

As Simulações Educacionais no Ensino de Física: Aplicando Uma UEPS Sobre a Primeira Lei da Termodinâmica Utilizando a Abordagem POE

Fernando de Jesus Souza¹, Tiago Nery Ribeiro²

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 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.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i1.15077>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

¹ Graduação em Licenciatura em Física e Especialista em Ensino de Matemática e Docência para a Educação Profissional e Tecnológica e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS). E-mail: fernando.jsouza@live.com; <https://orcid.org/0009-0004-5040-0237>

² Doutorado em Educação Matemática, Mestrado em Educação, Especialização em Ciências da natureza e suas tecnologias e graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: tneryribeiro@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7725-5891>

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.

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.

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).

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 central 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).

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 e 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).

Softwares de simulação no ensino de Física

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.

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).

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.

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.

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.

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.

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

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).

Moreira (2011) formulou alguns passos sequenciais que as UEPS podem empregar, que são demonstradas na figura 1:

Figura 1: Passos sequenciais para elaboração de UEPS



Fonte: Merlim et. al. (2019).

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 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. Participaram da pesquisa 23 alunos, 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:

Tabela 1: Cronograma de aplicação da UEPS

ETAPA	ENCONTRO	PROCEDIMENTO/ METODOLOGIA DE ENSINO	DURAÇÃO DA AULA
Situação inicial	Primeiro	Teste inicial	1h
Situação Problema	Segundo	Apresentação de dois vídeos: vídeo: “Como funciona uma locomotiva” Vídeo: “ Energia Termoelétrica ”	1h

Apresentação do conhecimento (Exposição dialogada do conteúdo)	Terceiro e Quarto encontro	Exposição dialogada do conteúdo, simulação sobre: transformações termodinâmicas.	1h cada encontro
Novas situações-problema	Quinto	Simulações do phet	1h
Conclusão da UEPS e Avaliação	Sexto	Teste final	1h

Fonte: os autores.

Resultados e Discussão

Neste momento, apresentamos os resultados obtidos a partir dos dados coletados no teste inicial e teste final. 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.

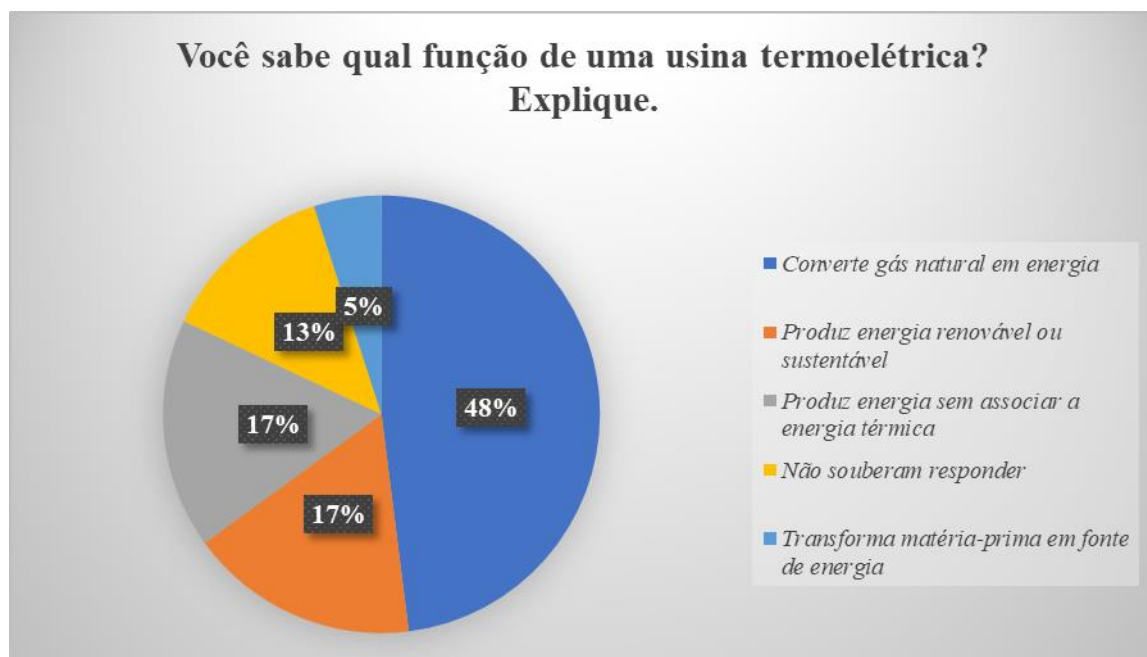
PRIMEIRO ENCONTRO – Situação inicial

Com o intuito de realizar um diagnóstico dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos da turma sobre a primeira lei da termodinâmica, foi proposta a leitura coletiva do trecho de notícia “Maior termelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe”, o qual após leitura foi solicitado aos alunos que respondam às perguntas do teste inicial. 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.

Em primeiro momento, os alunos foram questionados “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: Os autores.

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.”

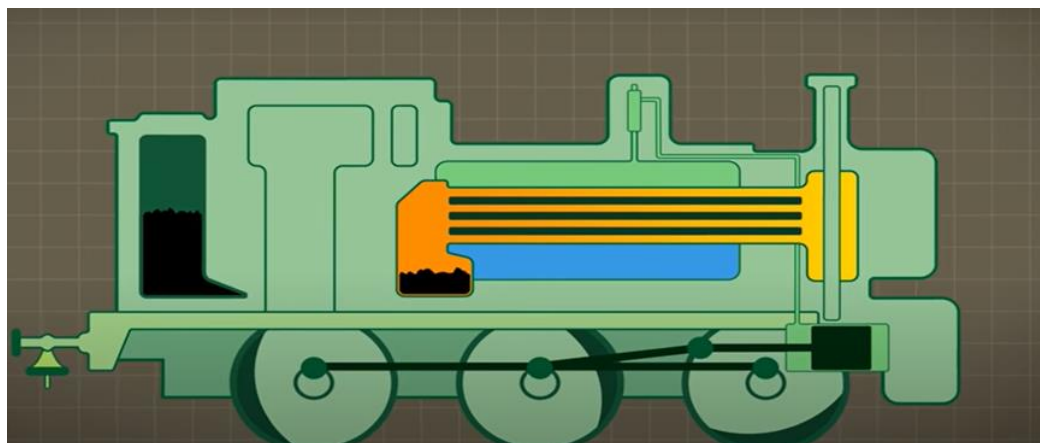
SEGUNDO ENCONTRO: Situação-problema

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=TTjEib9lU0c>

Figura 2: 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.

TERCEIRO E QUARTO ENCONTRO: Exposição dialogada do conteúdo

Neste encontro, através de apresentação de slides, foi 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

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

A partir da exemplificação e contextualização da aplicação da primeira lei da termodinâmica, foi importante questionar 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.

Já no quarto 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 1: 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: os autores.

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.

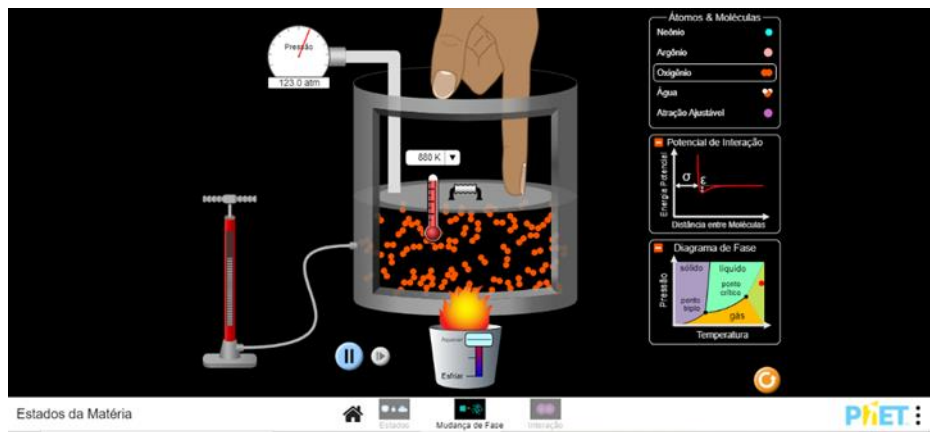
As simulações abordadas neste encontro estão disponíveis no site: <https://www.casadasciencias.org/>. Vale ressaltar que a Casa das Ciências é uma plataforma fundada em 2008, que reúne recursos digitais de diferentes tipos: vídeos explicativos, materiais didáticos, fichas de atividades, jogos educativos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

QUINTO ENCONTRO: Nova Situação Problema

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 conseqüentemente a geração de trabalho. Como observa-se na imagem abaixo:

Figura 3: 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. 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.

Foram então propostas algumas problematizações aos alunos:

Quadro 2: 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: os autores.

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.

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. Para essa questão 67% dos alunos acertaram, mostrando assim ter compreendido em sua maioria 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. Para essa questão cerca de 62% marcaram na alternativa correta, 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.

Considerações finais

Através da aplicação da UEPS, com o uso e manuseio das simulações, 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 conduziu 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 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 pra visualizar fenômenos na termodinâmica. Em vista disso, podemos inferir que a proposta da UEPS teve um resultado satisfatório junto aos objetivos propostos.

Educational Simulations In Physics Teaching: Applying A UEPS On The First Law Of Thermodynamics Using The Poe Approach

Thermodynamics is part of 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, which makes learning difficult and makes Physics Teaching more challenging. 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 UEPS, with the use of 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.

Referências

AUSUBEL, D. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. 1.^a Edição PT-467-Janeiro de 2003.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

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.