONA UMA LOCOMOTIVA” E O “ENERGIA TERMOELÉTRICA”

 Física	Você consegue identificar o objeto da imagem?  1. Qual o tipo de energia é responsável pelo funcionamento da locomotiva?	Como funciona uma locomotiva? 
1	2	3
	★	★
Você consegue identificar imagem?  1. Qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoeletrica?	Como funciona uma Usina termoeletrica? 	
4	5	
★	★	

APÊNDICE I: ATIVIDADE SOBRE A EXPOSIÇÃO DE CONTEÚDO

1- (UECE) - Do ponto de vista da primeira lei da termodinâmica, o balanço de energia de um dado sistema é dado em termos de três grandezas:

- a) pressão, volume e temperatura.
- b) calor, energia interna e volume.
- c) trabalho, calor e energia interna.
- d) trabalho, calor e densidade.

2- Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.

Sabendo-se que o trabalho do agente externo é de 600 J, qual a variação de energia interna do gás?

3 - (Ufes) Considere uma garrafa térmica fechada com uma certa quantidade de água em seu interior. A garrafa é agitada fortemente por um longo período de tempo. Ao final desse período pode-se dizer que a temperatura da água:

- a) aumenta, pois o choque entre as moléculas gera calor.
- b) aumenta, pois o ato de chacoalhar aumenta a energia interna da água.
- c) aumenta, pois o trabalho vai ser transformado em calor.
- d) diminui pois, a parede interna da garrafa térmica vai absorver o calor da água.
- e) permanece constante, pois a garrafa térmica não permite troca de calor.

4 - (Pucmg) No filme "Kenoma", um dos personagens, Lineu, é um artesão que sonha construir um motor que não precise de energia para funcionar. De acordo com seus conhecimentos acerca da primeira lei da termodinâmica, será possível desenvolver o motor? Explique por quê.

APÊNDICE J: SLIDES EXPOSIÇÃO DE CONTEÚDO “PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA”

Primeira lei da termodinâmica

1 ★

Como podemos definir a primeira lei da termodinâmica?

- Também conhecida como Lei da Conservação da Energia;
- A energia não pode ser criada nem destruída, mas pode ser transformada;
- Em outras palavras, a energia total em um sistema isolado permanece constante.

2 ★

Representação Matemática da Primeira Lei da Termodinâmica

$$Q = \tau + \Delta U$$

Onde:
 Q = quantidade de calor
 τ = trabalho
 ΔU = variação da energia interna

3 ★

Primeira Lei da Termodinâmica em situações do cotidiano:

- Podemos observar sua aplicação em diversas situações do nosso cotidiano. Como é o caso das máquinas térmicas presentes nas locomotivas de trem, visto no exemplo anterior.

4 ★

Vamos analisar como a energia é transformada em uma locomotiva de trem:

Q: Toda a energia interna do sistema da locomotiva é transformada através da combustão do combustível, liberando energia térmica no sistema.

Q: Toda essa quantidade de calor é usada para gerar vapor e elevar a pressão do pistão. Nesta conversão, é convertida em energia mecânica.

P: Podemos observar a realização do trabalho do pistão, fazendo com que a locomotiva possa se deslocar. Assim, ocorre energia mecânica.

5 ★ 01:07

Contextualização da aplicação da primeira lei da termodinâmica

O que seria calor? Trabalho? e energia interna? Você saberia conceitualizar?

Calor: é a energia transmitida espontaneamente entre corpos que se encontram em diferentes temperaturas.

Energia interna: é a soma de todas as energias existentes nos partículas que o compõem.

Trabalho: é definido como o movimento contra uma força oposta. Trabalho realizado, por exemplo, quando uma pessoa levanta um objeto a certa altura.

6 ★

O gás realiza trabalho sobre algum corpo

Convenção nos diz que o trabalho τ é positivo (+ τ)

7 ★

Grandezas	Sinal	
	Sinal Positivo (+Q)	Sinal Negativo (-Q)
Calor Q	Quando o gás recebe calor.	Quando o gás perde calor.
Trabalho τ	Quando o gás expande realizando trabalho.	Quando o trabalho é realizado sobre o gás, comprimindo-o.
Energia interna ΔU	Quando a temperatura do gás aumenta.	Quando a temperatura do gás diminui.

8 ★

Exemplo

Um sistema termodinâmico inicialmente possui uma energia interna de 45.000 J, após sofrer uma variação de sua temperatura, a sua energia interna aumenta 80.000 J. Calcule a variação da energia interna desse sistema termodinâmico:

a) 35.000 J
 b) 40.000 J
 c) 45.000 J
 d) 50.000 J
 e) 55.000 J

Resolução: De acordo com a primeira lei da termodinâmica, podemos calcular a variação da energia interna utilizando a fórmula:

$\Delta U = Q - \tau$
 $\Delta U = 80.000 - 45.000$
 $\Delta U = 35.000 \text{ J}$

Slide 1 de 9 Portunus IBracil

🔍 📄 🗑️ 📌 📁

APÊNDICE K: TESTE FINAL

- 1) (FAM-SP) Se a energia cinética média das moléculas de um gás aumentar e o volume permanecer constante:
 - f) a pressão do gás aumentará e a sua temperatura permanecerá constante.
 - g) a pressão permanecerá constante e a temperatura aumentará
 - h) a pressão e a temperatura aumentarão.
 - i) a pressão diminuirá e a temperatura aumentará.
 - j) a temperatura diminuirá e a pressão permanecerá constante

- 2) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

 - f) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
 - g) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
 - h) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
 - i) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
 - j) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

- 3) **(VUNESP)** - A Primeira Lei da Termodinâmica diz respeito à:
 - f) dilatação térmica.
 - g) conservação da massa.
 - h) conservação da quantidade de movimento.
 - i) conservação da energia.
 - j) irreversibilidade do tempo

- 4) Em uma transformação isobárica, a pressão do gás é _____, e sua energia interna aumenta se a diferença entre _____ e _____ for _____.
 - a) constante, calor, trabalho, nula.
 - b) constante, calor, trabalho, negativa.
 - c) variável, calor, trabalho, positiva.
 - d) constante, trabalho, calor, negativa.
 - e) constante, calor, trabalho, positiva

- 5) Durante a compressão de um sistema gasoso, sob a ação de uma força constante, pode-se afirmar que:
 - f) A temperatura do gás é invariável
 - g) A energia interna permanece a mesma
 - h) O trabalho realizado sobre o gás é negativo
 - i) O calor trocado com a vizinhança é nulo
 - j) O trabalho realizado sobre o gás é positivo

- 6) (Ufla-MG) Numa transformação gasosa reversível, a variação da energia interna é de + 300 J. Houve compressão e o trabalho realizado pela força de pressão do gás é, em módulo, 200 J. Então, é verdade que o gás
 - f) cedeu 500 J de calor ao meio
 - g) cedeu 100 J de calor ao meio
 - h) recebeu 500 J de calor do meio
 - i) recebeu 100 J de calor do meio
 - j) sofreu uma transformação adiabática

APÊNDICE L: AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO

Avaliação de satisfação	
<i>Sobre o tema da Unidade</i>	
1.	O tema da unidade "Primeira Lei da Termodinâmica" contribuiu para o melhor entendimento da Física?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
2.	O tema da Unidade "Primeira Lei da termodinâmica" contribuiu para a compreensão de fenômenos cotidianos?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
3.	O tema da unidade "Primeira Lei da termodinâmica" contribuiu para a compreensão de conceitos como temperatura, calor e trabalho?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
4.	O tema da unidade "Primeira Lei da termodinâmica" contribuiu para estabelecer relações com conteúdos anteriores em Física?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
<i>Sobre a dinâmica do professor</i>	
5.	O professor contribuiu para o entendimento dos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
6.	A forma de trabalho do professor contribuiu para a aprendizagem da primeira lei da termodinâmica?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
7.	O professor estabeleceu relações entre o conteúdo da unidade e a aspectos cotidianos?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
8.	O professor contribuiu para sanar dúvidas e atuou como mediador durante o desenvolvimento das atividades propostas?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	
<i>Sobre os recursos e materiais</i>	
9.	Os materiais de ensino e recursos apresentados na unidade poderiam ser empregados constantemente nas aulas de Física?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não, poderiam ☐ Não sei responder	
10.	Os materiais e recursos empregados durante a unidade contribuíram significativamente para o seu desempenho e aprendizado nas aulas de Física?
☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não contribuiu ☐ Não sei responder	

11. O experimento e as simulações contribuíram para o melhor entendimento de conceitos associados a primeira lei da termodinâmica como calor, temperatura, energia interna e trabalho?

☐ **Sim, totalmente** ☐ **Sim** ☐ **Não, totalmente** ☐ **Não contribuiu**
☐ **Não sei responder**

12. As simulações empregadas na unidade contribuíram para a melhor visualização e compreensão de fenômenos sobre a primeira lei da termodinâmica?

☐ **Sim, totalmente** ☐ **Sim** ☐ **Não, totalmente** ☐ **Não contribuiu**
☐ **Não sei responder**

13. As simulações podem ser recursos que complementam as atividades experimentais (experimentos)?

☐ **Sim, totalmente** ☐ **Sim** ☐ **Não, totalmente** ☐ **Não, podem**
☐ **Não sei responder**

APÊNDICE M: UEPS: PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.

Mestrando: Fernando de Jesus Souza

Tema: Termodinâmica.

Título: Primeira lei da termodinâmica.

Justificativa da UEPS

O estudo da termodinâmica permite a consideração do calor como uma forma de energia presente nas interações entre os corpos, como também permite uma interpretação mais rigorosa da aplicação dos conceitos de trabalho e energia. Porém, devido aos diversos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica que trata da conservação de energia, os alunos possuem dificuldades em reconhecer tais aspectos em seu cotidiano, bem como, a prática de ensino quase sempre tradicional não leva em conta os saberes prévios dos alunos que servem como base para a construção do conhecimento físico.

Em vista disso, que essa Unidade de Ensino Potencialmente Significativo é importante, pois visa auxiliar professores de Física na construção de materiais de ensino, criando-se materiais manipuláveis e observáveis que auxiliem na consolidação da aprendizagem e a motivação, que levem os alunos a vivenciar fenômenos associados à termodinâmica para consolidar o conhecimento científico. Nesse viés, essa unidade de ensino levará a mudança de concepção dos instrumentos e recursos de aprendizagem num contexto tão fragmentado quanto o ensino de física, modificando as ideias iniciais dos alunos acerca da disciplina.

Ementa

Primeira Lei da Termodinâmica; Energia Interna, Calor e Trabalho; Transformações Termodinâmicas; Transformação isotérmica, isométrica, isobárica e adiabática.

Objetivo Geral

- Apresentar a primeira lei da termodinâmica a partir de estratégias de ensino diversificadas tendo por ênfase as simulações educativas em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Objetivos Específicos

- Compreender os conceitos das variáveis físicas envolvidas no estudo da primeira lei da termodinâmica;
- Apresentar e discutir as transformações gasosas utilizando softwares educacionais;
- Aplicar a primeira lei da termodinâmica em situações problema voltadas ao cotidiano do aprendiz.
- Calcular a variação de energia interna de um sistema termodinâmico.

Duração das atividades

6 encontros de 1h

SEQUÊNCIA DE ENSINO

Quadro 6: Sequência de ensino

ETAPA	ENCONTRO	CONTEÚDOS /TEXTO	PROCEDIMENTO/ METODOLOGIA DE ENSINO	OBJETIVOS	DURA ÇÃO DA AULA
Situação inicial	Primeiro	Projeto; temperatura; calor; energia interna; trabalho. Calor; temperatura; Energia interna; Trabalho	Teste inicial	Identificar os conhecimentos prévios acerca da termodinâmica e a relação entre calor, temperatura, energia interna e trabalho	1h
Situação Problema	Segundo	temperatura; calor; energia interna; trabalho.	Apresentação de dois vídeos: vídeo: "Como funciona uma locomotiva"	Despertar o interesse dos alunos sobre a 1ª lei da termodinâmica	1h

			Vídeo: “ Energia Termoelétrica ”		
Apresentação do conhecimento (Exposição dialogada do conteúdo)	Terceiro e Quarto encontro	Primeira lei da termodinâmica; Convenções de sinais em termodinâmica; Transformações termodinâmicas.	Exposição dialogada do conteúdo, simulação sobre: transformações termodinâmicas	Apresentar o enunciado da primeira lei da termodinâmica e as diferentes transformações termodinâmicas	1h cada encontro
Novas situações-problema	Quinto	Conceitos sobre a primeira lei da termodinâmica	Simulações do phet	Reconhecer as aplicações dos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica em maior nível de complexidade	1h
Conclusão da UEPS e Avaliação	Sexto	Teste final e avaliação de satisfação	Teste final	Sistematizar os conhecimentos, e identificar evoluções conceituais e indícios de aprendizagem significativa. Verificar se os recursos, materiais e a dinâmica do professor durante a UEPS despertaram o interesse dos alunos e contribuíram para sua aprendizagem significativa.	1h

Fonte: autor

PRIMEIRO ENCONTRO – Situação inicial

O professor deve realizar uma sondagem dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos da turma sobre a primeira lei da termodinâmica, para isso, será proposto a leitura coletiva do trecho de notícia “Maior termelétrica a gás natural

da América Latina é inaugurada em Sergipe”, após a leitura será solicitado aos alunos que respondam às perguntas do teste inicial individualmente.

Quadro 7: texto notícia: maior termoeletrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe

Maior termoeletrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe



A maior termoeletrica a gás natural da América Latina foi inaugurada nesta segunda-feira (17), no município de Barra dos Coqueiros, em Sergipe. A Usina Termoeletrica Porto de Sergipe poderá atender 15% da demanda de energia do Nordeste, o equivalente a 16 milhões de pessoas.

Com potência de 1,5 GW, a usina é responsável por converter gás natural liquefeito em energia elétrica. O ministro Bento Albuquerque destacou a importância da usina para o aumento do uso de energias renováveis no país.

“A Usina Termoeletrica Sergipe é a maior usina a gás natural da América Latina.

Sozinha, tem capacidade para atender 16 milhões de cidadãos, só por isso já seria de grande relevância, entretanto, térmicas como Porto de Sergipe I são extremamente estratégicas para viabilizar o crescimento do parque de energias renováveis, exercendo uma atividade como se fosse uma bateria”, disse.

Desde modo, o ministro disse que permite a redução do custo da energia ao consumidor. “Porto de Sergipe é a maior e mais eficiente usina da América Latina, produzindo energia por menos da metade do custo médio da energia térmica produzida hoje no Brasil. A energia térmica produzida em Roraima, um megawatt hora custa R\$ 1,2 mil. Um megawatt hora do Porto de Sergipe custa R\$ 279 reais”, afirmou o ministro Bento Albuquerque.

O gás natural usado para a produção de energia na usina é menos poluente na comparação com o diesel e o carvão. “Os setores elétrico e de gás natural têm potencial para crescerem juntos de forma sustentável. Chamo a atenção que o gás natural é um dos principais combustíveis da transição energética rumo a economia de baixo carbono”, disse o ministro.

Fonte: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/08/maior-termoeletrica-a-gas-natural-da-america-latina-e-inaugurada-em-sergipe>, acessado em 25/01/2023

Teste inicial

1. Você sabe qual função de uma usina termoeletrica? Explique.

2. Quais fontes de calor podem ser utilizadas em uma usina termoeletrica?
3. Toda usina termoeletrica polui o meio ambiente? Justifique a sua resposta.
4. Qual o tipo de energia está sendo transformada em energia elétrica em uma usina termoeletrica?
5. Você sabe o que é uma máquina térmica? Explique.
6. Uma usina termoeletrica pode ser considerada uma máquina térmica? Justifique sua resposta.

SEGUNDO ENCONTRO: Situação-problema

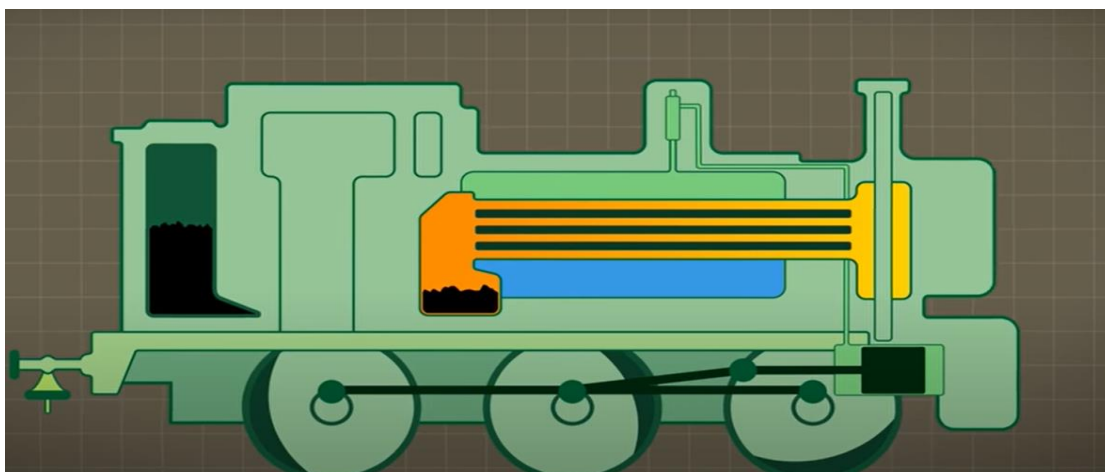
Com o intuito de propor ainda situações-problema que despertem o interesse dos alunos sobre os conceitos associados a termodinâmica será proposta a apresentação de dois vídeos:

- Primeiro vídeo: **“Como funciona uma locomotiva”**
<https://www.youtube.com/watch?v=9CaQfq05GLo>
- Segundo vídeo: **“Energia Termoeletrica”**
<https://www.youtube.com/watch?v=TTjEib9IU0c>

Este encontro será dividido em dois momentos:

Primeiro momento

Figura 20: locomotiva de trem



Fonte: autor

Inicialmente o professor irá exibir um print da tela do primeiro vídeo para os alunos, no qual os mesmos terão um tempo para identificar que se trata de uma

locomotiva de trem. Após a identificação, o professor irá questioná-los acerca do funcionamento da locomotiva de trem. Qual o tipo de energia é responsável pelo funcionamento da locomotiva?

Em seguida será exibido outro print, desta vez do segundo vídeo, que demonstra uma usina termoeletrica. Os alunos novamente serão questionados: qual a principal fonte de energia é responsável pelo funcionamento de uma usina termoeletrica?

Figura 21: usina termoeletrica



Fonte: autor

O professor deverá reservar um tempo para discussão, no qual os alunos irão expor o que eles acham que deverá ocorrer para que a locomotiva e a usina termoeletrica funcionem. Existe relação entre o funcionamento da locomotiva e a usina termoeletrica? Todas as concepções deverão ser registradas para possíveis confrontações.

Segundo momento

Neste momento o professor irá exibir o vídeo para todos os alunos, no qual os mesmos irão analisar as situações e fenômenos que estão ocorrendo durante a exibição do vídeo, confrontando as concepções iniciais. Assim, os alunos irão explicar as situações ocorridas durante a exibição do vídeo, que foram observadas na etapa

anterior, para isso, deverão responder as perguntas abaixo, baseando-se nas observações e registros:

1 - As máquinas térmicas tem como finalidade utilizar a energia térmica a partir da geração de calor para realizar algum trabalho. Descreva em quais instantes do trem a vapor e da usina termoeletrica está sendo gerado calor para o sistema e em que instante está sendo realizado trabalho?

2 - Por que, para a realização do trabalho, em ambos os casos, locomotiva à vapor e termoeletrica, se gerou um aumento de temperatura?

3 - Todo o calor gerado pela máquina gerou uma energia térmica que se converte totalmente em trabalho, ou seja, a máquina tem um rendimento de 100%. Isso é verdade? Justifique a sua resposta.

TERCEIRO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo

Neste encontro, através de apresentação de slides, será apresentado o conceito da primeira lei da termodinâmica que afirma: A energia total de um sistema isolado não é criada nem destruída. Havendo a conservação de energia, onde um sistema recebe calor do meio externo, essa energia pode ser armazenada no sistema ou pode ser utilizada na realização de trabalho. Isso é representado matematicamente da seguinte forma:

$$\boxed{Q = \tau + \Delta U} = \Delta U = Q - \tau$$

Onde:

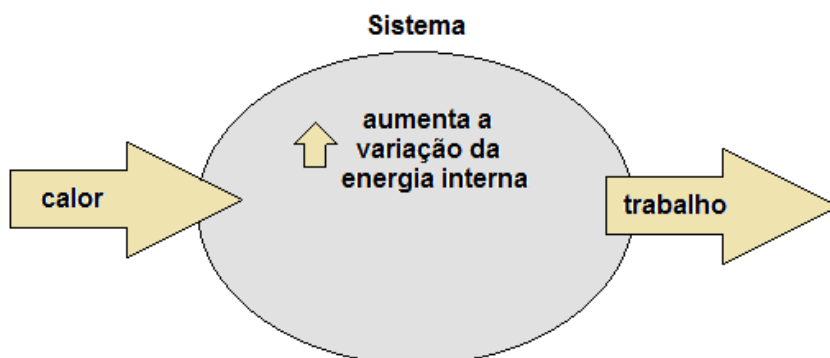
ΔU = Variação da energia interna do sistema

Q = Energia trocada com o meio exterior na forma de calor

τ = Energia trocada com o meio exterior na forma de trabalho

Dessa forma, podemos exemplificar que:

Figura 22: Conservação da energia baseado no princípio da termodinâmica

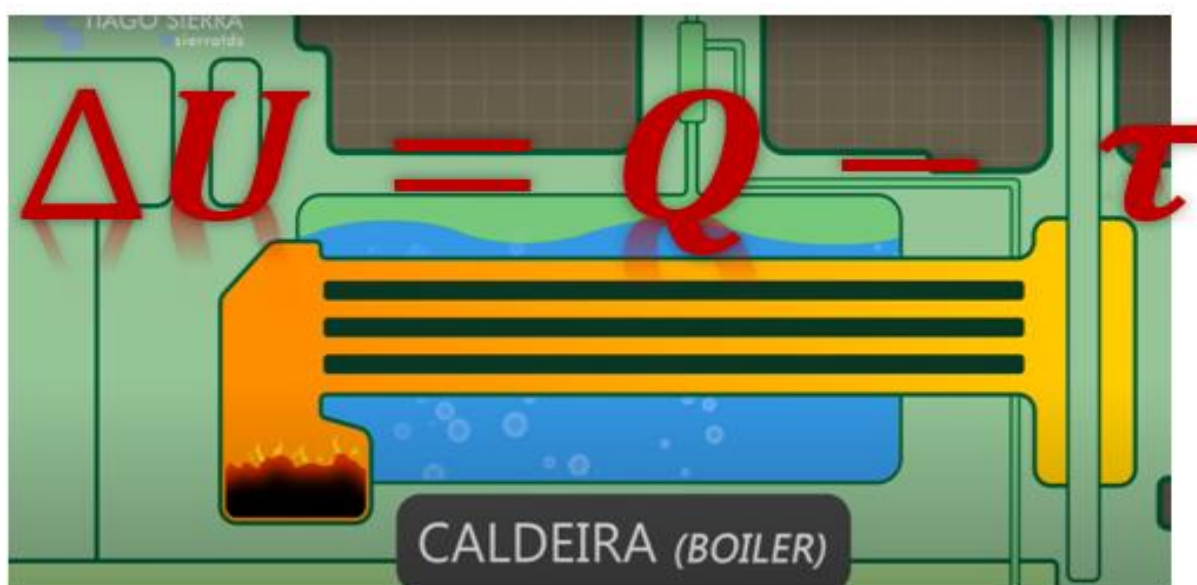


Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-da-termodinamica/>

Embora a definição da primeira lei da termodinâmica pareça muito técnica, podemos observar sua aplicação em diversas situações do nosso cotidiano. Como é o caso das máquinas térmicas presentes nas locomotivas do trem, visto no encontro anterior. No qual, é possível observar que ocorre uma transformação de energia térmica em energia mecânica, fazendo com que o funcionamento dessas máquinas térmicas, baseie-se na variação e na relação entre temperatura, pressão e volume.

Vamos analisar como a energia é transformada em uma locomotiva de trem:

Figura 23: locomotiva de trem



Fonte: autor

ΔU - Toda a energia interna do sistema da locomotiva é fornecida através da combustão do Carvão, fornecendo energia térmica ao sistema.

Q - Toda essa quantidade de calor é usada para gerar vapor e alimentar os pistões do motor. Neste momento, é convertido em energia mecânica.

T – Podemos observar a realização do trabalho do pistão, fazendo com que a locomotiva ganhe velocidade. Agora temos energia cinética.

Vale ressaltar que a locomotiva de trem não é um sistema isolado. Por isso, há troca de calor com o meio exterior. Havendo assim, uma perda de energia a exemplo: do calor da caldeira que é transmitida ao ar, fumaça liberada para meio ambiente, vapor quente que escapa durante o processo, o atrito, entre outros fatores, que gera perdas de energia.

A partir da exemplificação e contextualização da aplicação da primeira lei da termodinâmica, é importante fazer alguns questionamentos aos alunos:

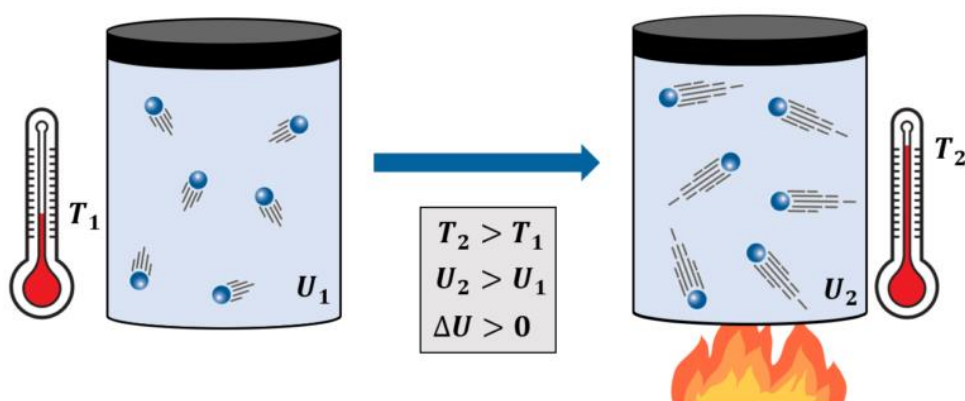
- O que seria calor, trabalho e energia interna? Você saberia conceituar?

Com base no que os alunos mencionarem é preciso apresentar os conceitos de calor, trabalho e energia interna:

Calor: é a energia transmitida espontaneamente entre corpos que se encontram em diferentes temperaturas.

Energia interna: é a soma de todas as energias existentes nas partículas que o compõem. Essa energia é diretamente proporcional à temperatura do gás, ou seja, se a temperatura do gás aumenta, a sua energia interna também aumenta. Sendo assim, podemos concluir que a variação da energia interna de um gás será positiva ($\Delta U > 0$) quando a sua temperatura aumentar e negativa ($\Delta U < 0$) quando a sua temperatura diminuir. Como no esquema da imagem 6:

Figura 24: Esquema de gás preso em recipiente sofrendo aquecimento

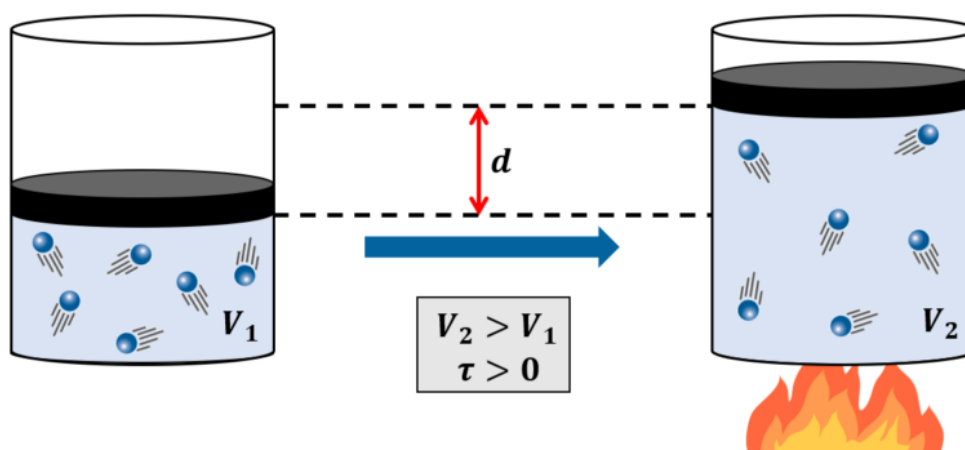


Fonte: <https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas>

Trabalho: é definido como o movimento contra uma força oposta. Trabalho é realizado, por exemplo, quando um peso é levantado contra a força da gravidade. Podemos então exemplificar isso, pensando que um gás dentro de um recipiente com uma ou mais paredes móveis (como um êmbolo, por exemplo). Para que ele expanda (aumente de volume), ele tem que empurrar essa parede, ou seja, ele tem que realizar trabalho sobre ela:

Nesses casos, onde **o gás realiza trabalho** sobre algum corpo, a convenção nos diz que o trabalho τ é positivo ($+\tau$) como na imagem 7:

Figura 25: Esquema de gás realizando trabalho

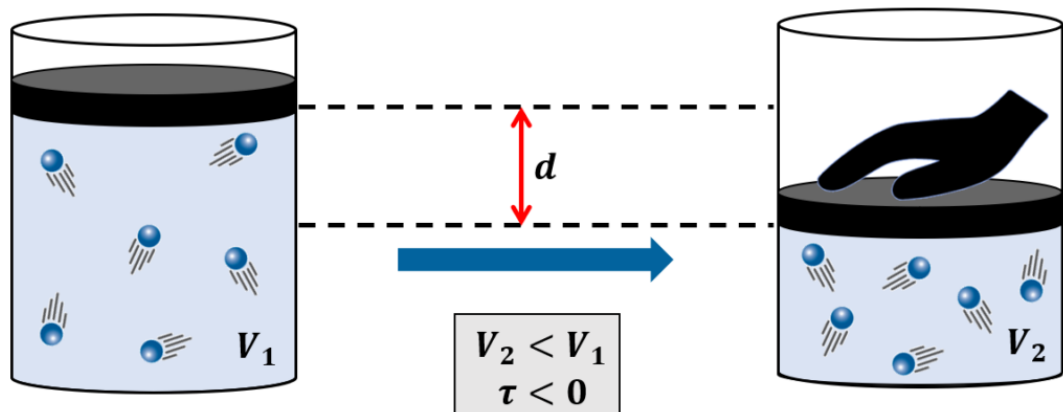


Fonte: <https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas>

Da mesma forma, a situação inversa também pode ocorrer: um agente externo pode comprimir o gás, reduzindo o seu volume. Nesses casos, onde **trabalho**

é realizado sobre o gás, a convenção nos diz que o trabalho τ é negativo ($-\tau$) como na imagem 8:

Figura 26: Esquema de trabalho sendo realizado sobre um gás



Fonte:

<https://www.google.com/search?q=trabalho+sobre+um+gas&tbm=isch&ved=2ahUKEwignJKXIYPyAhUirZUCHakQAvgQ2>

aplicadas a primeira lei da termodinâmica apresentados no quadro 1:

Quadro 8: Convenções de sinais na primeira lei da termodinâmica

Grandeza	Sinais	
	<i>Sinal Positivo (> 0)</i>	<i>Sinal Negativo (< 0)</i>
Calor Q	Quando o gás recebe calor.	Quando o gás perde calor.
Trabalho τ	Quando o gás expande realizando trabalho.	Quando o trabalho é realizado sobre o gás, comprimindo-o.
Energia interna ΔU	Quando a temperatura do gás aumenta.	Quando a temperatura do gás diminui.

Fonte: Autoria própria

Com o intuito de sistematizar o conteúdo apresentado serão propostas a resolução de alguns problemas associados a primeira lei da termodinâmica.

1- (UECE) - Do ponto de vista da primeira lei da termodinâmica, o balanço de energia de um dado sistema é dado em termos de três grandezas:

- a) pressão, volume e temperatura.
- b) calor, energia interna e volume.
- c) trabalho, calor e energia interna.
- d) trabalho, calor e densidade.

2- Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.

Sabendo-se que o trabalho do agente externo é de 600 J, qual a variação de energia interna do gás?

3 - (Ufes) Considere uma garrafa térmica fechada com uma certa quantidade de água em seu interior. A garrafa é agitada fortemente por um longo período de tempo. Ao final desse período pode-se dizer que a temperatura da água:

- a) aumenta, pois o choque entre as moléculas gera calor.
- b) aumenta, pois o ato de chacoalhar aumenta a energia interna da água.
- c) aumenta, pois o trabalho vai ser transformado em calor.
- d) diminui pois, a parede interna da garrafa térmica vai absorver o calor da água.
- e) permanece constante, pois a garrafa térmica não permite troca de calor.

4 - (Pucmg) No filme "Kenoma", um dos personagens, Lineu, é um artesão que sonha construir um motor que não precise de energia para funcionar. De acordo com seus conhecimentos acerca da primeira lei da termodinâmica, será possível desenvolver o motor? Explique por quê.

QUARTO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo (continuação)

Neste encontro, será dada continuidade à exposição dialogada do conteúdo. No qual será abordado pelo professor as transformações termodinâmicas, ressaltando para os alunos que as transformações termodinâmicas podem ser descritas de várias formas, dependendo das variáveis termodinâmicas que permanecem constantes. As quatro transformações termodinâmicas mais comuns são:

Quadro 9: Características das transformações termodinâmicas

Transformação	Característica	Expressão matemática
Isotérmica	Temperatura Constante	$Q = T$
Isométrica	Volume constante	$Q = \Delta U$
Isobárica	Pressão constante	$\frac{V}{T} = \text{constante}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Adiabática	Gás não troca calor com o meio externo	$\Delta U = - \tau$

Fonte: Autoria própria

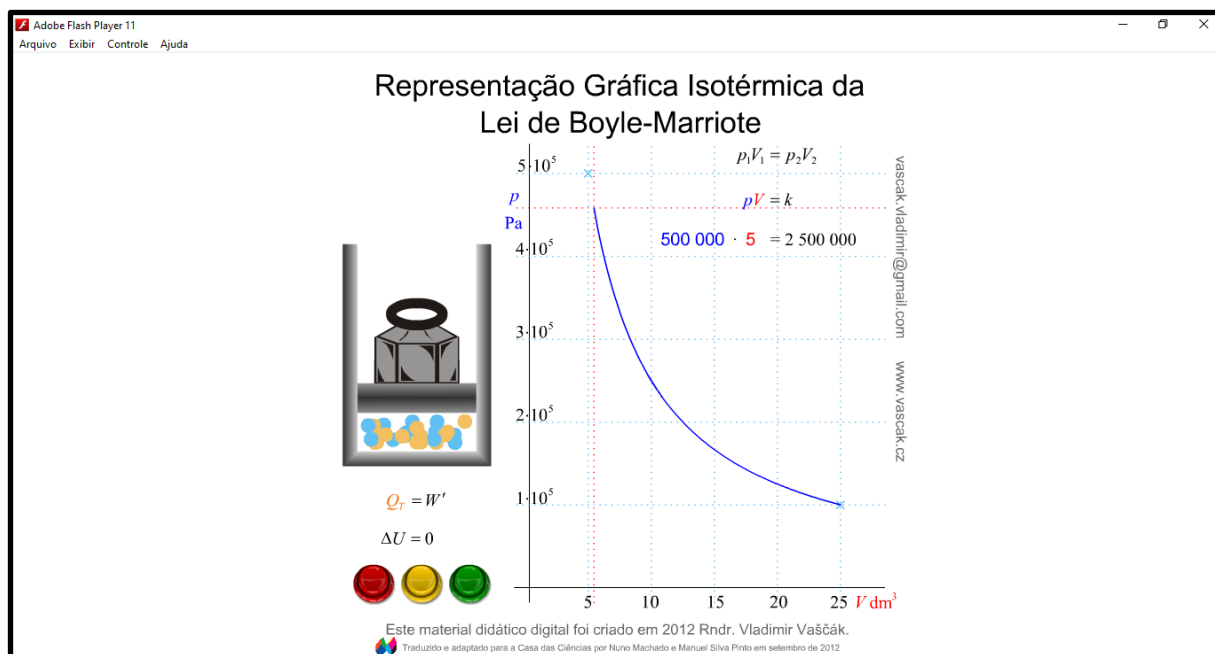
Durante a explicação do conteúdo o professor irá realizar demonstrações práticas através de simulações para mostrar a diferença entre os processos isotérmicos, Isométrica, isobáricos e adiabáticos e como esses processos afetam a energia interna e trabalho do sistema.

As simulações abordadas neste encontro estão disponíveis no site: <https://www.casadasciencias.org/>. Vale ressaltar que a Casa das Ciências é uma plataforma fundada em 2008, que reúne recursos digitais de diferentes tipos: vídeos explicativos, materiais didáticos, fichas de atividades, jogos educativos e conteúdos interativos. Os conteúdos são organizados por disciplina, tema e nível de ensino, facilitando o acesso e a pesquisa dos professores e estudantes.

Transformação isotérmica

Para melhor exemplificar o conceito de isotérmica e como ela é importante para o estudo de processos termodinâmicos, o professor irá exibir a seguinte simulação:

Quadro 10: simulação representação gráfica Isotérmica



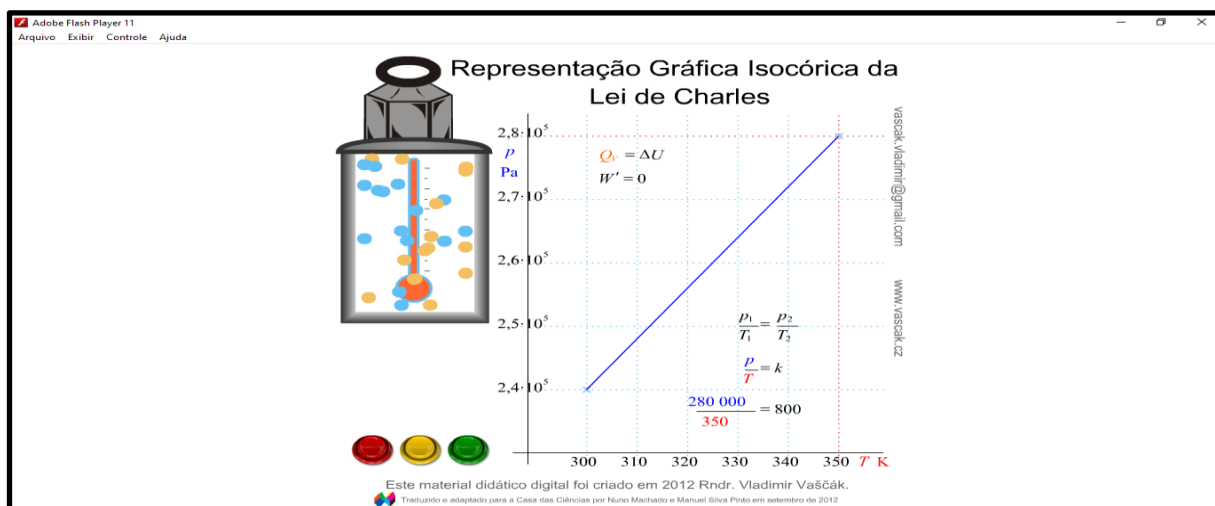
Fonte: autoria própria

Com base na execução e análise da simulação, o professor irá discutir com os alunos, ressaltando que nesse tipo de transformação, a temperatura do sistema permanece constante como observado na simulação.

Enfatizando ainda que durante uma transformação isotérmica, a pressão e o volume do gás se alteram de acordo com a lei de Boyle-Mariotte ($PV = \text{constante}$), que descreve a relação inversa entre pressão e volume de um gás, como observado na representação gráfica da simulação.

Transformação isométrica

Já para a Transformação isométrica ou isocórica demonstrada na simulação abaixo o volume do sistema permanece constante.

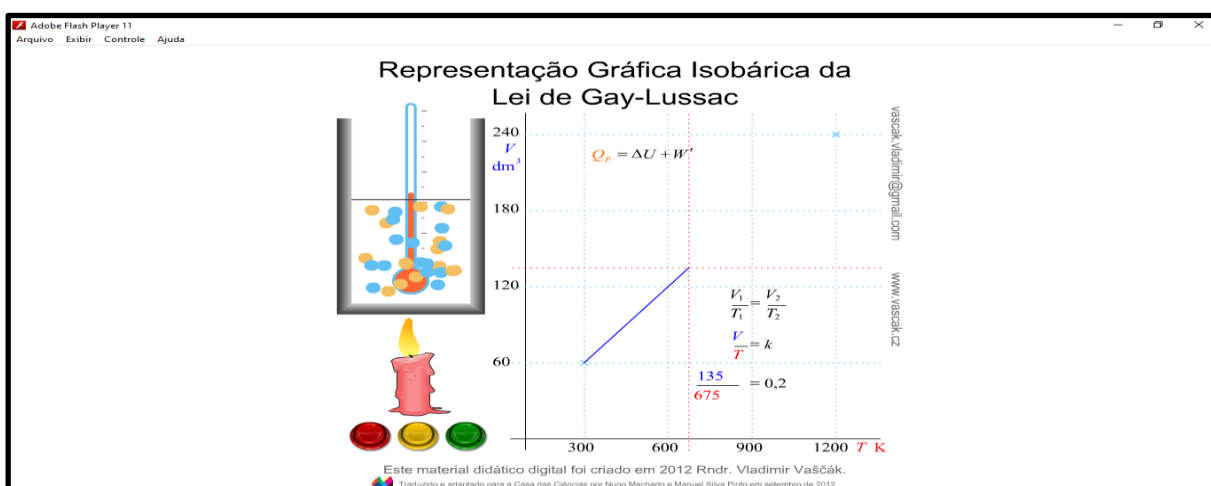


Através da execução e análise da simulação, o professor irá explicar que durante a transformação isométrica não há trabalho realizado pelo gás, pois não há mudança de volume.

Ressaltando ainda que durante uma transformação isométrica, a pressão e a temperatura do gás podem variar, seguindo a lei de Gay-Lussac, que descreve a relação direta entre pressão e temperatura de um gás ($P/T = \text{constante}$).

Transformação isobárica:

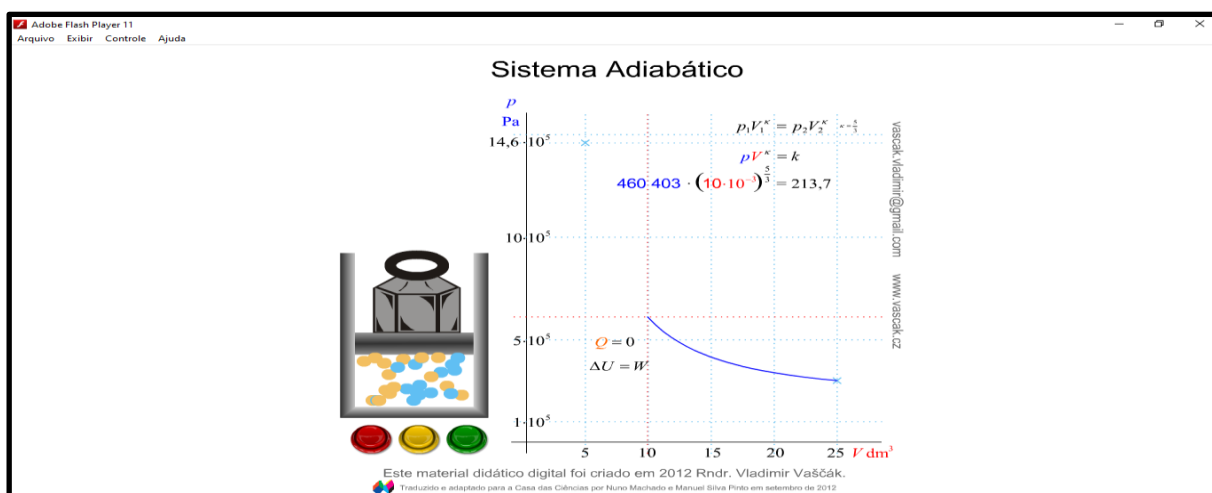
Durante a explicação sobre a transformação isobárica o professor irá executar a simulação:



Em seguida irá pedir para os alunos observarem que nessa transformação a pressão do sistema permanece constante, e que o volume e a temperatura do gás podem variar, seguindo a lei de Charles, que descreve a relação direta entre volume e temperatura de um gás ($V/T = \text{constante}$).

Transformação adiabática:

Para abordar essa última transformação, o professor irá ressaltar que nessa transformação, não há troca de calor entre o sistema e o ambiente. Isso significa que a energia interna do sistema permanece constante. Para melhor compreensão será executada a seguinte simulação:



Será possível analisar que durante uma transformação adiabática, a pressão e o volume do gás podem variar, seguindo a lei de Laplace, que descreve a relação inversa entre pressão e volume de um gás adiabático ($PV^\gamma = \text{constante}$), onde γ é a razão entre os calores específicos do gás, a pressão constante e o volume constante.

Vale ressaltar para os alunos que a transformação adiabática é a mais comum em processos de compressão e expansão de gases em motores e turbinas, onde a eficiência é maximizada pela minimização das perdas de calor.

QUINTO ENCONTRO: NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

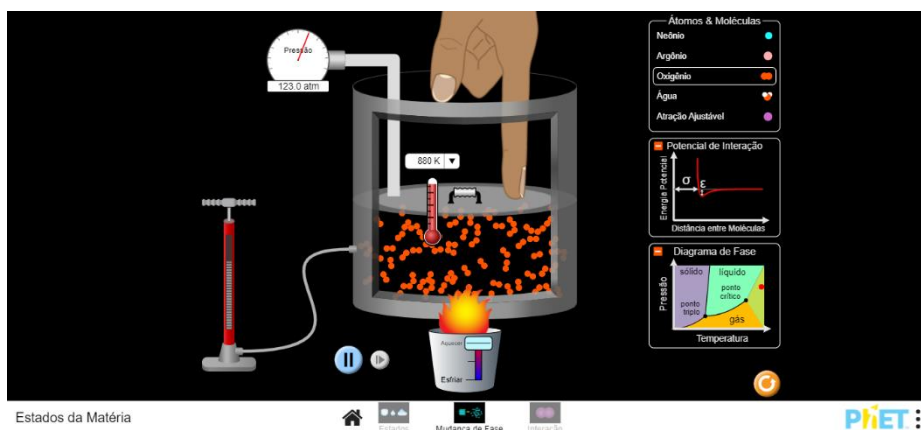
Esse encontro será dividido em duas etapas

Primeira etapa: desenvolvimento dos conceitos abordados no encontro anterior

Para avaliar a compreensão dos conceitos discutidos no encontro anterior, será proposto a execução da simulação do Phet sobre Estados da Matéria, onde os alunos poderão observar na prática os conceitos das transformações termodinâmicas.

Pois essa simulação tem por objetivo demonstrar o comportamento do oxigênio em um recipiente fechado, e o comportamento de algumas variáveis como

temperatura, pressão, e consequentemente a geração de trabalho. Como observa-se na imagem abaixo:



É importante destacar que a simulação será realizada em laboratório de informática pelos alunos, sendo assim orientados pelo professor.

Será solicitado aos alunos:

- Adicione com a bomba certa quantidade de oxigênio.
- Pressione o recipiente e depois aqueça-o.
- Deve-se observar o comportamento das variáveis pressão e temperatura.

Será então questionado aos alunos:

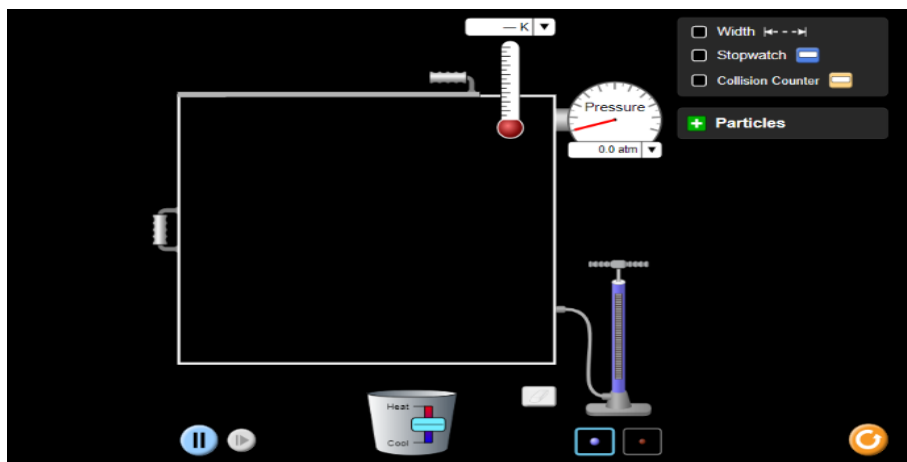
Questões problematizadoras	
6.	Ao empurrar a tampa do recipiente o que acontece com pressão?
7.	O que a chama provoca no Oxigênio? A energia interna aumenta ou diminui?
8.	Com base na simulação, descreva de quantas formas diferentes podemos alterar a temperatura e a pressão?
9.	Observando a simulação podemos dizer que é realizado um trabalho sobre o gás ou o gás se expande realizando trabalho?
10.	Em relação ao calor provocado pela chama, podemos dizer que o sinal foi positivo ou negativo?
11.	Como podemos associar a simulação à primeira lei da termodinâmica?

Segunda etapa: retomados os aspectos mais gerais

Nesta etapa, serão retomados os aspectos mais gerais sobre o tema, de forma a propor o conhecimento em um maior nível de complexidade. Isso será feito

através de uma simulação educativa, do phet. Para isso, os alunos serão direcionados ao laboratório de informática, e o professor irá orientar sobre o acesso e o manuseio da ferramenta pelos alunos.

Será acessada uma simulação do Phet, denominado Gases: introdução.



Fonte: autor

Disponível em : https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html.

Acessado em 14/11/2022

Com essa simulação será possível demonstrar a Primeira Lei da termodinâmica, além disso, os alunos poderão observar o que ocorre com as variáveis temperatura, volume e pressão de um gás.

➤ **Momento de previsão:**

Antes de iniciar a simulação através do phet, o professor irá explicar sobre o acesso a simulação, de modo que os alunos encontrem a simulação e consigam manusear, será explicado que a simulação trata aspectos da primeira lei da termodinâmica e as transformações gasosas com o simulador propriedade dos gases. Será explicado pelo professor que a simulação consiste em analisar o comportamento de um gás em um recipiente, e que os alunos deverão anotar e observar o que ocorre com a temperatura e a pressão.

Em seguida os alunos irão expor o que eles acham que irá acontecer na demonstração. Registrando suas concepções e confrontando. Para o professor deverá questiona-los:

1. Ao injetar gás utilizando a bomba, o que deve acontecer no sistema?

2. Depois de algum tempo fornecendo calor ao sistema, qual o comportamento da pressão, volume e a temperatura?
3. Descreva o comportamento do sistema ao desativar a fonte de calor?

➤ **Momento de observação:**

Neste momento os alunos realizam a observação e anotação dos fenômenos e espera-se que associem com os conceitos e aplicações da primeira lei da termodinâmica.

➤ **Momento de explicação:**

Após essa demonstração será pedido aos alunos que comentem e façam suas explicações a respeito da simulação, discutindo o que ocorreu e quais variáveis termodinâmicas estão sofrendo alteração? Quais são as grandezas físicas que podem ser alteradas na simulação? E Como o volume do gás se comporta quando a temperatura aumenta?

SEXTO ENCONTRO: Conclusão da unidade de ensino e Avaliação

Como meio de avaliar os alunos durante essa UEPS será aplicado um teste final, que abordara questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e questões de vestibulares. É importante destacar que essa avaliação terá como objetivo sistematizar os conhecimentos, verificar seus desempenhos e identificar evoluções conceituais e indícios de aprendizagem significativa.

Questão 1: (FAM-SP) Se a energia cinética média das moléculas de um gás aumentar e o volume permanecer constante:

- k) a pressão do gás aumentará e a sua temperatura permanecerá constante.
- l) a pressão permanecerá constante e a temperatura aumentará
- m) a pressão e a temperatura aumentarão.
- n) a pressão diminuirá e a temperatura aumentará.
- o) a temperatura diminuirá e a pressão permanecerá constante

Questão 2: (ENEM) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a:

- k) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- l) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- m) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- n) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- o) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

Questão 3: (VUNESP) - A Primeira Lei da Termodinâmica diz respeito à:

- k) dilatação térmica.
- l) conservação da massa.
- m) conservação da quantidade de movimento.
- n) conservação da energia.
- o) irreversibilidade do tempo

Questão 4: Em uma transformação isobárica, a pressão do gás é _____, e sua energia interna aumenta se a diferença entre _____ e _____ for _____.

- a) constante, calor, trabalho, nula.
- b) constante, calor, trabalho, negativa.
- c) variável, calor, trabalho, positiva.
- d) constante, trabalho, calor, negativa.
- e) constante, calor, trabalho, positiva

Questão 5: Durante a compressão de um sistema gasoso, sob a ação de uma força constante, pode-se afirmar que:

- k) A temperatura do gás é invariável
- l) A energia interna permanece a mesma
- m) O trabalho realizado sobre o gás é negativo
- n) O calor trocado com a vizinhança é nulo
- o) O trabalho realizado sobre o gás é positivo

Questão 6: (Ufla-MG) Numa transformação gasosa reversível, a variação da energia interna é de + 300 J. Houve compressão e o trabalho realizado pela força de pressão do gás é, em módulo, 200 J. Então, é verdade que o gás

- k) cedeu 500 J de calor ao meio
- l) cedeu 100 J de calor ao meio
- m) recebeu 500 J de calor do meio
- n) recebeu 100 J de calor do meio
- o) sofreu uma transformação adiabática

Além disso, os alunos serão orientados a responder uma avaliação de satisfação, que tem por objetivo verificar se os recursos, materiais e a dinâmica do professor durante a UEPS despertaram o interesse dos alunos e contribuíram para sua aprendizagem.

Avaliação de satisfação

Sobre o tema da Unidade

9. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para o melhor entendimento da Física?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu
() Não sei responder

10. O tema da Unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para a compreensão de fenômenos cotidianos?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu
() Não sei responder

11. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para a compreensão de conceitos como temperatura, calor e trabalho?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu
() Não sei responder

12. O tema da unidade “Primeira Lei da termodinâmica” contribuiu para estabelecer relações com conteúdos anteriores em Física?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu
() Não sei responder

Sobre a dinâmica do professor

13. O professor contribuiu para o entendimento dos conceitos associados a primeira lei da termodinâmica?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu
() Não sei responder

14. A forma de trabalho do professor contribuiu para a aprendizagem da primeira lei da termodinâmica?

- () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu

() Não sei responder
15. O professor estabeleceu relações entre o conteúdo da unidade e a aspectos cotidianos? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu () Não sei responder
16. O professor contribuiu para sanar dúvidas e atuou como parceiro durante o desenvolvimento das atividades propostas? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu () Não sei responder
<i>Sobre os recursos e materiais</i>
17. Os materiais de ensino e recursos apresentados na unidade poderiam ser empregados constantemente nas aulas de Física? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não, poderiam () Não sei responder
18. Os materiais e recursos empregados durante a unidade contribuíram significativamente para o seu desempenho e aprendizado nas aulas de Física? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu () Não sei responder
19. O experimento e as simulações contribuíram para o melhor entendimento de conceitos associados a primeira lei da termodinâmica como calor, temperatura, energia interna e trabalho? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu () Não sei responder
20. As simulações empregadas na unidade contribuíram para a melhor visualização e compreensão de fenômenos sobre a primeira lei da termodinâmica? () Sim, totalmente () Sim () Não, totalmente () Não contribuiu

☐ Não sei responder

21. As simulações podem ser recursos que complementam as atividades experimentais (experimentos)?

☐ Sim, totalmente ☐ Sim ☐ Não, totalmente ☐ Não, podem

☐ Não sei responder