

UEPS E A TERMODINÂMICA (PARTE II): UM OLHAR NA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS

PMTU and Thermodynamics (Part II): a look at the learning of scientific concepts

Debora Samir Conceição de Souza [debora_samir@hotmail.com]

Boniek Venceslau da Cruz Silva [boniek@ufpi.edu.br]

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella

CEP: 64049-550 – Teresina – Piauí

Recebido em: 06/12/2023

Aceito em: 07/07/2024

Resumo

Este trabalho retrata uma pesquisa desenvolvida em um dos polos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Ela teve por objetivo criar, aplicar e analisar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), baseada em aspectos históricos e filosóficos da Ciência na teoria de Ausubel, para o ensino de conceitos da Termodinâmica. Na parte I, deste trabalho, Sousa e Silva (2022) apresenta as implicações históricas e filosóficas da proposta didática. Neste, em especial, iremos abordar como os aspectos da teoria da aprendizagem significativa nortearam as diferentes etapas da UEPS, que não tinha a História e Filosofia como pano de fundo. Para finalizar, advertimos que esta pesquisa proporcionou para os alunos e para o professor novos olhares sobre o ensino de Física, levando-nos a uma reflexão de por que estudá-la, de como ela tem sido ensinada na escola e como não deve ser ensinada. Percebe-se ainda que a apresentação contextualizada da Termodinâmica proporciona uma melhor assimilação dos seus conceitos.

Palavras-chave: Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS); Termodinâmica; Ensino Médio.

Abstract

This paper show a research developed in the poles of the Professional National Master in Physics Education. It aimed to create, apply and analyze a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) based on Historical and Philosophical aspects of Science and Ausubel Theory for the Teaching of Thermodynamic. In Part I of this work, Silva and Sousa (2022), we present show the historical and philosophical implications this research. In this work, we will address how the aspects of Ausubel Theory guided the different stages of PMTU that did not have history and philosophy as background. Finally, we warn that this research provided to students and the teacher new views about of the Physics Education, leading us to reflecting on what has it has taught at school and how it should not be taught. It is also noticed that the contextualized presentation of themodynamics provides a better assimilation of its concepts.

Keywords: Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU); Thermodynamic; High School.

1. Introdução

As propostas atuais de ensino vêm mostrando uma preocupação em possibilitar um ensino de ciências de forma contextualizada, possibilitando que os alunos aprendam não somente ciência, mas também *sobre* a Ciência (evolução, história e suas relações com a sociedade) na busca da promoção de um ensino científico de qualidade (MARTINS, 2012).

Entretanto, apesar das mudanças no sistema educacional nas últimas décadas, ainda prevalecem não só no Brasil, como também em outros países em vários níveis de desenvolvimento, a tendência de currículos tradicionalistas que apresentam, no seu cerne, a finalidade de "passar" nas avaliações e na realização de um bom exame de ingresso no ensino superior (KRASILCHIK, 2000). O que observamos é que as Ciências em geral, especialmente o ensino de Física, são ministradas num formato que atea a memorização de fórmulas matemáticas e como aplicá-las para a resolução de problemas sem nenhuma significação, que já tem se mostrado ineficaz, tanto do ponto de vista dos estudantes e professores, quanto das necessidades da sociedade.

Dentro dessa perspectiva, acreditamos ser preciso repensar não apenas em uma reestruturação no currículo do ensino de ciências em termos de conteúdo, mas, sobretudo, a renovação na prática profissional docente através do uso de novas metodologias de ensino, favorecendo um ambiente de sala de aula mais investigativo, significativo e favorável aos discentes.

O presente trabalho retrata uma pesquisa desenvolvida no polo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Federal do Piauí (UFPI), que teve como questão de investigação: “De que forma a História e Filosofia da Ciência, mediada por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, pode contribuir na aprendizagem de conceitos da Termodinâmica, no ensino médio?”

O produto educacional, gerado pela pesquisa, o qual responde esta pergunta, embora ele tenha como pano de fundo o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC), foi embasado, também, por aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, proporcionado uma UEPS, tanto com atividades históricas e filosóficas da Termodinâmica, como atividades que não se valiam dessa ferramenta. Buscou-se uma UEPS mais ampla, mesmo que um dos seus principais referenciais tivesse sido a HFC.

Os primeiros resultados dessa UEPS, que envolviam diretamente as atividades intermediadas pela HFC foram publicados pelos autores Sousa e Silva (2022) e podem ser consultados. Neste trabalho, em especial, trataremos da segunda parte da UEPS, que aborda o uso de outras estratégias didáticas não embasadas pela HFC¹.

A aplicação da UEPS foi para alunos da 2ª série do Ensino Médio e, como já mencionado, as atividades desenvolvidas dentro dela, que representa o produto educacional, foram pensadas como uma alternativa ao ensino tradicional e de natureza memorística e propedêutica que geralmente é dado ao campo da Termodinâmica (SOUSA; SILVA, 2022).

A UEPS aborda uma sequência de aulas referentes ao conteúdo da Termodinâmica (transformações gasosas, as leis da Termodinâmica, transferência de energia e os conceitos de calor e temperatura), apresentando o seu contexto histórico e fazendo conexões com a Revolução Industrial, que ocorreu no século XVIII, com ênfase ao processo de criação e desenvolvimento das máquinas

¹ Avisamos aos leitores que possivelmente a consulta na parte I deste trabalho Sousa e Silva (2022) pode ajudar na compreensão mais aprofundada da totalidade da proposta. Mas, para fins deste trabalho, o que, ora aqui discutimos, acreditamos e defendemos ser mais que o suficiente para a compreensão da UEPS.

térmicas.

Nesta segunda parte, em especial, focaremos na UEPS para o uso de experimentos, mapas conceituais, história em quadrinhos, questões problematizadoras como estratégia facilitadora da aprendizagem.

Como base na questão problema, que gerou a pesquisa na sua totalidade (De que forma a História e Filosofia da Ciência, mediada por uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, pode contribuir na aprendizagem de conceitos da Termodinâmica, no ensino médio?), buscamos, responder a seguinte questão neste trabalho: “Como uma UEPS, baseada em diferentes estratégias didáticas de ensino, podem contribuir no ensino da Termodinâmica no ensino médio?”

2. A aprendizagem significativa de Ausubel e a construção de UEPS

A corrente teórica desta pesquisa fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de *David Paul Ausubel*². No entanto, o que seria essa aprendizagem significativa? Para Ausubel é uma etapa na qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) com aspectos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2006).

Esses aspectos relevantes são denominados de *subsunçores*³, embora alguns autores utilizem o termo “conceito subsunçor”, pode ser ele, por exemplo, um símbolo já significativo, uma ideia, um conceito, uma proposição, uma imagem, capaz de servir como ancoradouro a obtenção de um novo conhecimento de modo que este uma vez adquirido, traga significado a esse conhecimento (MOREIRA, 2006).

Assim, um grupo de informações relevantes já aprendidos pelo sujeito atuam como âncora, integrando-o um novo conhecimento, modificando-os. O subsunçor vai se enriquecendo, tornando-se mais diferenciado e podendo facilitar novas aprendizagens com o passar do tempo.

De modo geral, a aprendizagem significativa, de acordo com Moreira (2006):

Ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), enquanto outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem as primeiras (MOREIRA, 2006, p. 15).

Para Ausubel, a estrutura cognitiva é extremamente organizada e essa organização muitas vezes segue uma hierarquia de conceitos, no sentido que um dado conceito relevante mais geral inclusivo, subordina outros menos. A estrutura cognitiva é caracterizada por dois processos principais que ocorrem durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva segundo Moreira (2011a) está relacionada à modificação do subsunçor, ou seja, ao processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor resultante da sucessiva utilização desse para dar significado a novos conhecimentos. Está mais relacionado com a aprendizagem subordinada, por tanto, mais comum. Já na reconciliação integrativa (Moreira, 2011a), à medida que são adquiridas novas informações, elementos da estrutura cognitiva podem se

²David Paul Ausubel (1918 - 2008) foi psicólogo da educação estadunidense. PhD em Psicologia do Desenvolvimento, foi professor de diversas instituições, como: Universidade de Illinois, Universidade de Toronto, e nas universidades europeias, em Berna, na Universidade Salesiana de Roma, e Training Officer's College, em Munique. Suas teorias têm sua essência voltada ao conceito dos aspectos cognitivos da aprendizagem e dos conteúdos acadêmicos.

³ Termo muito utilizado na Psicologia, para fazer referência a um conceito relevante (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

reorganizar e adquirir novos significados, ficando mais rico e mais diferenciado. Está mais relacionado com a aprendizagem superordenada e combinatória que ocorre com uma frequência menor.

Os processos da estrutura cognitiva ocorrem de fato, à medida que a aprendizagem significativa vai se efetivando, que segundo Moreira:

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder à reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos, percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários a construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidade distintas (MOREIRA, 2011a, p. 22).

Os conceitos dos processos da estrutura cognitiva mencionados são de extrema relevância quando se trabalha com Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Moreira (2011b) caracteriza a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora como princípios de uma UEPS.

Assim, a elaboração de uma UEPS contempla oito aspectos sequenciais (passos) que auxiliarão o professor na sua elaboração, cabendo-lhe buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los a sua realidade escolar, conforme destacamos, a seguir:

1º passo: Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2º passo: Criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema;

3º passo: Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar;

4º passo: Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino;

5º passo: Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, porém ao nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;

6º passo: Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa;

7º passo: A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado;

8º passo deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo (MOREIRA, 2011, p.3-5).

É importante ressaltar que a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa, de acordo com Moreira

(2011). No próximo tópico, iremos apresentamos os aspectos metodológicos da pesquisa e de ensino (ou seja, a própria UEPS usada).

3. Aspectos metodológicos da pesquisa e a UEPS⁴

A pesquisa, na sua totalidade, é caracterizada como qualitativa (MASSONI; MOREIRA, 2016, p. 52) e como descreve Moreira (2018) também de natureza translacional, pois ela se traduz a uma linguagem prática, causando um impacto direto na sala de aula da professora-pesquisadora.

Desenvolvemos o estudo na rede pública do estado do Piauí, sendo os colaboradores/participantes da pesquisa alunos da 2ª série do ensino médio. Participaram da investigação, as turmas A e B, sendo 21 e 19 alunos, respectivamente.

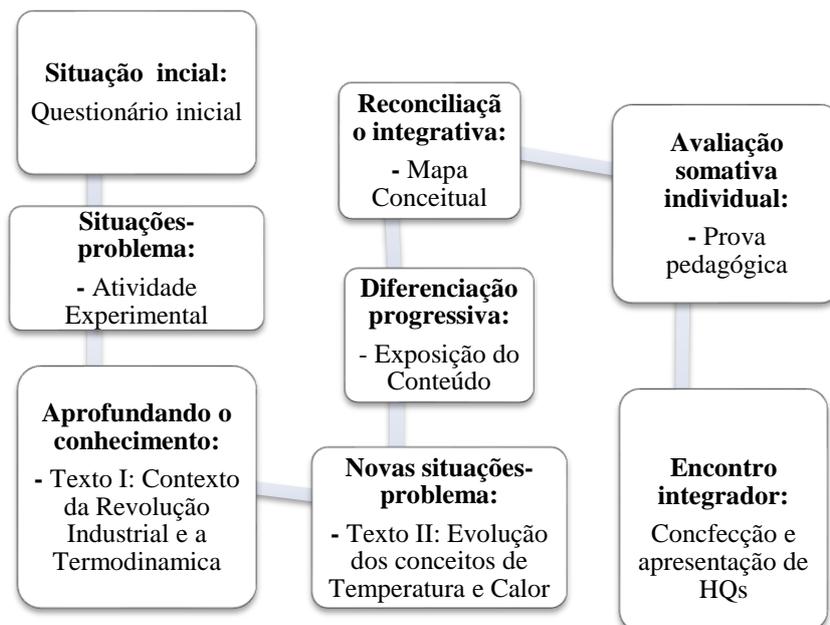
Para mantermos o sigilo sobre a participação dos alunos, esses foram identificados por um código composto pela letra A e B (referente a “turma”) e por um número, começando pelo número 1 até o 21, ou até 19, dependendo da turma na qual estava matriculado. Assim, temos os participantes A1, A2, A3... A21 e os participantes B1, B2, B3...B19.

Para a coleta de dados foram usadas as próprias atividades desenvolvidas dentro da UEPS, buscando compreender a pergunta deste trabalho (*Como uma UEPS, baseada em diferentes estratégias didáticas de ensino podem contribuir no ensino da Termodinâmica no ensino médio?*).

O estudo foi desenvolvido partindo-se da elaboração e avaliação da UEPS, criada consoante os passos propostos por Moreira (2011a). Para a avaliação dos dados obtidos através desta unidade, utilizou-se a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011, p. 35), definida pela autora como sendo “*um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens*”.

Assim, após a organização dos dados produzidos através de toda UEPS, da observação, participação e dos registros feitos como processos de sistematização e análise dos dados, eles foram analisados à luz do referencial teórico que orientou este estudo - a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O quadro 1 sistematiza o exposto.

⁴ Como já destacado, anteriormente, neste trabalho não discutiremos as partes da UEPS que possuem fundamentação da HFC. Para consulta deles, reiteremos a busca em Souza e Silva (2022).

Quadro 1⁵: Síntese da pesquisa

Fonte: Os autores

Durante o processo de aplicação da UEPS, as mensagens manifestadas tanto de modo escrito e oral como também outras visíveis ou silenciosas, que foram percebidas ao longo dos encontros, orientaram a criação das categorias de análise da pesquisa a serem trabalhadas.

Sendo assim, seguindo as orientações de Bardin (2011), acerca da sequência metodológica para a organização da AC, estabelecemos 3 (três) categorias, como mostrado no quadro 2 abaixo, que nos possibilitaram encontrar resposta para a questão problema desta pesquisa.

Quadro 2 - Categorias prévias de análise empíricas deste estudo

Categorias empíricas		
Conhecimentos prévios dos alunos investigados acerca de conceitos relacionados a Termodinâmica	Possibilidades da UEPS como mediadora da aprendizagem	Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento da UEPS de conceitos da Termodinâmica, com enfoque na Teoria da Aprendizagem Significativa

Fonte: Os autores

3.1. A UEPS em si: atividades baseadas na aprendizagem significativa do Ausubel

Embora a UEPS tenha sido construída e aplicada visando trabalhos aspectos da História e Filosofia da Ciência e conteúdo da Termodinâmica, neste artigo, nosso foco será a Termodinâmica.

⁵ As etapas de Aprofundamento o conhecimento e Novas situações-problemas foram discutidos pelos Sousa e Silva (2022) e não são alvos deste trabalho.

QUADRO 3 – Habilidades previstas na BNCC trabalhadas na UEPS

Disciplina: FÍSICA	Série/turma: 2ª série do ensino médio	Duração: 18 aulas
Competências e Habilidades da Base Nacional Comum Curricular na UEPS:		
<p>Competência 1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>Habilidade: EM13CNT102 - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>Habilidade: EM13CNT301 - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p> <p>Habilidade: EM13CNT305 - Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>		

Fonte: Consultado da Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio

No quadro 4, apresentamos a UEPS na sua completude.

QUADRO 4 - UEPS trabalhada na investigação na sua completude⁶

Etapas	Conteúdos /texto	Procedimento/ metodologia de ensino	Objetivos	Duração da aula
Situação inicial	Temperatura/ calor/ sensação térmica/ energia interna/transferência de energia/trabalho.	Aplicação de um questionário objetivo e discursivo sobre conceitos de (e sobre) Termodinâmica	Averiguar os conhecimentos prévios dos discentes a respeito de conceitos da Termodinâmica e de aspectos da Natureza da Ciência (NdC)	1 aula
Situações-problema inicial	Pressão/calor/ volume/transformação de energia	Será desenvolvida uma atividade experimental que consiste na construção de um modelo rudimentar de máquina térmica.	Demonstrar o princípio de funcionamento das máquinas térmicas e introduzir os conceitos de pressão, calor e volume, por um experimento.	1 aula
Aprofundamento do conhecimento	Contexto histórico da Termodinâmica (Revolução industrial/máquinas térmicas)	Aplicação e Análise de um texto histórico sobre a Revolução Industrial e a História da Termodinâmica.	Apresentar o contexto histórico da Termodinâmica e as conexões existentes entre a Revolução Industrial, o contexto cultural, social, político e econômico da época, as Máquinas térmicas e a Ciência termodinâmica e como uma exerceu influência sobre outra	3 aulas

⁶ As etapas da UEPS, bem como os procedimentos metodológicos e os recortes dos objetivos, grifados pelos autores, serão os abordados neste trabalho na fase de análise da UEPS.

Novas situações-problema	Calor/ Temperatura/ NdC	Aplicação e análise de um texto histórico sobre calor e temperatura.	Apresentar e discutir os aspectos, físicos, históricos e de NdC encontrados no texto II.	3 aulas
Diferenciação progressiva:	Leis da Termodinâmica	Exposição dialogada das Leis da Termodinâmica, fazendo uso de uma sequência de apresentação de slides.	Diferenciando energia interna, trabalho e calor, e o princípio de conservação de energia (1ª lei da Termodinâmica).	3 aulas
Reconciliação integrativa	Retomada dos conteúdos	Retomada dos conteúdos em aspectos mais gerais e construção de mapas conceituais pelos alunos.	Fazer a retomada dos conteúdos em aspectos mais gerais, apresentar suas relações, semelhanças e diferenças.	2 aulas
Avaliação individual	Calor/ Temperatura/ NdC/ Leis da Termodinâmica/ Máquinas térmicas	Aplicação da Prova pedagógica	Avaliar a capacidade dos alunos na resolução de problemas numéricos e conceituais.	2 aulas
Encontro final integrador	Calor/ Temperatura/	Construção e apresentação de uma história em quadrinhos sobre calor e temperatura.	Conhecer as assertivas dos alunos acerca de situações cotidianas que envolvem conceitos de calor e temperatura.	2 aulas
Avaliação de aceitação da UEPS		Questionário final	Verificar a relevância da proposta e ensino como facilitadora da aprendizagem da Termodinâmica.	1 aula

Fonte: Os autores

No próximo tópico, partiremos para a análise da UEPS.

3.2 Um olhar para a UEPS da Termodinâmica: no que ela contribui para a aprendizagem dos estudantes do ensino médio

Situação inicial: Questionário de Conhecimento prévio investigados acerca dos conceitos da Termodinâmica

Buscando reconhecer os conhecimentos prévios que auxiliem na assimilação de novos conceitos pelos alunos, relacionados ao campo da Termodinâmica (por exemplo: temperatura, calor, trabalho, dentre outros) e de aspectos da Natureza da Ciência - NDC (por exemplo: a imagem do cientista e a influência de fatores extracientíficos no desenvolvimento da Ciência), como proposto em Moreira (2011a), realizamos uma pesquisa que contou com a aplicação de um questionário contendo 12 (doze) questões, sendo 06 (seis) de múltipla escolha e 06 questões subjetivas. As questões que se referiam à NdC não serão alvo deste estudo e se encontram em Sousa e Silva (2022).

A aplicação do referido questionário se deu no dia 25 de janeiro de 2021 de forma remota,

através do *google forms* correspondendo a 1 (uma) aula (50 minutos). Nesse mesmo dia, os alunos receberam esclarecimentos sobre os propósitos da referida pesquisa.

Para facilitar a compreensão dos dados produzidos, as informações foram apresentadas segundo a estrutura do teste de diagnóstico (questionário de conhecimentos prévios), uma a uma juntamente com as respostas dos alunos para podermos fazer uma análise detalhada das questões. Neste tópico serão analisadas as questões que se referem somente aos conceitos relacionados ao campo da Termodinâmica. Abaixo, abordamos as questões com seus resultados.

Questão 1: Uma propaganda de geladeira costuma mostrar a vantagem deste produto com a seguinte frase:

“Nossa geladeira não deixa o calor entrar nem o frio sair!”

A frase está:

a) Correta.

b) Errada

- Você poderia justificar por que marcou correta ou errada?

QUADRO 5 – Respostas à questão 1

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) Correta	17 (42,5%)
b) Errada	23 (57,5%)
Total	40 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão, aproximadamente, 43% dos alunos responderam corretamente à frase “nossa geladeira não deixa o calor entrar nem o frio sair!”. Um dos mesmos, fez a seguinte justificativa: *B04: Para mim está correta, se a geladeira estiver funcionando perfeitamente ela estará sempre fria, então acredito que não entra calor.*

A maioria dos alunos (próximo de 57%) consideram errada a afirmação exibida na propaganda, justificando com as respostas abaixo:

B12: Errada, porque a troca de calor entre ambos.

B05: Errada, o certo seria que a geladeira não possibilita a ocorrência de trocas de calor com meio externo.

B18: Errada, pois sempre há troca, o calor entra e o frio sai.

A17: acho que está errada, a geladeira vai perder calor, fazendo então com que ela fique fria.

Em análise as repostas apresentas acima, verifica-se que os alunos, embora não consigam expressar cientificamente, ou seja, de forma correta, já possuem em sua estrutura alguma informação sobre o tema.

Questão 2: Para se admitir a existência de calor:

- a) Basta um único corpo.
- b) São necessários, pelo menos, dois corpos.
- c) Basta um único corpo, mas ele deve estar “quente”.

QUADRO 6 – Respostas à questão 2

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) Basta um único corpo.	14 (35%)
b) São necessários, pelo menos, dois corpos.	19 (47,5%)
c) Basta um único corpo, mas ele deve estar “quente”.	7 (17,5%)
Total	40 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Observamos que as respostas foram distribuídas entre as alternativas, mostrando que novamente os alunos tiveram dificuldade em responder sobre a natureza do calor. Apenas 19 deles conseguiram responder se eram necessários, pelo menos, dois corpos para ocorrer a transferência de calor.

O calor é apontado como um dos conceitos mais difíceis de ser assimilado pelos alunos. Acreditamos que um dos possíveis motivos seja pela dificuldade de compreensão por parte dos estudantes que carregam notáveis conhecimentos prévios inadequados sobre o calor. Além disso, em alguns casos, o próprio livro didático reforça essas concepções.

Conforme Silva, Laburú e Nardi (2008, p. 384):

[...] algumas pesquisas avaliaram livros didáticos para o ensino médio e mostraram que a maioria deles estabelece princípios inadequados, tais como o calor pensado como um fluido contido nos corpos que, de alguma maneira, poderia passar de um corpo para outro (SILVA; LABURÚ; NARDI, 2008, p. 384).

Notamos a necessidade de discussão com os estudantes sobre a natureza do calor na sala de aula. Fizemos uma breve apresentação sobre a evolução do conceito de calor, permitindo-se esclarecer um pouco das razões dos entendimentos confusos a seu respeito.

Abaixo, a questão seguinte diz respeito ao conceito de temperatura. Nela indagamos, junto aos participantes, o que estaria mais associado à temperatura, apresentando-lhes algumas alternativas. Observem:

Questão 3: Para você, quais das alternativas abaixo está mais associado a temperatura?

- a) É a energia transmitida de um corpo a outro devido uma diferença de temperatura.

- b) É uma forma de calor;
- c) A quantidade de calor que um corpo possui.

QUADRO 7 - Respostas à questão 3

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) É a energia transmitida de um corpo a outro devido uma diferença de temperatura.	11 (27,5%)
b) É uma forma de calor;	15 (37,5%)
c) A quantidade de calor que um corpo possui;	14 (35%)
Total	40 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

A energia transmitida de um corpo a outro devido uma diferença de temperatura, segundo as respostas apresentadas por 11 participantes, é a alternativa que mais se relaciona a temperatura. Nas demais respostas observamos que há o entendimento de temperatura como calor e também como a quantidade de calor que um corpo possui. Coerentemente e respondendo à questão, Silva, Laburú e Nardi (2008, p. 389) faz a seguinte observação:

[...] um corpo não tem calor, tem energia; mas quando se transfere parte dessa energia numa situação de diferença de temperatura, refere-se a ela como a quantidade de calor transferida, compreendendo-se, portanto, que o corpo teve um acréscimo de energia em forma de calor (SILVA; LABURÚ; NARDI, 2008, p. 389).

Não muito diferente do que aconteceu quando foi questionado sobre o calor, os estudantes pesquisados apresentam alto grau de dificuldade em entender os processos que envolvem temperatura. O mesmo ocorre com outros conceitos do campo da Termodinâmica (por exemplo: trabalho, energia, entropia, dentre outros). Em seguida, perguntou-se sobre as concepções de propagação do calor.

Questão 4: O que acontece quando colocamos água em uma panela sobre a chama do fogão? O que provoca tais efeitos?

Vejam algumas respostas formuladas pelos alunos a primeira parte da pergunta (O que acontece quando colocamos água em uma panela sobre a chama do fogão?)

A1: *A água fica quente depois ferve.*

A3: *A temperatura da água aumenta.*

A5: *Depois de um tempo, a água ferve.*

A7: *A chama esquenta a panela, que esquenta a água e começa a borbulhar.*

A9: *A água esquenta ocasionando a vaporização.*

A10: *A chama transfere calor para a panela o que faz a água ferver.*

Algumas respostas formuladas pelos alunos para a segunda parte da pergunta (*? O que provoca tais efeitos?*)

A1: *Acontece devido à transferência de calor do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, assim a energia aumenta e a água ferve.*

B2: *É provocada pela transferência de calor.*

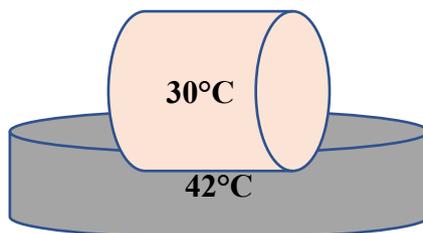
B4: *A diferença de temperatura.*

B7: *Devido a transferência de calor da chama para a panela.*

Observem que embora os vocábulos mostrados pelos alunos para responder à questão tenham sido na linguagem informal, nota-se uma compreensão de como ocorrem os efeitos da propagação de calor. Por exemplo, um dos alunos pesquisados responde que “*a chama transfere calor para a panela o que faz a água ferver*”; em seguida, um segundo participante coloca que isso ocorre devido “*a transferência de calor do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, assim a energia aumenta e a água ferve*”.

Tomando como base as respostas apresentadas acima, podemos notar que existe uma compreensão tímida quanto aos processos de propagação do calor, embora os alunos não tenham conseguido explicar cientificamente o exemplo dado na questão. Acreditamos que se deve, principalmente, pela forma como foi aprendido no cotidiano.

Questão 5: Dois objetos de mesmo material e diferentes temperaturas, quando colocados em contato:



- Passa calor do objeto de maior temperatura para o de menor temperatura
- Nenhum dos objetos passa calor ao outro.
- Passa calor do objeto de menor temperatura para o de maior temperatura

QUADRO 8 - Respostas à questão 5

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
Passa calor do objeto de maior temperatura para o de menor temperatura	24 (60%)
Nenhum dos objetos passa calor ao outro.	10 (25%)
Passa calor do objeto de menor temperatura para o de maior temperatura	6 (15%)
Total	40 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Tomando como base as respostas dadas acima, podemos notar que alunos têm uma boa compreensão de diferenças de temperatura e equilíbrio térmico e que, normalmente, o corpo que está

a uma temperatura mais elevada deve ceder calor para o que está a uma temperatura mais baixa. Porém, alguns participantes responderam que o processo de transferência de calor acontece de forma inversa, passando calor do objeto de menor temperatura para o de maior temperatura e outros colocaram não ocorrer qualquer tipo de troca de calor entre os objetos.

Situações-problema: Atividade experimental

Nesse momento, apresentamos a atividade experimental (máquinas térmicas), que funciona como um organizador prévio. Antes da apresentação do experimento, iniciamos a abordagem do assunto questionando o que os alunos entendem por “máquinas”? Como elas funcionam? Que tipo de máquinas você presencia no seu cotidiano? Esses questionamentos deram possibilidades dos alunos externalizarem seus conhecimentos prévios.

O experimento foi produzido e gravado pela professora-pesquisadora. Em seguida, foi apresentado através da plataforma *Google Meet*⁷. Porém, é importante que seja explicado aos alunos o processo de construção e a opção pelo uso de cada material. Ao final da atividade, os alunos responderam alguns questionamentos sobre o experimento que serão discutidos abaixo.

Esse passo foi desenvolvido nas duas turmas nas quais foi aplicado a UEPS. Desta atividade, participaram 36 alunos. Será mantida a mesma linha de análise apresentada na etapa anterior.

Figura 1– Atividade experimental



Fonte: Autores

Será feita uma análise detalhada das questões da atividade experimental (máquinas térmicas).

1. *O que acontece quando a água é aquecida? Como você explicaria tais acontecimentos?*

Abaixo, é mostrada algumas respostas dadas à pergunta acima.

A02: Quando a água aquece, o vapor sai e faz a hélice girar

A13: Solta vapor pelo canudo e depois de um tempo a hélice gira. Acontece devido a força do vapor.

B09: Sai vapor no canudo e bate na hélice fazendo ela girar. Acho que o vapor deve ter algum tipo de força.

⁷ O uso da plataforma deu-se em decorrência das consequências advindas da pandemia da COVID-19.

B17: Depois de tempo da água aquecida, começa a sair vapor que faz a hélice que está à frente girar.

Como se observa, a maioria dos alunos, quando indagados sobre o que acontece quando a água é aquecida, apresenta que o vapor sai. Nesse primeiro momento, nenhum dos trinta e oito alunos possuía ou apresentou a explicação científica para a pergunta lançada a eles. Embora um deles tenha mencionado haver uma força no vapor, sendo única explicação para que a hélice (ventoinha) gire.

2. *Você já observou no seu dia a dia algum aparelho que opera (funciona) similar a uma máquina térmica ou atividade apresentada? Cite-os.*

Nessa segunda questão procurava conhecer a percepção dos alunos de máquinas térmicas no seu cotidiano. Observemos os relatos:

A12: Não observei.

B04: Não, nunca tinha parado para pensar nisso.

A21: Sim, a atividade experimental me fez lembrar o funcionamento dos automóveis.

B14: Sim, já havia observado os motores de geladeira, acredito que funcionam de forma parecida.

Nota-se que os alunos ficaram bem divididos ao responder. Acredita-se que as respostas que apontadas pelos estudantes, de não terem observado algum aparelho que opera (funciona) similar a uma máquina térmica se deve por falta de conhecimento do tema, uma vez que até o momento não houve nenhuma explanação a respeito ou qualquer tipo de intervenção por parte da professora-pesquisadora. Assim, também, houve alunos que demonstraram conhecimento sobre o assunto, relatando em suas respostas já terem observado aparelhos que funcionam similar a uma máquina térmica, inclusive, exemplificando.

3. *Você observou algum conceito da Física presente no experimento? Quais?*

Essa questão buscava problematizar e conhecer a percepção dos alunos dos fenômenos físicos no experimento. Novamente, tiveram-se alunos que responderam “não” à questão e outra parte que respondeu “sim” apontando alguns conceitos percebidos por eles, vejamos:

A13: Sim, os conceitos de temperatura e também de pressão

A16: Sim, vários conceitos, como o de temperatura, força e calor.

B07: Observei o conceito de calor no aquecimento da água.

A17: Sim, percebi a presença do calor, da temperatura, pressão, dentre outros.

A12: Não tinha parada para pensar, mas dá para perceber a existência do calor.

Observando as respostas dos alunos citados acima, percebe-se que eles já tiveram contato com alguns conceitos da Física e conseguiram notar no experimento, principalmente os conceitos de calor e temperatura que foram os mais citados.

Nota-se que embora alguns alunos tenham dificuldade em conceituar calor e temperatura, ainda assim consegue identificar a existência desses. Dessa forma, acreditamos que ao final dessa UEPS conseguiremos alcançar bons resultados nesse quesito. Ressaltamos que até o momento não houve qualquer tipo de intervenção por parte da professora-pesquisadora. No próximo momento, apresentaremos a fase de reconciliação integradora.

Reconciliação integrativa: retomada do conteúdo

Nesse momento será discutida a reconciliação integrativa, ou seja, a retomada dos conteúdos no sentido de organizar as ideias dos alunos após as etapas anteriores, principalmente daquelas que houve intervenção. Esse passo foi desenvolvido nas duas turmas nas quais foi aplicado a UEPS. Desta atividade participaram 31 alunos. Será mantida a mesma linha de análise que foi apresentada nas etapas anteriores.

Para a realização desse momento foi fundamental que os alunos fossem estimulados a externalizar seus conhecimentos prévios para poderem interagir com os novos conceitos/ informações trabalhadas durante os encontros. A atividade consistia na elaboração de mapas livres (mapas conceituais), que como já definido, anteriormente, consistem em diagramas nos quais o conhecimento é organizado de conceitos ou entre palavras que usamos para representá-las (MOREIRA, 2011a).

Visto que alguns alunos não conheciam tal estratégia, fez-se uma breve explicação do que consistia em um mapa conceitual, é um exemplo genérico do mesmo foi apresentado pela professora-pesquisadora. Após isso, foi solicitado às turmas que se dividissem em grupos de três a quatro alunos, em média, para a realização da atividade⁸.

Com os grupos formados e organizados, os alunos foram comunicados que deveriam elaborar um mapa sobre Termodinâmica utilizando de informações aprendidas nos encontros anteriores.

Nas figuras seguintes apresentam-se quatro dos oito mapas conceituais elaborados por cada grupo.

Figura 2 – Mapa conceitual elaborado pelo grupo 1



Fonte: Os autores

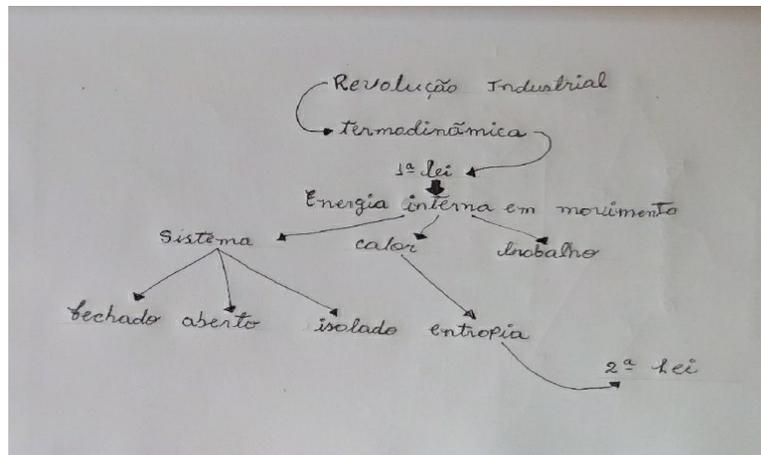
Nota-se no mapa confeccionado, por este grupo, uma boa organização. Alguns dos principais conceitos da Termodinâmica (calor, temperatura e energia, por exemplo) foram abordados por eles. Embora nenhum grupo não tenha relacionado inúmeros conceitos, o mapa está condizente ao tema

⁸ Em decorrência das consequências advindas da pandemia pelo novo Coronavírus, pediu-se que os grupos dialogassem através das redes sociais para a realização da atividade proposta.

proposto. Nota-se, ainda, que o grupo não estabeleceu nenhuma relação de nenhum conceito com energia em movimento, mesmo tendo exposto no mapa. Isso leva a crer que o grupo não tem certeza de qual conceito está relacionado com energia.

A Figura 3 tem a ilustração do mapa conceitual elaborado pelo grupo 2.

Figura 3 - Mapa conceitual elaborado pelo grupo 2

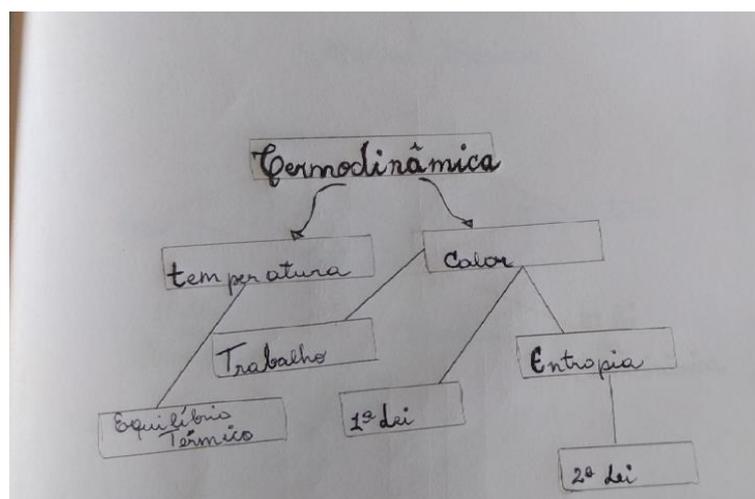


Fonte: Os autores

O grupo 2 construiu um mapa estabelecendo uma relação da Revolução Industrial com a Termodinâmica, o que é ponto positivo, uma vez que se tinha observado que alguns alunos tinham dificuldade de visualizar a vinculação existente entre as duas. Neste mapa notamos também a ausência do conceito de temperatura.

A Figura 4 tem a ilustração do mapa conceitual elaborado pelo grupo 3.

Figura 4 - Mapa conceitual elaborado pelo grupo 3



Fonte: Os autores

Observa-se neste mapa construído pelo grupo 3, uma escassez de conceitos relacionados, contudo condizentes ao tema.

Mesmo após já ter sido apresentado uma discussão da Revolução Industrial, os acontecimentos políticos, socioeconômicos, tecnológicos e o trabalho dos estudiosos, que estavam envolvidos na construção das máquinas a vapor em momentos anteriores a este, não foi estabelecido nenhuma relação do episódio histórico com o conteúdo da Termodinâmica no mapa acima elaborado pelo grupo.

Um fato que nos chamou atenção, foi que na apresentação do mapa, o grupo mencionou o episódio como contribuinte no desenvolvimento da Termodinâmica como ciência.

A Figura 5 tem a ilustração do mapa conceitual elaborado pelo grupo 4.

Figura 5 - Mapa conceitual elaborado pelo grupo 4



Fonte: Os autores

O grupo 4 fez a construção de forma mais elaborada, conseguindo relacionar a Revolução Industrial com as máquinas térmicas e ambas com a Termodinâmica. Nota-se, ainda, que o grupo teve uma boa compreensão dos conceitos relacionados a esta ciência, principalmente, calor e temperatura, que foram denotadas maiores dificuldades inicialmente.

Ao final da elaboração dos mapas pelos alunos, foi solicitado aos mesmos que fosse escolhido um membro de cada grupo para explicá-lo. Por fim, todos os mapas são considerados válidos, o objetivo de tal atividade era de verificação dos conhecimentos prévios dos alunos para que gerassem uma discussão entre os grupos e despertando consequentemente o interesse em investigar e conhecer sobre o tema.

Avaliação somativa individual: Prova pedagógica

Nessa atividade, pretendia-se verificar a aprendizagem sobre alguns aspectos dos relativos à Termodinâmica na UEPS. Abaixo, serão discutidos alguns resultados da Prova pedagógica, da qual participaram 32 alunos. Apresentaremos os resultados das 4 primeiras questões que passam uma ideia geral da atividade.

Questão 1. Para você, quais das alternativas abaixo está mais associado a existência de calor?

- Somente ambientes “quentes” possuem calor.
- Todas as situações que ocorrem, necessariamente, transferência de calor.

c) A temperatura de um corpo.

Quadro 9 – Respostas à questão 1 (prova pedagógica)

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) Somente ambientes “quentes” possuem calor.	1 (3,12%)
b) Todas as situações que ocorrem, necessariamente, transferência de calor.	25 (78,1%)
c) A temperatura de um corpo.	6 (18,75%)
Total	32 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Essa questão, retoma uma das perguntas iniciais (questionário inicial). Note-se que, apesar de toda discussão acontecida em sala de aula, alguns alunos resistem e mantêm as suas respostas anteriores. Mas, observa-se que um número considerável também assinalou a resposta corretamente. Inicialmente tinha-se um total de 26 (65%) respostas corretas a essa questão e mudou para 25 (78%). Como se pode verificar, com base na tabela, embora o nível de aprendizagem não tenha sido o máximo, pode-se perceber um avanço no número de alunos que compreenderam a existência do calor.

Questão 2. Uma máquina térmica opera segundo o ciclo de Carnot com temperaturas de 17°C e 127°C em suas fontes fria e quente. O rendimento dessa máquina térmica, em porcentagem, é: a) 23,5%; b) 51,3%; c) 2,75%; d) 27,5%; e) 27%

Quadro 10 – Respostas à questão 2 (prova pedagógica)

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) 23,5%	1 (3,1%)
b) 51,3%	0
c) 2,75%	7 (21,8%)
d) 27,5%	19 (59,3%)
e) 27%	5 (15,6%)
Total	32 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

No caso desta questão, os alunos foram instigados sobre o *rendimento de uma máquina térmica* operando segundo o ciclo de Carnot. A resposta esperada seria: 27,5% (alternativa d). Com base nos dados apresentados na tabela acima, dos 32 alunos participantes da pesquisa, 19 deles responderam à questão corretamente. No entanto, 13 alunos não compreenderam ou não souberam responder. Ressaltamos que a mesma necessitava que os estudantes aplicassem os dados em uma fórmula e em seguida respondessem, sem exigência de maior reflexão.

Questão 3. Para você, quais das alternativas abaixo está mais associado a temperatura?

- a) É a energia transmitida de um corpo a outro devido uma diferença de temperatura.
- b) É uma forma de calor;

c) A quantidade de calor que um corpo possui.

Essa pergunta remete a outra questão feita em outro momento, na questão 3 do questionário inicial. Na ocasião, houve uma porcentagem de aproximadamente 28% dos alunos participantes que assinalaram a resposta correta (alternativa A). Nas demais respostas, uma quantidade próxima de 38% haviam respondido ser a temperatura uma forma de calor e 35% como a quantidade de calor que um corpo possui.

Agora, nesta questão em especial, pretendia-se verificar se houve outra compreensão sobre a temperatura por parte dos alunos.

Os resultados desse novo questionamento apresentaram a seguinte situação:

Quadro 11 – Respostas à questão 3 (prova pedagógica)

ALTERNATIVAS	PARTICIPANTES (%)
a) É a energia transmitida de um corpo a outro devido uma diferença de temperatura.	23 (71,87%)
b) É uma forma de calor;	5 (15,62%)
c) A quantidade de calor que um corpo possui;	4 (12,5%)
Total	32 (100%)

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Questão 4. O que você compreende como Calor e temperatura? Você acredita que sejam a mesma coisa? Aponte exemplos do seu dia-a-dia onde você vivencia estes fenômenos.

Essa questão também já havia sido proposta em momentos anteriores. Tinha se observado uma certa dificuldade nos alunos em responderem a respeito da natureza do calor e temperatura. O aluno B02, por exemplo, inicialmente, fez a seguinte colocação: “calor é uma forma de energia, não sei o que o diferencia de temperatura, penso que tem o mesmo significado”

Realizado os próximos passos, o mesmo aluno respondeu a mesma questão dando a seguinte resposta:

B02: São conceitos que estão relacionados, mas não são a mesma coisa. Calor é energia e temperatura é a medida da energia. Calor, por exemplo, pode ser percebido quando pegamos em um copo contendo gelo ou mesmo contendo café quente.

Percebe-se, a partir do comparativo entre as duas respostas, uma melhora na assimilação de ambos os conceitos.

Além desse caso, em particular, também pode-se observar uma melhora quanto a compreensão desses fenômenos por outros alunos, participantes da pesquisa.

Analise-se abaixo algumas das respostas.

B07: Ambos são parecidos, porém tem significados diferentes, calor estar relacionado a energia, a temperatura é uma medida da energia cinética de um corpo. Podemos observar o calor por exemplo quando aquecemos uma barra de metal e a temperatura podemos observar na geladeira, no fogão, no forno microondas, dentre outros.

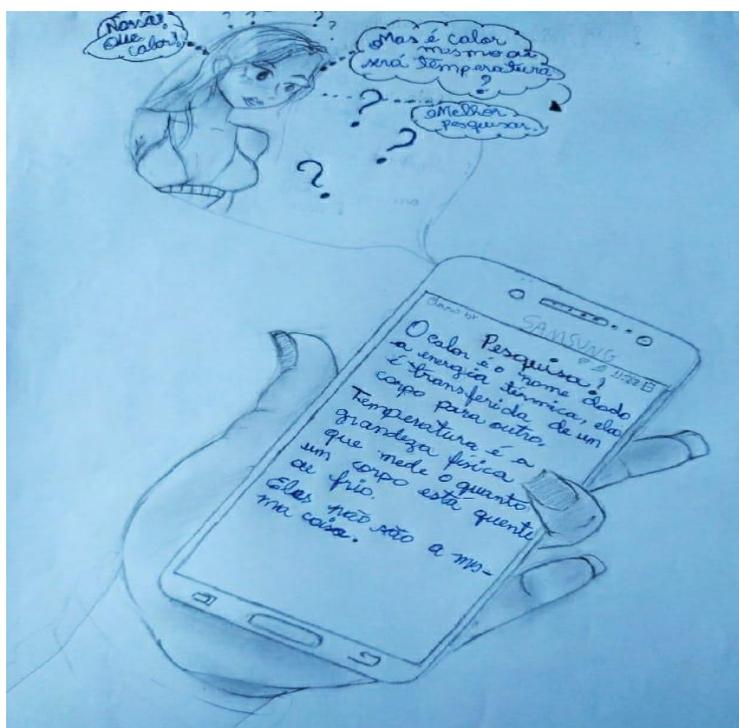
A16: Calor é troca de energia entre os corpos que possuem temperaturas distintas e temperatura é a medida da energia ligada ao movimento das partículas, assim, quanto mais agitadas elas estiverem, maior será a temperatura.

Percebe-se nas respostas apresentadas uma evolução significativa no entendimento dos alunos quanto a natureza do calor e da temperatura à medida que conseguiram conceituá-los, diferenciá-los e exemplificá-los.

Encontro final integrador: confecção e apresentação de HQs

Este encontro, denominado encontro final integrador, teve como principal objetivo o fechamento da UEPS. Para isso, foi solicitado aos alunos que permanecessem com os grupos formados anteriormente e seguida construíssem pequenas histórias em quadrinhos sobre o conteúdo trabalhado na UEPS. O professor também apresentou um software livre e de fácil acesso (pixton), mas que era livre para usá-lo neste recurso ou que eles desenhassem suas próprias histórias. No final, os alunos construíram HQs sobre o conteúdo estudado. A seguir daremos, como efeito de exemplificação, a produção de 1 dos grupos dos alunos.

Figura 6 - HQ elaborada pelo grupo 4.



Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se na imagem que o grupo não fez uso do diálogo na história. Vemos acima a imagem de uma jovem questionando a si própria o que seria calor e temperatura, em seguida fazendo uso do aparelho celular para pesquisar sobre esses dois fenômenos físicos. Apesar de não terem se

aprofundado ao explicar os conceitos, os expressaram de forma adequada.

4. À guisa de uma “conclusão”: um olhar para a UEPS e sua contribuição para a aprendizagem de alguns conceitos da Termodinâmica

Considerando o cenário em que se efetivou a pesquisa e diante de inquietações voltadas aos alunos ao seu ambiente de aprendizagem, atrelada à realidade em que se encontra o ensino de Física na Educação Básica, esta pesquisa visou responder à seguinte questão (Como uma UEPS, baseada em diferentes estratégias didáticas de ensino podem contribuir no ensino da Termodinâmica no ensino médio?).

De início na UEPS (*Situação inicial: Questionário de Conhecimento prévio investigados acerca dos conceitos da Termodinâmica*), os dados da pesquisa nos revelaram que alguns alunos continuam muito presos ao senso comum, mostrando pouca proximidade da resposta científica esperada nas questões relacionadas aos conceitos da Termodinâmica.

Com o passar das etapas, foi possível perceber os processos de ancoragem dos alunos e construção de subsunçores. Destacamos a de reconciliação integrativa como um momento muito importante da UEPS, no qual os alunos tiveram a oportunidade de externalizar suas compreensões e, principalmente, suas dúvidas e incertezas, assim fazendo uma retomada dos conteúdos no sentido de organizar as ideias, interagindo com os novos conceitos/informações trabalhadas durante as aulas. Um ponto fulcral foi a proposição da construção dos mapas conceituais. Nela, os alunos conseguiram fazer bons mapas, com uma boa organização, relacionando os principais conceitos da Termodinâmica (calor, temperatura e energia, por exemplo).

Em seguida, foi aplicada uma prova pedagógica. Nela, solicitamos para os alunos que respondessem uma atividade que versava de questões relacionadas aos conhecimentos científicos de Termodinâmica. Contudo, ressaltamos que na nossa UEPS buscamos uma avaliação do discente em todos os passos e não somente nessa “prova” em específico. A análise dos dados desta atividade nos revelou que embora não representasse a totalidade dos alunos, os índices de aproveitamento das questões podem ser considerados como favoráveis, uma vez que percebemos ter ocorrido uma melhor assimilação do conteúdo nas respostas dadas pelos alunos no decorrer da UEPS.

Em geral, analisando a aplicação da UEPS, compreendeu-se que houve um entendimento do problema proposto. Na prova pedagógica, foi feita uma retomada de algumas questões da atividade inicial, assim pudemos verificar se houve possíveis mudanças. A análise permitiu algumas evidências de aprendizagem significativa às quais estavam relacionadas aos conceitos da Termodinâmica, por exemplo, na etapa de reconciliação integradora.

Contudo, mesmo que a atividade final mostre, em alguns casos, as concepções alternativas persistirem, esta pesquisa conclui que a unidade de ensino foi satisfatória ao tornar as aulas mais investigativas, lúdicas e significativas aos discentes. Enfim, trata-se de uma proposta metodológica que se apresenta não só como possibilidade de mediar a aprendizagem de um conteúdo específico, mas também de fazer com que o aluno desenvolva sua capacidade de analisar, de criar estratégias e de produzir significados.

Para finalizar, advertimos que esta pesquisa proporcionou para os alunos e para a professora-pesquisadora novos olhares sobre o ensino de Física, levando-nos a uma reflexão de por que estudá-la, de como ela tem sido ensinada na escola e como não deve ser ensinada. Percebe-se ainda, neste trabalho, que a apresentação contextualizada histórica-filosófica da Termodinâmica pode proporcionar uma melhor assimilação mais ampla e rica de seus conceitos.

Referências

- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Faccin, F., & Garcia, I. K. (2017). Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre temperatura. *Aprendizagem Significativa em Revista*. Santa Maria, UFSM. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID105/v7_n2_a2017.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.
- Krasilchik, M. (2000). *Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências*. São Paulo em perspectiva.
- Lemos, E. dos S. (2013). A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Série- Estudos - Periódico Do Programa De Pós-Graduação Em Educação Da UCDB*, (21). <https://doi.org/10.20435/serie-estudos.v0i21.291>
- Martins, A. F. P. (2012). História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. *Educ. Teoria Prática*, 05-25.
- Massoni, T. N., & MOREIRA, M. A. (2016). *Pesquisa qualitativa em educação em ciências: projetos, entrevistas, questionários, teoria fundamentada, redação científica*. São Paulo: Livraria da Física.
- Moreira, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Editora Universidade de Brasília, 2006.
- _____. (2011a). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- _____. (2011b) *A teoria e textos complementares*. Editora Livraria da Física. São Paulo.
- Nunes, J. M. V. (2014). Aprendizagem significativa: despertando a motivação intrínseca via história da matemática. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 4(2), 32-44.
- Souza, D. S. C., & Silva, B. V. C. (2022). Uma UEPS para discussão de conteúdos metacientíficos da termodinâmica na educação básica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 17(3), 153-183.