

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

DEBORA SAMIR CONCEIÇÃO DE SOUZA

**UEPS E A TERMODINÂMICA: UMA APLICAÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA
HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA**

**TERESINA
2021**

DEBORA SAMIR CONCEIÇÃO DE SOUZA

**UEPS E A TERMODINÂMICA: UMA APLICAÇÃO DIDÁTICA BASEADA NA
HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva

**TERESINA
2021**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cientista (1).....	13
Figura 2 – Cientista (2).....	13
Figura 3 – Cientista (3).....	14
Figura 4 – Cientista (4).....	14
Figura 5 – Objetos de madeira e de metal	17
Figura 6 – Materiais para o experimento.....	17
Figura 7 – Passo 1 do experimento.....	17
Figura 8 – Passo 2 do experimento.....	17
Figura 9 – Passo 3 do experimento.....	17
Figura 10 – Passo 4 do experimento.....	17
Figura 11 – Passo 5 do experimento.....	17
Figura 12 – Passo 6 do experimento.....	17
Figura 13 – Passo 7 do experimento.....	17
Figura 14 – Passo 8 do experimento.....	17
Figura 15 – Passo 9 do experimento.....	17
Figura 16 – Trabalho artesanal no século XVIII	22
Figura 17 – Máquina de Heron (<i>eolípila</i>).....	23
Figura 18 – Máquina térmica de Denis Papin	23
Figura 19 – Máquina térmica de Thomas Savery	24
Figura 20 – Máquina de Newcomen.....	25
Figura 21 – Máquina de James Watt	26
Figura 22– Cláudio Galeno	29
Figura 23 – Termoscópio de Galileu	29
Figura 24 – Os quatro elementos	30
Figura 25 – Conde Runford	31
Figura 26 – Exemplo de um Mapa Conceitual sobre “O Sol”	39
Figura 27 – Software utilizado para elaboração de quadrinhos.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese da UEPS	11
Quadro 2 – Etapas da atividade experimental	19
Quadro 3 – Eixo sociológico e histórico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC no texto I.....	20
Quadro 4 - Eixo epistemológico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC no texto I.....	20
Quadro 5 - Objetivos das questões do texto 1.....	26
Quadro 6 - Eixo sociológico e histórico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC. abordados no texto II.....	27
Quadro 7 - Eixo epistemológico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC. abordados no texto II.....	28
Quadro 8 – Objetivos das questões do Texto II.....	33

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	6
1.1 Alguns conceitos fundamentais das UEPS.....	7
2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA.....	10
2.1 Cronograma da UEPS para aplicação em sala de aula.....	11
2.2 Proposta de UEPS para ensinar Termodinâmica.....	12
2.2.1 Situação inicial: questionário de Conhecimentos prévio.....	12
2.2.2 Situações-problema: atividade experimental.....	16
2.2.3 Aprofundamento o conhecimento: o contexto histórico da Termodinâmica.....	19
2.2.4 Novas situações-problema: evolução dos conceitos de temperatura e calor.....	27
2.2.5 Diferenciação progressiva: exposição dialogado do conteúdo com uso de Slide.....	33
2.2.6 Reconciliação integrativa: retomada do conteúdo.....	38
2.2.7 Avaliação somativa individual: Prova escrita avaliativa.....	40
2.2.8 Encontro final integrador: confecção e apresentação de HQs.....	42
2.2.9 Avaliação da própria UEPS: Questionário final.....	43
3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 APRESENTAÇÃO

Caro professor(a), neste material, intitulado “**UEPS e a Termodinâmica**”: uma aplicação didática baseada na História da Ciência, apresentamos o Produto Educacional que é resultado da pesquisa realizada para a dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física, em parceria com a Universidade Federal do Piauí. A aplicação deste Produto Educacional é indicada, especialmente, para alunos da 2ª série do Ensino Médio.

As atividades desenvolvidas dentro do produto serão norteadas pelas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), fundamentadas na Aprendizagem Significativa de Ausubel, idealizada, neste trabalho, como uma alternativa para a construção do conhecimento de (e sobre) Termodinâmica.

A UEPS aborda uma sequência de aulas referentes ao conteúdo da Termodinâmica (transformações gasosas, as leis da Termodinâmica, transferência de energia, com um foco voltado aos 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 térmicas.

A UEPS da presente pesquisa funcionará, como afirma Moreira (2011), como estratégia facilitadora da aprendizagem por meio da utilização de experimentos, mapas conceituais, história em quadrinhos, questões problematizadoras, uso da História da Ciência, dentre outros.

Apresentamos todos os passos da unidade, tempo estimado para realização, os objetivos esperados, orientações para o professor, assim como o material utilizado para reproduzi-los com os alunos. Em todas as etapas são apresentadas orientações/sugestões de como trabalhá-los, mas que podem ser substituídas e/ou acrescentadas, sempre que necessário, para que se enquadrem a sua realidade escolar. O objetivo é que a UEPS seja apresentada com ferramentas e possibilidades que anseiem uma aprendizagem com significado para os nossos estudantes.

1.1 Alguns conceitos fundamentais das UEPS (MOREIRA, 2012)¹

Aprendizagem significativa: aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação.

Avaliação somativa: é aquela que busca avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem; é usualmente baseada em provas de final de unidade, em exames finais.

Conhecimento prévio: conceitos subsunçores, representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Diferenciação progressiva: como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunçor à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético.

Mapa conceitual: é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação; 10 essas palavras, que muitas vezes são verbos, são chamadas de conectores, conectivos,

¹Extraído de MOREIRA (2012). Disponível em: http://www.ariquemes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS_1490483223.pdf. Acesso em: 14 mai. 2020.

palavras de enlace. A ideia é que os dois conceitos mais o conectivo formem uma proposição em linguagem sintética. O mapa conceitual procura refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado. É importante não confundir com diagrama de fluxo, quadro sinótico, mapa mental e outros tipos de diagramas.

Material potencialmente significativo: o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais.

Organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente. Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a relacionabilidade entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio, mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado.

Reconciliação integrativa: do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva.

Situação-problema: significa tarefa, não necessariamente problema de fim de capítulo; pode ser a explicação de um fenômeno, de uma aparente contradição, a construção de um diagrama, as possibilidades são muitas, mas, independente de qual for a tarefa, é

essencial que o aprendiz a perceba como um problema. Por exemplo, não adianta propor um “problema” que o aluno perceba apenas como um exercício de aplicação de fórmula. Situações-problema e conceitualização guardam entre si uma relação dialética: são as situações que dão sentido aos conceitos, mas à medida que o sujeito vai construindo conceitos mais capaz ele fica de dar conta de novas situações, cada vez mais complexas. No ensino, as situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, mas é importante um certo domínio de um determinado nível de complexidade antes de passar ao próximo. Em tudo isso está implícito o conceito de campo conceitual proposto por Vergnaud (1990) como um campo de situações-problema, cujo domínio é progressivo, lento, com rupturas e continuidades.

2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

De acordo com Moreira (2011), as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas são sequências de ensino com uma fundamentação teórica, particularmente a da aprendizagem significativa de Ausubel, voltada diretamente ao contexto de sala de aula, preparadas para potencializar a aprendizagem.

Sua elaboração contempla alguns aspectos sequenciais (passos) que auxiliam o professor na elaboração dessas unidades, cabendo a ele buscar a melhor forma de segui-los e adaptá-los a sua realidade escolar:

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 em 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; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo;

8º passo: A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

2.1 Cronograma da UEPS para aplicação em sala de aula

Quadro 1 – Síntese da UEPS

DISCIPLINA: Física		SÉRIE/TURMA: 2ª Série do Ensino Médio		DURAÇÃO: 18 aulas
COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR NA UEPS:				
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.				
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.				
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.				
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.				
ETAPA	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, através de 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

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: A autora (2021).

2.2 Proposta de UEPS para ensinar Termodinâmica

2.2.1 Situação inicial: Questionário de Conhecimento prévio

Tempo estimado: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo: Averiguar os conhecimentos prévios dos discentes a respeito dos conceitos fundamentais da Termodinâmica (temperatura, calor, sensação térmica, energia interna, transferência de energia, trabalho) e de NdC.

Orientações ao professor:

Os alunos receberão um questionário e o professor deve apenas instruí-los que respondam da forma mais “sincera” possível sobre o que eles realmente conhecem, individualmente e sem qualquer tipo de consulta. Ao final da atividade, o questionário

será recolhido pelo professor que deve realizar uma análise minuciosa das respostas dadas para extrair os conhecimentos prévios dos alunos e as possíveis dificuldades. Esta atividade não deve ser avaliativa

QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTO PRÉVIO

1. Para você, o que é ciência? Quais os seus objetivos?
2. Você acha que uma teoria científica (como, por exemplo, a Mecânica Clássica, que vocês estudaram no primeiro ano), pode sofrer transformações (mudanças) com o passar dos anos? Explique.
3. Você acha que para ser cientista precisamos possuir um dom (ser um grande gênio)? Explique.



4. Você poderia citar nomes de estudiosos no campo da Física que já ouviu falar? Você saberia dizer quais foram suas contribuições?
5. Você conhece os cientistas abaixo? Quais os seus nomes e em que contribuíram?

Figura 1 – Cientista (1)²

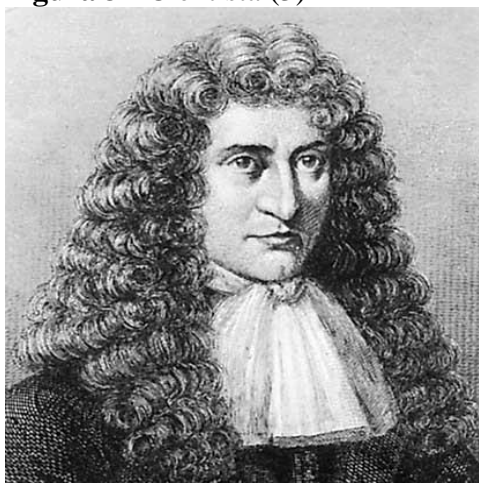


Figura 2 - Cientista (2)³



² Disponível em: <http://www.edubilla.com/inventor/thomas-savery>

³ Disponível em: <https://www.timetoast.com/timelines/hybrid-steam-engine>

Figura 3 - Cientista (3)⁴**Figura 4 - Cientista (4)**⁵

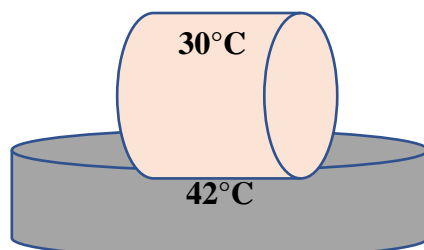
-
-
-
-
6. Para você, quais das alternativas abaixo está mais associado a existência de calor?
- a) Somente ambientes “quentes” possuem calor.
 - b) Toda as situações que ocorrem, necessariamente, transferência de calor.
 - c) A temperatura de um corpo.
7. Para se admitir a existência de calor:
- a) Basta um único corpo.
 - b) São necessários, pelo menos, dois corpos.
 - c) Basta um único corpo, mas ele deve estar “quente”.
8. 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.

⁴ Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Denis-Papin>

⁵ Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/ciencias/artigos/carnot.html>

- b) É uma forma de calor;
- c) A quantidade de calor que um corpo possui;
9. O que acontece quando colocamos água em uma panela sobre a chama do fogão? O que provoca tais efeitos?
10. Dois objetos de mesmo material e diferentes temperaturas, quando colocados em

contato:



- a) Passa calor do objeto de maior temperatura para o de menor temperatura
- b) Nenhum dos objetos passa calor ao outro.
- c) Passa calor do objeto de menor temperatura para o de maior temperatura
11. 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?
12. Dois objetos estão sobre uma mesa, um é de madeira e outro objeto é de metal (figura 5). Qual a relação entre as temperaturas dos dois objetos?

Figura 5 - Objetos de madeira e de metal



Fonte: https://br.freepik.com/fotos-premium/colheres-de-madeira-ralador-de-metal-e-toalha-de-mesa_4453401.htm

2.2.2 Situações-problema: Atividade experimental

Tempo estimado: 1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo: demonstrar o princípio de funcionamento das máquinas térmicas e introduzir os conceitos de pressão, calor e volume, através do experimento.

Orientações ao professor:

Neste encontro, tem-se a apresentação de uma atividade experimental (máquinas térmicas) que funciona como um organizador prévio, isto é, um material instrutivo e introdutório que deve ser apresentado antes do conteúdo propriamente dito. Seu principal objetivo é o de fazer ligações com o que aprendiz já sabe a uma nova informação, a fim de que o novo conhecimento possa ser aprendido significativamente (AUSUBEL, 1968).

Antes da apresentação do experimento, iniciar a abordagem do assunto questionando o que os alunos: o que você entende por “máquinas”? Como elas funcionam? Que tipo de máquinas você presencia no seu cotidiano? Esses questionamentos darão possibilidades de os conhecimentos prévios serem externalizados.

Essa atividade experimental consiste na construção de um modelo rudimentar de máquina térmica, aqui os alunos poderão observar alguns aspectos relativos ao funcionamento de uma máquina, bem como os conceitos envolvidos. O experimento deve ser conduzido pelo professor, utilizando apenas um aparato montado por ele. Porém, é importante que seja explicado aos alunos o processo de construção e a opção pelo uso de cada material.

Em seguida, os alunos devem ser orientados a fazerem discussões em grupos e responder algumas perguntas referente ao experimento que ao final serão recolhidas para correção.

Experimento: Construção de uma máquina térmica

Materiais:

- 2 Lata cilíndrica pequena com tampa (lata de refrigerante 350ml)
- Pregos de ferro grandes (4)
- Água
- Arame
- Martelo

- Base de madeira
- Lata de conserva
- Seringa descartável sem agulha
- Giz
- Álcool
- Fósforos

Procedimentos:

Figura 6 – Materiais para o experimento



Fonte: a autora (2021)

Figura 7- Passo 1 do experimento.



Figura 8 - Passo 2 do experimento.



Figura 9- Passo 3 do experimento.



Figura 10 - Passo 4 do experimento.



Figura 11 - Passo 5 do experimento.



Figura 12 - Passo 6 do experimento.



Passo 1: Em uma das latas cilíndrica pequena com tampa (lata de refrigerante 350ml), faça um furo na parte superior da lata e retire todo o líquido (use um prego pequeno).

Passo 2: Coloque um cilindro de metal no furo da garrafa, use o durepoxi para ajudar fixar.

Passo 3: Encha 1/3 da lata com água através do furo com auxílio de uma seringa (servirá de caldeira).

Passo 4: Use a outra lata cilíndrica (lata de refrigerante 350ml), para fazer um cata vento ou ventoinha, como o da figura d.

Passo 5: Com os pregos produza um suporte para a lata caldeira. Enfio-os na tábua de modo que na distância entre eles caiba a lata de conserva. Os outros 2 pregos serão o suporte para o cata vento e devem ser fixados a frente da lata que contém água (caldeira).

Passo 6: Coloque a lata de conserva (fornalha) entre os pregos que servirá de suporte a caldeira.

Passo 7: Coloque pedaços de giz na lata de conserva e adicione um pouco de álcool;

Passo 8: Posicione a caldeira no suporte com a fornalha embaixo e temos o aparato pronto (máquina).

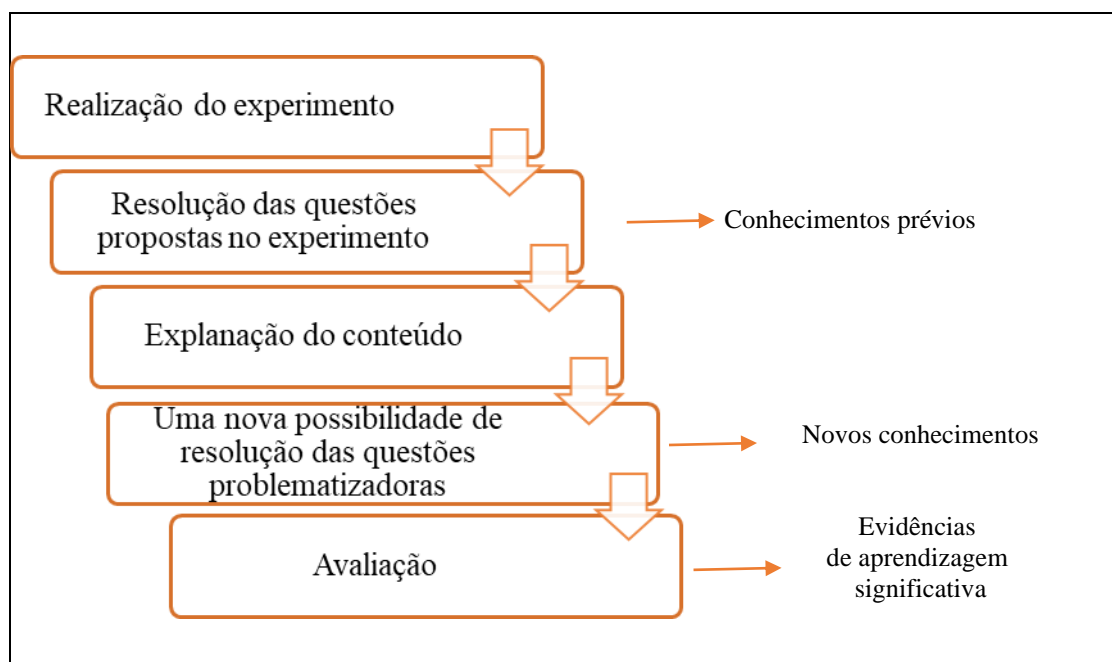
Passo 9: Coloque fogo na lata de conserva que contém água e aguarde alguns minutos; verifique o que acontece.

QUESTIONAMENTOS SOBRE O EXPERIMENTO

1. O que acontece quando a água é aquecida? Como você explicaria tais acontecimentos?
2. Você já observou no seu dia a dia algum aparelho que opera (funciona) similar a uma máquina térmica? Cite-os.
3. Você observou algum conceito da Física presente no experimento? Quais?

A avaliação desta atividade se dará posteriormente, quando for retomada, após a explanação dos conteúdos, onde os alunos terão uma nova oportunidade de resolver as questões, como uma espécie de pré-teste e pós-teste. O quadro abaixo descreve como a atividade experimental será avaliada.

Quadro 2 – Etapas da atividade experimental



Fonte: A autora (2021)

Tempo estimado: 3 aulas (aproximadamente 1h e 40 min)

Objetivo: Apresentar o contexto histórico da Termodinâmica e as conexões existentes

2.2.3 Aprofundamento o conhecimento: Apresentando o contexto histórico da Termodinâmica

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.

Orientações ao professor

A proposta desta aula é trabalhar a história da Termodinâmica, para isso é necessário conhecer o processo de desenvolvimento das máquinas a vapor no período da Revolução Industrial no século XVIII, por ser um recorte histórico essencial para o entendimento dessa Ciência. Propõem-se, então, a leitura, análise e discussão de um texto histórico.

Textos, dessa natureza, constituem um instrumento muito interessante quando se pretende trabalhar a História e a Filosofia da Ciência, além da possibilidade de discussões relacionadas à Natureza da Ciência.

Leitura do texto:

Primeiramente, recomenda-se que o docente solicite aos alunos uma leitura prévia e individual dos textos e que sintetize sua leitura através de resumos ou se preferirem, em diagramas, para isso a entrega dos textos devem acontecer em aulas anteriores (a leitura prévia deve ser feita extraclasse). A leitura dos textos deve ser no sentido de levar os estudantes a uma participação ativa, discutindo o conteúdo, argumentando, criando suas próprias hipóteses.

No encontro em sala de aula, o professor fará a leitura do texto “O contexto da Revolução Industrial e a Termodinâmica” para a turma que deverá acompanhar a mesma. A leitura também pode ser realizada pelos alunos em voz alta.

Resolução das questões referentes ao texto histórico

Ao final, reunidos em grupos (pode ser os mesmos grupos da atividade anterior), deverão responder as questões-problema entregues após a leitura do texto. As repostas devem ser coletadas ao final, e serão retomadas em um outro momento.

Nesta etapa, é importante que não haja nenhum tipo de intervenção docente.

No quadro a seguir, são apresentadas as possibilidades para trabalhar saberes da NDC a partir de temas e questões, como sugere Martins (2015)⁶, os quais ele os apresenta a partir de dois eixos principais: um eixo para discutir aspectos histórico e sociológico e outro para tratar de aspectos epistemológicos. Esses dois grandes eixos estão, obviamente, interrelacionados, como destaca o pesquisador no seu texto. Essas informações possuem o objetivo de oferecer subsídios ao docente que pretenda discutir estes aspectos posteriormente.

Dentro do eixo sociológico e histórico, poderiam ser discutidos, a partir da História da Termodinâmica, alguns temas e questões, tais como:

Quadro 3 - Eixo sociológico e histórico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC no texto I

Conteúdos físicos abordados	Exemplos de temas e questões de NDC	Temas e questões de NDC no episódio da termodinâmica
<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho; • Equilíbrio termodinâmico; • Transformação de energia; 	I. Influências históricas e sociais - Como o contexto histórico influencia a ciência?	I. Influências históricas e sociais - Como o contexto histórico da Inglaterra influenciou no desenvolvimento da

⁶ Para um maior detalhamento sobre a proposta de temas e questões da NDC, sugerimos a leitura do trabalho de Martins (2015).

<ul style="list-style-type: none"> Leis da Termodinâmica. 		Termodinâmica?
	II. Ciência e tecnologia - A ciência gera a tecnologia ou vice-versa?	II. Ciência e tecnologia - A Ciência da Inglaterra no século XVIII gerou alguma tecnologia ou vice-versa?
	III. Questões morais, éticas e políticas - De que modo a economia afeta e é afetada pela ciência?	III. Questões morais, éticas e políticas - De que modo a economia inglesa afetou ou foi afetada pelo desenvolvimento da Termodinâmica?

Fonte: Construído com base no texto de Martins (2015)

Quadro 4 - Eixo epistemológico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC no texto I

Conteúdos físicos abordados	Exemplos de temas e questões de NDC	Temas e questões de NDC no episódio da termodinâmica
<ul style="list-style-type: none"> Trabalho; Equilíbrio termodinâmico; Transformação de energia; Leis da Termodinâmica. 	I. Influências históricas e sociais - Como o contexto histórico influencia a ciência?	I. Influências históricas e sociais - Como o contexto histórico da Inglaterra influenciou no desenvolvimento da Termodinâmica?
	II. Ciência e tecnologia - A ciência gera a tecnologia ou vice-versa?	II. Ciência e tecnologia - A Ciência da Inglaterra no século XVIII gerou alguma tecnologia ou vice-versa?
	III. Questões morais, éticas e políticas - De que modo a economia afeta e é afetada pela ciência?	III. Questões morais, éticas e políticas - De que modo a economia inglesa afetou ou foi afetada pelo desenvolvimento da Termodinâmica?

Fonte: Construído com base no texto de Martins (2015)

Texto I:

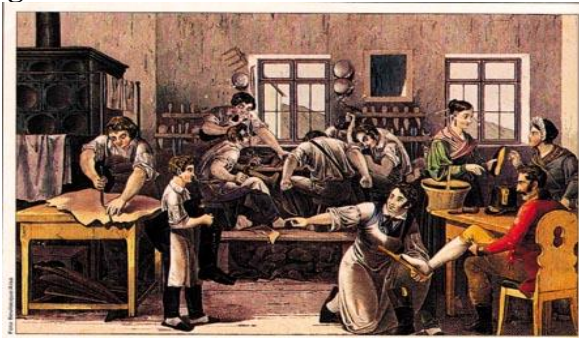
O contexto da Revolução Industrial e a Termodinâmica

O período referente aos séculos XVIII e XIX correspondem a uma fase de profundas mudanças econômicas, tecnológicas e, principalmente, sociais, na Europa.

Essas mudanças ficaram conhecidas como Revolução Industrial, marcada pela passagem de um sistema de produção agrário e artesanal para o de cunho industrial, assumido pela fábrica e pela maquinaria.

Até então, a maioria da população europeia vivia no campo e produzia apenas para satisfazer as necessidades domésticas, de maneira artesanal. O produtor era quem dominava todo o processo produtivo.

Figura 16 – Trabalho artesanal no século XVIII.



Fonte: <http://clioemdiscussao.blogspot.com/2012/10/turma-da-7-serie-tarefa-3-leia-o.html>.

Com o crescimento das atividades Industriais, veio junto o aumento da procura por matéria prima para a produção de carvão vegetal, a principal matriz energética da Inglaterra na época, que mais tarde tornou-se escasso. A alternativa foi a busca por novas fontes de energia: **o carvão mineral.**

Com a intensificação do consumo de carvão mineral e a crescente industrialização, teve-se a necessidade explorar cada vez mais as minas, algumas delas chegavam a ultrapassar o nível do mar e elas passavam a ter infiltrações nos estágios finais devido as profundas escavações cortarem os lençóis freáticos.

A princípio as máquinas a vapor desenvolveu-se na tentativa de resolver esse problema de engenharia nas reservas de carvão. Havia uma necessidade de um método que possibilitasse a retirada da água das minas. A partir de então, iniciou-se uma importantes estudos e pesquisas em busca das melhores técnicas para a elaboração de máquinas, que fossem capazes de bombear as águas que brotavam das minas.

Máquina a vapor é o nome dado a qualquer motor que funcione pela transformação de energia térmica em energia mecânica através da expansão do vapor de água. Começaram a se expandir e a serem largamente utilizadas a partir do século XVIII. Mas, sua história é remota.

A ideia de máquina a vapor já havia sido introduzida muito antes da Revolução Industrial, por Heron de Alexandria por volta do ano 120 a.C. Batizada por “*eolípila*”, a máquina de Heron era uma esfera de cobre com característica oca para que fosse colocado água dentro. A *eolípila* era colocada sobre o fogo, quando a água fervia, liberava vapor por dois canos torcidos, fazendo com que a esfera girasse. Porém, o

invento não teve nenhuma aplicação prática, a máquina de Heron, na época, foi apenas um símbolo de atração e diversão.

Figura 17 - Máquina de Heron (*eolípila*)



Fonte: <http://www.rm vapor.com.br/site/paginas/historia/>

Após a máquina de Heron; não há registro de uma outra até o ano de 1660, quando o físico francês Denis Papin (1647 – 1713) idealizou o que viria a ser uma máquina térmica, que usou vapor para impulsionar com um mecanismo de êmbolo e cilindro (sistema de embolo-pistão), com água condicionada no interior. Quando a água era aquecida, se transformava em vapor impulsionando o pistão. Também foi creditada a Papin o inventor de um aparelho semelhante à panela de pressão.

Figura 18 - Máquina térmica de Denis Papin.

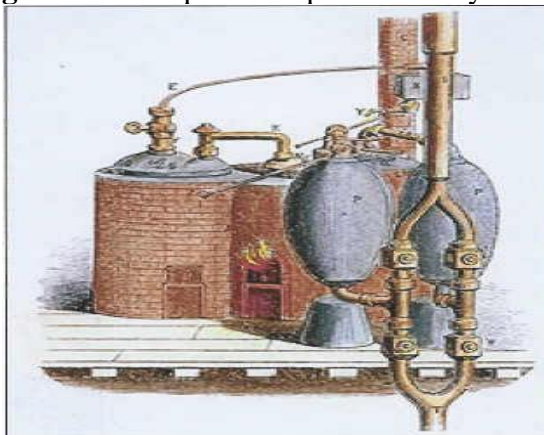


La Marmite de Papin exposée au Conservatoire des Arts et Métiers à Paris

Fonte: <https://ceticismo.net/ciencia-tecnologia/a-termodinamica/4/>.

Mas, foi o engenheiro militar Thomas Savery (1698) quem construiu a primeira máquina a vapor com interesse comercial. A máquina foi por ele batizada de “amiga dos mineiros” e visava a retirada de água dos poços de minas de carvão. Porém, tinha-se um olhar duvidoso quanto a eficiência da máquina de Savery, a relatos de muitas falhas e as minas inundavam e até mesmo explodiam devido ao uso de vapor de alta pressão. Mas, as indústrias precisavam constantemente de carvão e as minas não podiam parar.

Figura 19 - Máquina a vapor de Savery.

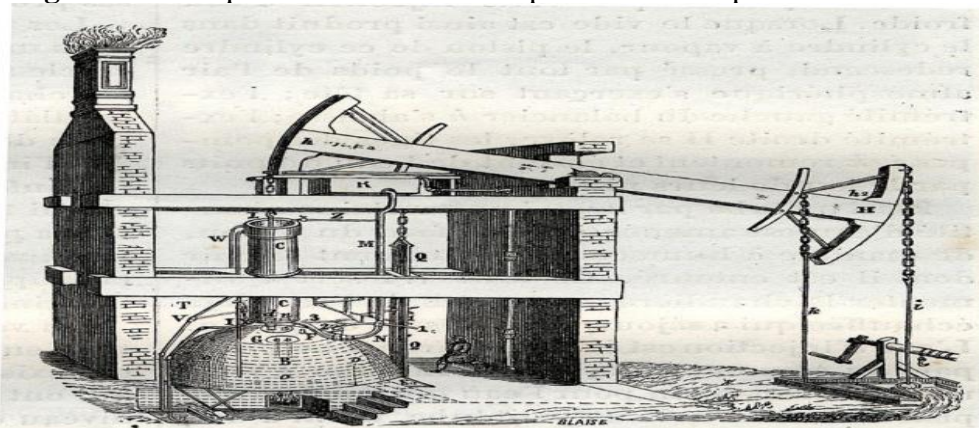


Fonte: <http://www.rmvapor.com.br/site/paginas/historia/>.

Então, surge a primeira máquina a vapor a baixa pressão, criada pelo ferreiro inglês Thomas Newcomen (1664-1729), por volta de 1712. Com o avanço da técnica, aperfeiçoou-se a máquina, que diferente de Savery, usou uma viga, que se assemelhava muito a uma gangorra.

Newcomen propôs um motor que se permitia a entrada de vapor e água fria de forma alternada, ou seja, o vapor adentrava por apenas um dos lados do êmbolo e a água era injetada pelo outro lado. A força motora era, então, gerada pela pressão do vapor de água. Apesar de avanços significativos na técnica das máquinas, há relatos que o motor apresentava um alto consumo de combustível no aquecimento da água.

Figura 20 - Máquina de Newcomen - a primeira viável para uso industrial.



Fonte: <https://culturacientifica.com/2017/05/16/la-maquina-vapor-1/>

Uma máquina bastante desenvolvida, originou-se no trabalho do engenheiro Escocês James Watt (1736-1819), que ao tomar conhecimento do motor de Newcomen, ficou bastante impressionado com a quantidade de calor necessária para pôr o mesmo em funcionamento. Watt logo percebeu que quando o vapor era resfriado no cilindro, perdia-se parte da energia, diminuindo, conseqüentemente o seu rendimento.

Deslumbrado com os fatos, buscou maneiras de aumentar a eficiência e minimizar os custos relativamente grandes de consumo de carvão utilizado como combustível.

Figura 21 - Máquina a vapor de James Watt



Fonte: <https://biblioteca.fe.up.pt>

James Watt chegou a patentear um novo modelo, uma máquina rotativa de ação dupla, que superou o modelo de máquina de Tomas Newcomen, a qual pela primeira vez permitiu o aproveitamento do vapor para impulsionar toda espécie de mecanismo. O uso do condensador diminuiu consideravelmente o desperdício de energia e, por consequência, melhorou a potência, a eficiência e a relação custo-benefício.

Até o século XVIII, o desenvolvimento das máquinas a vapor foi baseado em tentativas e erros. *“Os avanços na produção de potência motriz do calor tinham sido obtidos mais a partir de tentativas intuitivas com forte componente do acaso, e sem preocupação com uma sistematização teórica” (AURANI, 1986, Apud SANTOS, 2009, P. 59).*

QUESTIONAMENTOS DO TEXTO HISTÓRICO

1. Após a leitura do texto você poderia citar as principais características que marcaram a primeira Revolução Industrial?
2. Você acha que os investimentos destinados para a solução do problema do bombeamento da água das máquinas térmicas foram fundamentais para o

desenvolvimento da Termodinâmica ou os cientistas, naturalmente, resolveriam esses problemas sem esses recursos financeiros? Explique sua resposta.

3. Você pode citar nomes de cientistas, estudiosos e construtores de máquinas térmicas que se destacaram no período da primeira Revolução Industrial? Quais foram suas contribuições?
4. Com base no texto e no episódio histórico estudado, você acha que seria normal ou estranho os cientistas concordarem entre si durante o processo de construção de uma teoria científica? Explique.
5. Você acha que a Revolução Industrial colaborou de alguma forma para o desenvolvimento da Termodinâmica? Ou a Termodinâmica contribuiu para a Revolução Industrial? Ou ambos? Explique sua resposta.

Quanto a avaliação da compreensão, o professor pode fazer uma análise sucinta das respostas dadas pelos grupos de alunos as questões propostas. Para que fique mais claro o porquê as expectativas quanto a cada pergunta, no quadro abaixo, são mostradas, os objetivos de cada uma delas.

Quadro 5 - Objetivos das questões do texto 1.

QUESTÕES	OBJETIVOS
Questão 1	Discutir a influência dos fatores sócio/econômicos como determinantes para ocorrência da Revolução Industrial.
Questão 2	Discutir como a tecnologia, a economia e a ciência geraram impactos uma na outra.
Questão 3	Estimular a reflexão de ciência como construção humana e fruto de um trabalho coletivo, apresentando os nomes mais importantes no estudo e no melhoramento da técnica das máquinas.
Questão 4	Verificar como o aluno enxerga o desenvolvimento do conhecimento científico.
Questão 5	Compreender a influência da Revolução Industrial e dos fatores sócio/econômicos no desenvolvimento da Física, de forma geral, e da termodinâmica, de forma específica.

Fonte: A autora (2021).

2.2.4 Novas situações-problema: Texto II - Evolução dos conceitos de temperatura e calor

Tempo estimado: 3 aulas (aproximadamente 2h e 30 min)

Objetivo: Apresentar e discutir os aspectos, físicos, históricos e de NdC encontrados no texto II.

Orientações ao professor:

Leitura do texto:

Para aplicação dessa atividade, é importante que os textos sejam entregues aos estudantes em encontros anteriores, para realização de uma leitura prévia. O professor deve provocar a curiosidade dos alunos, fazendo uso de perguntas objetivas que os estimulem a leitura do texto. Essas perguntas podem ser mais diretas: Como você definiria o que é calor e temperatura? Seriam eles a mesma coisa? Calor é fluido ou substância? Em que se diferenciam essas duas teorias? Esses questionamentos propiciarão uma aproximação dos alunos com o conteúdo abordado no texto e possivelmente a melhor compreensão deste.

Na aula seguinte, o professor conduz uma leitura coletiva do texto junto aos alunos. Após a leitura, solicite a turma que formem grupos e fomente discussões e exposição de ideias entre eles sobre o entendimento do tema. As discussões serão feitas tomando como pano de fundo a controvérsia histórica relacionada à natureza do calor e a evolução técnica dos termômetros e sua influência nos estudos relacionados a temperatura.

Resolução das questões referentes ao texto histórico II

Em seguida os membros dos grupos responderão algumas perguntas acerca do texto, individualmente. Os textos possuem discussões relacionadas à evolução dos conceitos de calor e temperatura. As repostas devem ser coletadas ao final.

No quadro a seguir, são apresentadas as possibilidades para trabalhar saberes da NDC a partir de temas e questões, como sugere Martins (2015). Dentro do eixo sociológico e histórico, podem ser discutidos, a partir da História da **Evolução histórica dos conceitos de Temperatura e Calor**, alguns temas e questões, tais como:

Quadro 6 - Eixo sociológico e histórico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC, abordados no texto II

Conteúdos físicos abordados	Exemplos de temas e questões de NDC relativos à evolução histórica dos conceitos da temperatura e do calor	Temas e questões de NDC no episódio da evolução histórica dos conceitos da temperatura e do calor
	I. Ciência e tecnologia	I. Ciência e tecnologia

<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Calor • Discussão sobre a natureza do calor. 	<p>- A ciência gera a tecnologia ou vice-versa?</p>	<p>- Como o avanço dos estudos relativos evolução da técnica do termômetro influenciou no desenvolvimento da natureza do calor e do conceito de temperatura ?</p>
	<p>II. Controvérsias históricas e contemporâneas na ciência</p> <p>- Os cientistas podem discordar entre si? Quais as possíveis razões para a ocorrência de uma discordância?</p>	<p>II. Controvérsias históricas e contemporâneas na ciência</p> <p>- Como as divergências existentes entre as teorias do calor (fluido x substância contribuíram para os estudos a respeito desse fenômeno?</p>

Fonte: Construído com base no texto de Martins (2015)

No próximo quadro, apresentamos algumas perspectivas de se trabalhar este episódio da evolução histórica dos conceitos da temperatura e do calor em sala de aula.

Quadro 7 - Eixo epistemológico: exemplos de temas e questões para discussão de conteúdos de NDC. abordados no texto II

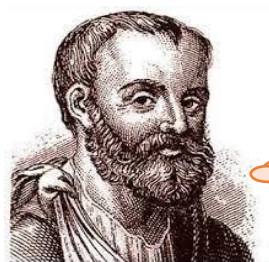
Conteúdos físicos abordados	Exemplos de temas e questões de NDC relativos à evolução histórica dos conceitos da temperatura e do calor	Temas e questões de NDC no episódio da evolução histórica dos conceitos da temperatura e do calor
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Calor • Discussão sobre a natureza do calor. 	<p>I. Papel da observação, experimentação, lógica, argumentos racionais e pensamento teórico</p> <p>- Todos esses aspectos têm peso igual na construção do conhecimento científico?</p>	<p>I. Papel da observação, experimentação, lógica, argumentos racionais e pensamento teórico</p> <p>- Aspectos como observação, experimentação, lógica, argumentos racionais e pensamento teórico, tiveram peso na construção e desenvolvimento dos conceitos da temperatura e do calor?</p>
	<p>II. Poder e limitações do conhecimento científico</p> <p>- O conhecimento científico é verdadeiro? Ele pode ser provado? Ele é definitivo ou pode sofrer alterações ao longo do tempo?</p>	<p>II. Poder e limitações do conhecimento científico</p> <p>- A partir do episódio histórico da Evolução histórica dos conceitos de Temperatura e da natureza do Calor, podemos responder se o conhecimento científico é verdadeiro? Ele pode ser provado? Ele é definitivo ou pode sofrer alterações ao longo do tempo?</p>

Fonte: Construído com base no texto de Martins (2015)

Texto II:**Evolução histórica dos conceitos de Temperatura e Calor**

Encontrar formas de medir a temperatura foi um desafio. Ela foi associada, por um longo período, a sensação de quente e frio. Mas, essas sensações podem ser enganosas, nos levando a conclusões precipitadas sobre a temperatura dos corpos.

Uma primeira tentativa de conceituar a temperatura surgiu nos tratados do médico e filósofo Galeno (129 -199), quando ele afirmava que:

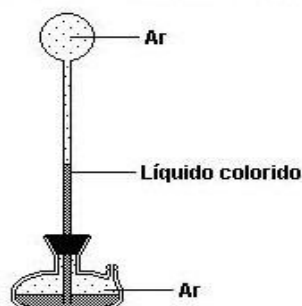
Figura 22 - Cláudio Galeno⁷

O corpo humano é formado por uma mistura de “quente e frio”, e o desequilíbrio de um deles determina os estados de doença.

Quando os tratados de Galeno foram traduzidos para o latim, a ideia de mistura de graus de calor (quente e frio) foi explicada pelo termo correspondente: temperatura. Assim, a ideia de temperatura é atribuída, supostamente, a Galeno.

As ideias sobre o que é temperatura são remotas. Assim, como as tentativas de medi-la, como já pudemos perceber. Provavelmente, a temperatura tenha sido a primeira grandeza a ser medida.

Em 1592, o filósofo natural Galileu Galilei (1564-1642) construiu o termoscópio rudimentar a ar, que consistia em um bulbo de vidro, contendo ar, conectado a um tubo também de vidro através de um pequeno orifício. A partir do termoscópio, emergiram vários termômetros.

Figura 23 – Termoscópio de Galileu

⁷ Disponível em: <http://www.mgpconsultoria.com.br/coaching/como-galeno-pode-me-ajudar-o-equilibrio-dos-quatro-temperamentos/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

Fonte: <https://pir2.forumeiros.com/t33659-conceitos-fundamentais>

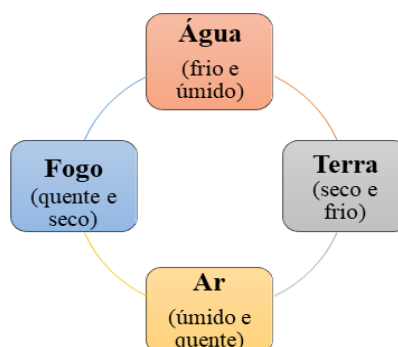
Até o século XVIII, já haviam sido catalogadas pelo menos 60 escalas termométricas. Dentre as escalas atualmente mais utilizadas, tem-se Celsius e Fahrenheit. O sueco Anders Celsius (1701-1744), lançou sua proposta para uma escala em meados do século XVIII, usando o ponto de ebulição da água em uma das extremidades (0°C) e, na outra extremidade, o seu ponto de ebulição (100°C). Inicialmente, atribuía o zero (0) para o ponto de vapor e cem (100) para o do gelo. Em 1714, Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) construiu termômetros a álcool e a base de mercúrio, usando como referência misturas de refrigerantes e o corpo humano para estabelecimento dos pontos fixos, depois dividiu-o em 96 partes. Mais tarde, Fahrenheit, utilizando uma mistura de água, gelo pilado, sal e amônia, definiu o ponto máximo de ebulição da água como sendo 212° F, e a temperatura de fusão do gelo, correspondente a 32° F.

E o calor ? É a mesma coisa que temperatura ?

Supostamente quem primeiro tentou entender os mistérios do “calor” foi o homem das cavernas, ao usar o fogo para se aquecer e cozinhar. Possivelmente, produzido pelo atrito entre galhos ou por choque entre pedras cujas faíscas provocadas incendiavam palhas secas. Para os filósofos gregos dos séculos VI, V e IV a.C, Empédocles, Aristóteles e outros, acreditavam que o fogo, ao lado da água, da terra e do ar, se unia em diferentes proporções para formar todas as coisas.

Essa ideia se sustentou por quase dois mil anos, incluindo-se nesse período os alquimistas, que admitiam ter o fogo um poder extraordinário. Aristóteles (384-322 a. C.) adotou a ideia dos quatro elementos e associou-lhes propriedades como frio e quente sendo duas das quatro qualidades primárias da matéria, junto da umidade e secura, além de adicionar um quinto elemento para explicar o mundo natural, o éter (a quinta essência), elemento constituinte dos corpos celestes, ao qual não é associada qualquer propriedade desse tipo.

Figura 24 – Os quatro elementos



Fonte: A autora (2021).

George Ernst Stahl (1660-1734) via o calor como uma substância, que denominou flogístico no início do século XVIII. Stahl propunha ser o flogístico, um elemento que possuía massa e que estava presente em todos os materiais combustíveis. Essa teoria foi contestada por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) no final do século XVIII.

Para descrever o elemento imponderável responsável pelo aquecimento dos corpos, por algumas reações e por outros fenômenos, Lavoisier introduziu o termo calórico. Na teoria do calórico, **o calor era uma substância fluida**, que permeava os corpos, indestrutível e que não podia ser criada. Junto com Pierre-Simon Laplace (1749-1827), eles fizeram importantes estudos sobre o calor liberado na combustão. O médico escocês Joseph Black (1728-1799), assim como Lavoisier, entendia o fluido calórico como uma substância que podia combinar-se quimicamente com a matéria. Segundo ele, quando entre o corpo e o calórico havia uma simples mistura, a temperatura aumentava, sendo perceptível a presença do calor, o qual ele chamou de calor sensível.

Mesmo suas ideias não correspondendo a realidade, como ficaria mostrado mais tarde, Black teve o mérito de entender o calor como uma quantidade, definindo a unidade até hoje usada para medi-lo: **a caloria**. Introduziu ainda os importantes conceitos de capacidade térmica e calor específico. Com as contribuições de Black, era cada vez mais necessária uma teoria capaz de explicar o calor.

A ideia atual de que o calor é energia nasceu com Benjamin Thompson (1753-1814), o conde Rumford, que contestou a teoria do calórico ao ter a ideia de que o calor era um tipo de movimento interno de um corpo material e que pode demonstrar quando estava trabalhando na Alemanha, na perfuração de canhões. Rumford, percebeu que o aumento de temperatura que ocorria no material perfurado só poderia vir da energia mecânica das brocas.

Rumford fez a seguinte observação:

Figura 25 – Conde Runford



Conde Rumford

Tendo estado ultimamente ocupado na superintendência da perfuração de canhões, nas oficinas de Arsenal militar de Munique, fiquei impressionado com o grau muito considerável de calor que um canhão de bronze adquire, em um curto tempo, ao ser perfurado, e com o calor ainda mais intenso das aparas metálicas dele separadas pela furadeira.

Fonte: <http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/10/comentarios-sobre-entrevista-com-o.html>

“Ao girar, a broca agitava as partículas constituintes do canhão, produzindo calor. Esse calor podia ser produzido indefinidamente, enquanto a broca estivesse funcionando, ao contrário do que podia esperar com uma quantidade finita de calórico no canhão” (QUADROS, 1996, p. 50).

O químico inglês Humphry Davy (1778-1829) viu que o calor como calórico não se sustentava, quando fez a experiência de esfregar dois pedaços de gelo a uma temperatura abaixo do ponto de congelamento, o gelo derreteu. A teoria do calórico não conseguia explicar tais resultados.

Uma das principais causas que fez com que a teoria do calórico fosse abandonada, talvez tenha sido os estudos do médico alemão Julius Robert Mayer (1814-1878) ao determinar a equivalência entre calor e energia mecânica em 1842 e, com mais precisão, por James Prescott Joule (1818-1889), em 1843, ao propor um aparato experimental para medir a relação entre trabalho e calor. O relacionamento definitivo da energia térmica com a energia cinética das moléculas só foi estabelecido em 1857 pelo físico alemão Rudolph Clausius (1822-1888).

QUESTIONAMENTOS DO TEXTO

1. Após a leitura do texto, 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.
2. O termômetro sofreu um grande processo evolutivo desde as primeiras tentativas de medir o calor até os dias atuais. Vimos no texto que houve inclusive uma mudança das substâncias termométricas utilizadas. Quais foram estas substâncias e os motivos dessas mudanças? Por que houve a necessidade de elaboração de escalas de temperatura?
3. Quando foi que o modelo do calórico começou a ser questionado? Que fatores contribuíram para essa contestação? Você acha que, realmente, existia necessidade desse novo modelo? Explique sua resposta.

Discutindo as respostas

Nesta etapa, é importante que haja intervenção por parte do professor para discussão das respostas apresentadas pelos estudantes aos questionamentos, e para tirar as dúvidas sempre que houver.

Esse momento é essencial para o resgate dos conhecimentos prévios encontradas no questionário inicial e na atividade experimental e trabalhá-las colateralmente as apresentadas na HC.

Quanto a avaliação da atividade, o professor pode valer-se das exposições verbais apresentadas em grupos e individualmente, através das questões dissertativas que deverão ser respondidas sobre o texto apresentado e da coerência das respostas. Para que fique mais claro as expectativas quanto a cada pergunta, no quadro abaixo, são mostradas, os objetivos esperados de cada uma delas.

Quadro 8 - Objetivos das questões do Texto II.

QUESTÕES	OBJETIVOS
Questão 1	Verificar as ideias e as percepções dos alunos relacionadas à natureza do calor e da temperatura.
Questão 2	Verificar como o aluno enxerga o desenvolvimento do conhecimento científico
Questão 3	Apresentar a Ciência aos alunos, como dinâmica e sujeita a mudanças a partir das contribuições de Rumford na derrubada de uma teoria e formação de novas.

Fonte: A autora, 2020.

2.2.5 Diferenciação progressiva: Exposição dialogado do conteúdo com uso de Slide

Tempo estimado: 3 aulas (aproximadamente 2h e 30 min)

Objetivo: Apresentar as Leis da Termodinâmica de forma, que os alunos compreendam o conceito de energia interna de um gás ideal e sua variação nas transformações termodinâmicas, trabalho e o rendimento de uma máquina térmica.

Orientações ao professor:

Nesta etapa, tem-se a sequência de apresentação de slides utilizadas como auxílio na condução do conteúdo que será realizado de forma expositiva e dialogada.



FÍSICA
2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Chamamos de **1ª Lei da Termodinâmica** o princípio da *conservação de energia* aplicada à termodinâmica. Assim, o calor fornecido ou retirado (Q) de um sistema resultará na realização de trabalho (δ) e na variação da energia interna do sistema (ΔU). Ou seja, expressando matematicamente:

$$Q = \delta + \Delta U$$

Sendo todas as unidades medidas em Joule (J)

Na Primeira Lei da Termodinâmica, usamos conceitos como energia interna, calor e trabalho, que são pertinentes ao âmbito das máquinas térmicas (aplicações tecnológicas de fundamental importância para a Termodinâmica).



FÍSICA
2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

$$Q = \delta + \Delta U$$

ΔU – variação de energia interna (cal ou J)

Q – calor (cal ou J)

τ – trabalho (cal ou J)

Para usarmos essa fórmula, precisamos nos atentar para algumas regras de sinais:

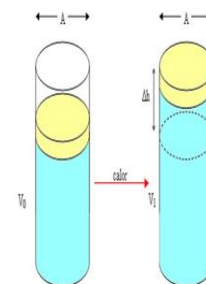
Calor	Trabalho	Energia Interna	$Q//\Delta U$
Recebe	Realiza	Aumenta	> 0
Cede	Recebe	Diminui	< 0
não troca	não realiza e nem recebe	não varia	$= 0$

FÍSICA
2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de um gás

Considere um gás de massa m contido em um cilindro com área de base A , provido de um êmbolo.

Ao ser fornecida uma quantidade de calor Q ao sistema, este sofrerá uma expansão, sob pressão constante, como é garantido pela Lei de Gay-Lussac, e o êmbolo será deslocado.



Assim como para os sistemas mecânicos, o trabalho do sistema será dado pelo produto da força aplicada no êmbolo com o deslocamento do êmbolo no cilindro:

$$\tau = F \cdot \Delta h$$

Mas:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p \cdot A = F$$

Então:

$$\tau = p \cdot A \cdot \Delta h$$

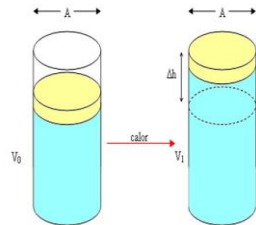
Mas:

$$\Delta V = A \cdot \Delta h$$

Então:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

$$\tau = p \cdot (V_f - V_0)$$



Assim, o trabalho realizado por um sistema, em uma transformação com pressão constante, é dado pelo produto entre a pressão e a variação do volume do gás.

Quando:

- o volume aumenta no sistema, o trabalho é positivo, ou seja, é realizado sobre o meio em que se encontra (como por exemplo empurrando o êmbolo contra seu próprio peso);
- o volume diminui no sistema, o trabalho é negativo, ou seja, é necessário que o sistema receba um trabalho do meio externo;
- o volume não é alterado, não há realização de trabalho pelo sistema.

Energia Interna (U)

A energia interna de um gás está diretamente relacionada com sua temperatura. Assim, uma variação na temperatura do gás indicará variação de sua energia interna (ΔU). **Para moléculas monoatômicas, tem-se:**

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

n – número de mols do gás;
R – constante universal dos gases (8,31 J/mol.K);
T – temperatura do gás.

TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

Numa **transformação isotérmica**, todo calor trocado pelo gás (Q), recebido ou cedido, resultará em trabalho (δ). Uma vez que **não há variação de temperatura**, também não há variação de energia interna (ΔU).

Temperatura constante Energia do gás não muda:

$$U_f = U_i \rightarrow \Delta U = 0$$

$$\Delta U = Q - \tau$$

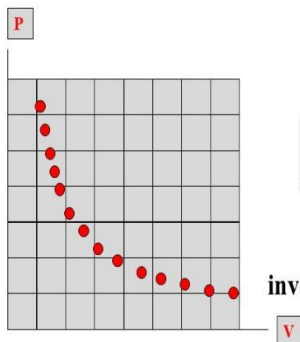
$$0 = Q - \tau$$

$$Q = \tau$$

Empurrar ou puxar bomba de encher pneu vedada devagar

Todo calor absorvido pelo gás se transforma em trabalho (não significa que não há perdas!)

GRÁFICO DA TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA



$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Pressão e Volume são inversamente proporcionais

TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

Mantemos constante a **PRESSÃO** e modificamos a temperatura absoluta e o volume de uma massa fixa de um gás.

Pressão constante

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

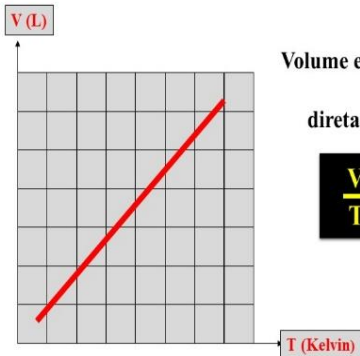
$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\Delta U = Q - p \cdot \Delta V$$

Sacola vedada, frouxa, com peso em cima, ao sol ou na geladeira.

Se o gás realizar mais trabalho que receber calor, então sua energia interna diminuirá e vice-versa.

GRÁFICO DA TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA



Volume e Temperatura Absoluta são diretamente proporcionais

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA

Numa **transformação isovolumétrica**, todo calor recebido ou cedido (Q) pelo gás será transformado em variação da sua energia interna (ΔU). Como não há variação de volume, também não há realização de trabalho (δ).

Volume constante

Não realiza trabalho $\rightarrow T = 0$

$$\Delta U = Q - \tau$$

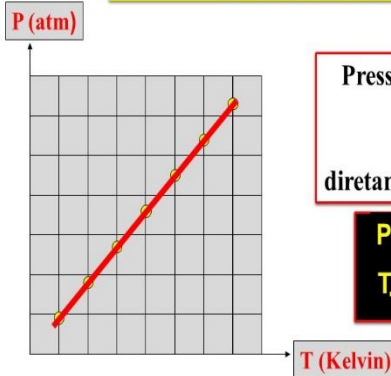
$$\Delta U = Q - 0$$

$$\Delta U = Q$$

Todo calor absorvido pelo gás fica nele mesmo, aumentando sua energia interna, e vice-versa!

Panela de pressão vedada com ar dentro, ao fogo ou na geladeira.

GRÁFICO DA TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA



Pressão e Temperatura Absoluta são diretamente proporcionais

$$\frac{P}{T} = \text{constante}$$

TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

Numa **transformação adiabática**, não ocorre troca de calor (Q) do gás com seu entorno. Assim, todo trabalho (δ) realizado pelo gás ($\delta > 0$) ou sobre o gás ($\delta < 0$) resultará na variação de energia interna (ΔU).

Não há troca de calor com o meio (ou é rápido, ou está isolado)

$$Q = 0$$

$$\Delta U = 0 - \tau$$

$$\Delta U = -\tau$$

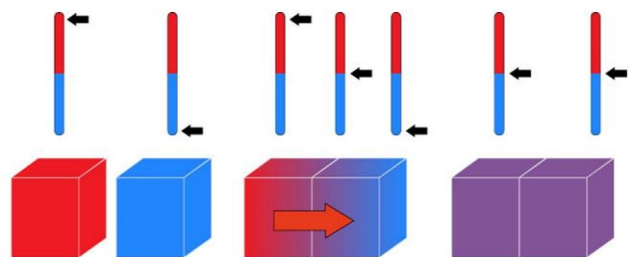
Quando o trabalho é positivo (realizado pelo gás) observamos uma diminuição da temperatura. Quando o trabalho é negativo (realizado sobre o gás) observamos um aumento na temperatura. (clique para ver animação e fique atento a marcação do termômetro)

Em resumo...

TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA	\rightarrow	$Q = \tau$
TRANSFORMAÇÃO ISOVOLUMÉTRICA	\rightarrow	$\Delta U = Q$
TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA	\rightarrow	$\Delta U = Q - \tau$
TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA	\rightarrow	$\Delta U = -\tau$

2ª Lei da Termodinâmica

Sabemos que os corpos trocam calor quando estão a temperaturas diferentes e são colocados em contato em um mesmo ambiente (sistema isolado) e, depois de certo tempo, alcançam o equilíbrio térmico.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-termico.htm>

2ª Lei da Termodinâmica

As primeiras máquinas a vapor, basicamente, transformavam uma parte do calor cedido pelo vapor de uma caldeira em trabalho, com a finalidade de drenar água das minas de carvão na Inglaterra.

Sadi Carnot, estudou o funcionamento dessas máquinas e chegou a conclusão “que é impossível que uma máquina térmica cíclica converta integralmente calor em trabalho, ou seja, o rendimento (η) de uma máquina nunca será 100%”.

“Para que um sistema realize conversões de calor em trabalho, ele deve realizar ciclos entre uma fonte quente e fria, isso de forma contínua. A cada ciclo é retirada uma quantidade de calor da fonte quente, que é parcialmente convertida em trabalho e a quantidade de calor restante é rejeitada para a fonte fria.”

Sadi Carnot



Fonte:

<http://www.miniweb.com.br/ciencias/artigos/carnot.html>

2ª Lei da Termodinâmica

Além de Carnot, Rudolf Clausius contribuiu para que a Segunda Lei fosse formulada. Dessa forma, temos a seguir o enunciado que define a **Segunda Lei da Termodinâmica**:

“O fluxo de calor ocorre espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. O inverso seria uma transformação forçada, que dependeria do fornecimento de energia ao sistema para que ela ocorresse”.

2ª Lei da Termodinâmica

Conclui-se que sempre deverá existir energia térmica sendo rejeitada para a fonte fria (corpo com temperatura menor). Se a fonte fria não existisse para receber esta energia, não seria possível a saída de energia térmica da fonte quente (corpo com temperatura maior).



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/>

Rendimento de uma máquina térmica

O rendimento de uma máquina é definido pelo percentual de calor transformado em trabalho.

$$\eta = \frac{\tau}{Q_q} \cdot 100$$

Como o trabalho é definido por $\delta = Q_q - Q_f$, então...

$$\eta = \frac{Q_q - Q_f}{Q_q} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}$$

Se a máquina operar em ciclos de Carnot, teremos:

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_q}$$

REFERÊNCIAS

Só Física. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Termodinamica/trabalho.ph>. Acesso em: 05 abril. 2020.

Brasil escola. Disponível em: <https://brasilestudo.uol.com.br/fisica/primeira-lei-da-termodinamica.htm>. Acesso em: 05 abril. 2020.

SlideShare. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/natyloyra/a-1-lei-da-termodinamica>. Acesso em: 05 abril. 2020.

SlideShare. Disponível em: https://pt.slideshare.net/EstudeMais/estudo-dos-gases-28009497?qid=2b843a28-fc84-40c3-8add-3d09b0cf15cf&v=&b=&from_search=3. Acesso em: 07 abril. 2020.

2.2.6 Reconciliação integrativa: retomada do conteúdo

Tempo estimado: 2 aulas

Objetivo Fazer a retomada dos conteúdos em aspectos mais gerais, apresentar suas relações, semelhanças e diferenças

Orientações ao professor:

Este é um momento muito importante da UEPS, aqui o professor poderá fazer uma retomada dos conteúdos, no sentido de organizar as ideias dos alunos após as etapas anteriores, correções de atividades, revisão da atividade experimental, discussão de alguns aspectos relevantes, principalmente do texto I por não ter havido intervenção docente. Para isso é fundamental que os alunos sejam estimulados a externalizarem seus conhecimentos prévios, para que possam interagir com os novos conceitos/ informações trabalhadas durante as aulas.

Alguns aspectos relevantes a discussão:

- Discutir com os alunos como funciona uma máquina térmica, os fenômenos físicos presentes, suas aplicações e importância no nosso cotidiano. Enfatizar que atualmente há vários tipos de motores e como seria a vida das pessoas atualmente caso estes não existissem ou de repente parassem de funcionar. Fazer a diferenciação de conceitos, como o de calor e temperatura, dentre outros.

Discutir alguns aspectos relativos à História da Termodinâmica:

- Comentar que a ideia de máquina a vapor remota a Antiguidade, com o invento de Heron de Alexandria;
- A influência da Revolução Industrial e de acontecimentos sociais da época para o desenvolvimento da Termodinâmica;
- As máquinas como determinantes para o desenvolvimento da ciência Termodinâmica.

Discutir alguns aspectos relativos a NdC presentes nos textos, como:

- O conhecimento científico é dinâmico;
- A ciência e a tecnologia geram impacto uma na outra;
- Influência de fatores extracientíficos.
- A ciência é parte de tradições sociais e culturais;
- O mito das grandes descobertas individuais, dentre outros.

Retomado os encontros e tirado as possíveis dúvidas dos alunos, o professor solicita para a turma, dividida em grupos já previamente acertados, uma discussão pertinente aos conteúdos estudados e construam **Mapas Conceituais**.

Mapa conceitual é um diagrama que indica relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representá-las. são propostos como uma estratégia potencialmente facilitadora de uma aprendizagem significativa.

Na Figura X, disposta a seguir, tem-se um exemplo de um mapa conceitual a ser utilizado pelo professor para ensinar os alunos a construírem os seus, caso estes ainda não tenham conhecimento da ferramenta.

Figura 26 – Exemplo de um Mapa Conceitual sobre “O Sol”



Fonte: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/4/a-utilizacao-dos-mapas-conceituais-como-ferramenta-didatica-nas-licenciaturas-de-fisica-e-matematica-do-cederj>

Esta etapa pode ser realizada em sala de aula ou extraclasse, de forma manual ou caso haja disponibilidade e tempo, utilizando computadores com o auxílio do software gratuito *Cmap Tools*⁸. Sugere-se que posteriormente a construção dos mapas, tenha-se a apresentação dos mapas conceituais para a turma. A apresentação ajudará os mesmos a se dar conta de seus erros e acertos.

⁸ O CmapTools é um software de mapeamento de conceitos.

Esse tipo de mapa não é autoexplicativo, além de recolhê-los e analisá-los cuidadosamente, o professor pode estar registrando as apresentações dos grupos através de filmagens ou anotações no diário de bordo.

2.2.7 Avaliação somativa individual: Prova pedagógica

Tempo estimado: 1 aula

Objetivo: Avaliar a capacidade dos alunos na resolução de problemas números e conceituais.

Esta prova pedagógica, que consiste em questões relacionadas aos conhecimentos científico e histórico sobre a Termodinâmica. Contudo, ressaltamos, que na nossa UEPS buscamos uma avaliação do discente em todo os passos e não somente nessa “prova”, em específico. O professor poderá adaptá-la, se necessário.

PROVA PEDAGÓGICA

Alun@: _____

Série/Turma: _____

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

- a) Somente ambientes “quentes” possuem calor.
- b) Toda as situações que ocorrem, necessariamente, transferência de calor.
- c) A temperatura de um corpo.

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%

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.

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.

5. Em uma sala de aula totalmente fechada há um ar condicionado ligado a energia elétrica. Com a finalidade de resfriar a sala, o professor, que nela se encontra, liga ar, mantendo a porta aberta. Você acha que esse objetivo será alcançado? Explique.

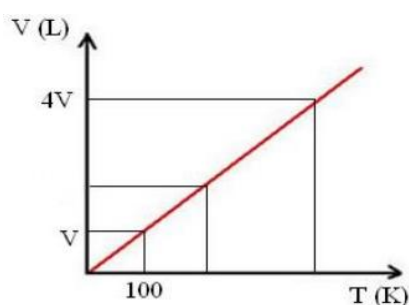
6. (FMPA-MG) Sobre um gás confinado em condições ideais podemos afirmar corretamente que:

- a) numa compressão isotérmica o gás cede calor para o ambiente.
- b) aquecendo o gás a volume constante sua energia interna permanece constante.
- c) numa expansão adiabática, a temperatura do gás aumenta.
- d) numa expansão isobárica, a temperatura do gás diminui.
- e) quando o gás sofre transformações num ciclo, o trabalho resultante que ele realiza é nulo.

7. O termômetro sofreu um grande processo evolutivo desde as primeiras tentativas de medir o calor até os dias atuais. Vimos no texto que houve inclusive uma mudança das substâncias termométricas utilizadas. Quais foram estas substâncias e os motivos dessas mudanças? Por que houve a necessidade de elaboração de escalas de temperatura?

8. Você acha que a Revolução Industrial colaborou de alguma forma para o desenvolvimento da Termodinâmica? Ou a Termodinâmica contribuiu para a Revolução Industrial? Ou ambos? Explique sua resposta.

9. (IFPE – 2019) Em uma transformação isobárica, certo gás ideal obedece ao gráfico abaixo.



A temperatura, quando o gás quadruplicar seu volume inicial, será

- a) 200 K
- b) 400 K
- c) 800 K
- d) 500 K
- e) 1000 K

10. (Enem) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3700 metros de altitude, onde disputará o torneio Inter América. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.

Adaptado de revista Placar, fevereiro, 1995.

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- a) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- b) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- c) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- d) menor pressão e maior temperatura.
- e) maior pressão e menor temperatura.

2.2.8 Encontro final integrador: confecção e apresentação de HQs

Tempo estimado: 2 aulas

Objetivo: Conhecer as assertivas dos alunos acerca de situações cotidianas que envolvem conceitos de calor e temperatura, no intuito de desmistificar algumas ideias existentes, discutindo e diferenciando os dois conceitos.

Orientação ao professor:

Para dar início a essa atividade de elaboração das histórias em quadrinhos, primeiramente, é necessário que se pesquise softwares para a produção das histórias. Neste trabalho usamos uma de domínio público chamado “Pixton”, o qual apresenta vários quesitos interessantes, como uma variedade de personagens, cenários, cores, entre outros. Além disso, este é um software livre e de fácil acesso. Para tanto, a turma deve ser organizada em grupos os quais utilizaram computadores conectados à internet (em situações que o acesso à internet

seja limitado, há possibilidades de a atividade ser realizada manualmente). A figura abaixo apresenta a página inicial do software Pixton.

As HQS podem ser utilizados de maneiras distintas, seja para apresentar um conteúdo ou mesmo como instrumento avaliativo do conhecimento.

Figura 27 - Software utilizado para elaboração de quadrinhos.



Fonte: <https://www.pixton.com/br/>

2.2.9 Avaliação da própria UEPS: Questionário final

Tempo estimado: 1 aula

Objetivo: Verificar a validade da proposta de ensino.

Papel do professor:

Esta etapa é de extrema importância em uma UEPS. Pois, a partir dela, o professor terá um feedback dos alunos acerca da UEPS.

AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DA UEPS

Alun@: _____

Série/Turma: _____

1. Como você avalia os encontros que tivemos para realizar estas atividades?

Ruim () Regular () Bom () Muito bom ()

2. Qual dos recursos utilizados você acredita que mais lhe auxiliou no aprendizado? Justifique.
3. Você acha que a forma como as atividades foram apresentadas e trabalhadas facilitou a compreensão dos conteúdos? Comente.
4. A partir das aulas e dos conteúdos estudados, você consegue fazer ou perceber conexões com situações do dia a dia? Comente.
5. Você notou mudança em algum conhecimento que você já possuía acerca de um determinado conteúdo, conceito ou mesmo teoria? Se possível explique e exemplifique.
6. O que poderia melhorar nas atividades desenvolvidas? Deixe alguma sugestão ou comentário sobre as aulas de Termodinâmica.
7. A partir das aulas e da metodologia utilizada, o que você pensa a respeito do uso da História da Ciência no ensino?
8. A UEPS apresentada mudou de alguma forma a sua visão a respeito da Física? Explique sua resposta.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

A UEPS apresentada por si só não garante a eficiência do processo de ensino e aprendizagem, tão pouco tem essa pretensão. No entanto, o produto educacional proposto tem como objetivo, apresentar algumas possibilidades aos professores de como tornar o ambiente de sala de aula investigativo e favorável a aprendizagem significativa.

A UEPS foi elaborada de acordo com as orientações de Moreira (2011), trazendo diferentes atividades planejadas, visando dar condições aos alunos de externalizarem seus conhecimentos prévios, pensar, de expor suas opiniões, debatê-las e defendê-las mediante os colegas e o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico. A inserção de atividades de História da Ciência, atividades experimentais, história em quadrinhos, questões problematizadoras, mapas conceituais, traz uma nova perspectiva para o ensino, como os de preparar os alunos, não apenas para realizar provas preestabelecidas e passar no vestibular, mas possibilitar o desenvolvimento de competências, habilidades, conceitos e compreensão dos fenômenos da Física, da história e epistemologia da Ciência.

No que diz respeito ao tema abordado, acreditamos ser indispensável e necessário, percebemos que nossos alunos apresentam dificuldades em temas relacionados a Termodinâmica, e tão pouco compreendem suas aplicações no dia a dia. A inserção da História e Filosofia da Ciência na proposta foi a de buscar dar significado ao ensino dessa Ciência.

Mesmo com todos os recursos utilizados nesta UEPS, não se pode esperar que a aprendizagem seja de imediato. Os alunos apresentam limitações distintas, que requerem o uso de diferentes abordagens para as suas aprendizagens. Mas, acreditamos que a inserção da HFC pode ser uma ferramenta importante para auxiliar o aluno a compreender os fenômenos físicos, pois pode dar possibilidades de estes vivenciarem uma nova perspectiva de ensino de Física, melhorando, assim, as suas visões sobre a Ciência e o seu ensino.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 05 jul. 2020.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem Significativa: a teoria e texto complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.

_____. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: http://www.profjudes.unir.br/uploads/444444444/arquivos/TAS_1490483223.pdf. Acesso em: 12 jul. 2020.

SANTOS, Zanoni Tadeu Saraiva dos. **Ensino de Entropia: um enfoque histórico e epistemológico**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

QUADROS, Sergio. *A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas*. São Paulo: Editora Scipione, 1996.