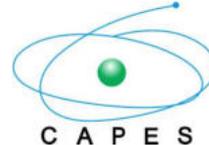




**UESB**  
Universidade Estadual  
do Sudoeste da Bahia

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**A DIVERSIDADE DO CLIMA NAS CIDADES BAIANAS -  
UMA ABORDAGEM DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA UM  
PASSEIO PELA TERMODINÂMICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**LAILA SILVA ALVES**

**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA**

**2024**

LAILA SILVA ALVES

**A DIVERSIDADE DO CLIMA NAS CIDADES BAIANAS -  
UMA ABORDAGEM DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA UM  
PASSEIO PELA TERMODINÂMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro  
Coorientador (a): Dr. Cristina Porto Gonçalves

VITÓRIA DA CONQUISTA/BA  
2024

A48d

Alves, Laila Silva.

A diversidade do clima nas cidades baianas – uma abordagem dos Três Momentos Pedagógicos para um passeio pela termodinâmica. / Leila Silva Alves, 2024.

139f.; il. color.

Orientador (a): Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2024.

Inclui referência F. 134 - 136.

Contem produto educacional.

1. Fenômenos climáticos. 2. Três Momentos Pedagógicos. 3. Física. 4. Termodinâmica. I. Castro. Luizdarcy de Matos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. III. T.

CDD 530.07

**Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134**  
Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL  
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
Área de concentração: Ensino de Física



**A DIVERSIDADE DO CLIMA NAS CIDADES BAIANAS – UMA ABORDAGEM DOS TRÊS  
MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA UM PASSEIO PELA TERMODINÂMICA**

AUTORA: LAILA SILVA ALVES

DATA DE APROVAÇÃO: 23 DE AGOSTO DE 2024

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

  
PROF. DR. LUIZDARCY DE MATOS CASTRO  
PRESIDENTE DA BANCA EXAMINADORA/ORIENTADOR

  
PROF. DR. CARLOS TAKIYA  
EXAMINADOR INTERNO

  
PROFA. DRA. ROBERTA D'ANGELA MENDUNI BORTOLOTTI  
EXAMINADORA EXTERNA

  
PROF. DR. BENEDITO EUGÊNIO GONÇALVES  
EXAMINADOR EXTERNO

2024



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB  
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA  
CEP: 45031-300



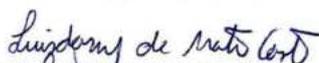


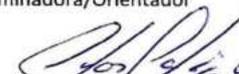
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional  
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
Área de concentração: Ensino de Física

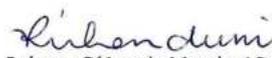


### ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

Aos vinte e três dias do mês de agosto de 2024, às 9h00, na sala do Laboratório de Ensino de Matemática, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada "A diversidade do clima nas cidades baianas – uma abordagem dos três momentos pedagógicos para um passeio pela termodinâmica", de autoria de Laila Silva Alves, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Luizdarcy de Matos Castro, orientador da mestranda e contou com a participação da professora Dra. Roberta D'Angela Menduni Bortoloti, do professor Dr. Carlos Takiya e do professor Dr. Benedito Eugênio Gonçalves, na condição de examinadores; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue(enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.

  
Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro  
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

  
Prof. Dr. Carlos Takiya  
Examinador interno

  
Profa. Dra. Roberta D'Angela Menduni Bortoloti  
Examinadora externa

  
Prof. Dr. Benedito Eugênio Gonçalves  
Examinador externo

  
Laila Silva Alves  
Discente

  
Prof. Dr. Wagner Duarte José  
Coordenador do PPG-MNPEF

2024

Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB  
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA  
CEP: 45031-300



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos que encontrei durante o mestrado.

À minha mãe Maria Senhora (Lia) que sempre me incentivou e motivou a estudar e torcendo pelo nosso sucesso.

À minha irmã Larissa, sempre ao meu lado me apoiando.

Aos meus amigos da vida e da pós-graduação, em especial para Beatriz Santos, Giovani Luz, Emanuel Vitor Rezende, Carolina Brito, e aos colegas Edvan Souza, Raphael Sodré, Marcelo Nobre, Denysson Damasceno e Jardel Oliveira, muito obrigada pelas resenhas, distração e alegria.

Ao meu orientador Luizdarcy de Matos Castro e à co-orientadora Cristina Porto Gonçalves que me acolheram desde a minha graduação, pelo seu incentivo e dedicação para indicar a direção correta que minha pesquisa deveria tomar.

Agradeço a todos os professores pela excepcional contribuição para minha trajetória acadêmica e proporcionar novos momentos.

À instituição de ensino CENAD, que permitiu a realização desta sequência didática, e pelos amigos que me acompanharam neste processo: Luísa, Valéria e Soraia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À UESB, juntamente ao Programa Nacional de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), por oportunizar a formação continuada de professores.

E a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da minha formação acadêmica, o meu muito obrigada.

*Dedico este trabalho à minha mãe, Lia Almeida!*

## RESUMO

Nesta dissertação avaliamos as potencialidades de uma sequência didática para o Ensino de Física sobre a Diversidade do Clima nas cidades baianas a fim de estimular a compreensão crítica estudantil no Ensino Médio, de forma que envolva os conceitos sobre temperatura, calor, pressão e a relação com os fenômenos climáticos favoráveis à ocorrência de brisas marítimas, geadas, nevoeiros, granizos, chuvas e as mudanças climáticas. Nos pautamos didaticamente pelos Três Momentos Pedagógicos. A pesquisa foi desenvolvida, com cunho qualitativo, em uma turma de 2º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Nercy Antônio Duarte (CENAD) na cidade de Barra da Estiva/Ba com o objetivo de aproximar os conceitos de Termodinâmica com a realidade dos estudantes. Para a produção de dados para esta pesquisa utilizamos como recurso: questionário de sondagem, slides, vídeos, simulação no PhET, quiz, mapas conceituais e textos didáticos de modo a executar e respeitar as indicações necessárias dos Três Momentos Pedagógicos. Portanto, a pesquisa realizada contribuiu de forma significativa, proporcionando o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo sobre as situações do cotidiano dos estudantes. Disponibilizando para os professores do ensino básico, uma sequência didática que venha, além de contribuir para entendimento dos conceitos de temperatura, calor, e outras grandezas da Termodinâmica, desmistificando as ideias de que a Física é uma ciência acabada, tal como apresentada em livros textos e que os modelos apesar de necessários.

Palavras-chave: Fenômenos climáticos; Três Momentos Pedagógicos; Física; Termodinâmica.

## **ABSTRACT**

In this dissertation we evaluate the potential of a didactic sequence for teaching physics about the diversity of the climate in Bahia's cities in order to stimulate students' critical understanding in high school, in a way that involves the concepts of temperature, heat, pressure and the relationship with climatic phenomena favorable to the occurrence of sea breezes, frost, fog, hail, rain and climate change. We were guided by the Three Pedagogical Moments. The qualitative research was carried out in a 2nd year high school class at the Nercy Antônio Duarte State College (CENAD) in the city of Barra da Estiva/Ba with the aim of bringing thermodynamics concepts closer to the students' reality. To produce the data for this research, we used the following resources: a survey questionnaire, slides, videos, a PhET simulation, a quiz, concept maps and didactic texts in order to implement and respect the necessary indications of the Three Pedagogical Moments. Therefore, the research carried out has made a significant contribution, providing the development of critical and reflective thinking about the students' everyday situations. It also provides elementary and middle school teachers with a didactic sequence that not only contributes to understanding the concepts of temperature, heat and other thermodynamic quantities, but also demystifies the ideas that physics is a finished science, as presented in textbooks, and that although models are necessary, they are not infallible and perfect for describing reality.

**Keywords:** Climate phenomena; Three Pedagogical Moments; Physics; Thermodynamics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Primeira máquina a vapor no século XVIII	35
Figura 2 - Sensação térmica	36
Figura 3 - Sistemas isolados A e B	37
Figura 4 - Representação da Lei Zero da Termodinâmica	38
Figura 5 - Termômetro	39
Figura 6 - Termômetro nas escalas Celsius e Fahrenheit	38
Figura 7 - Escala Kelvin e Celsius	39
Figura 8 - Termômetro com o ponto triplo da água	39
Figura 9 - Agitação das moléculas	41
Figura 10 - Experimento de Joule	43
Figura 11 - Sistema termodinâmico com trocas de energia	45
Figura 12 - Transferência de energia	46
Figura 13 - Trabalho realizado	46
Figura 14 - Experimento de Torricelli	50
Figura 15 - Esquema com mudança de fase	52
Figura 16 - Propagação de calor por condução	54
Figura 17 - Propagação de calor por convecção	54
Figura 18 - Propagação de calor por irradiação	55
Figura 19 - Representação do Ciclo do Ar	56
Figura 20 - Ciclo da água	56
Figura 21 - Questionário utilizado	63
Figura 22 - Questionário utilizado	64
Figura 23 - Questionário utilizado	65
Figura 24 - Questionário para debate	66
Figura 25 - Imagens utilizadas no slide	68
Figura 26 - Simulação do PhET	69
Figura 27 - Textos Didáticos	73
Figura 28 - Perguntas utilizadas no quiz	74
Figura 29 - Aplicação do Questionário de Sondagem	76
Figura 30 - Resposta do estudante A	77
Figura 31 - Resposta do estudante B	78
Figura 32 - Resposta do estudante C	78
Figura 33 - Resposta do estudante D	78
Figura 34 - Resposta do estudante E	78
Figura 35 - Resposta do estudante F	79
Figura 36 - Resposta do estudante G	80
Figura 37 - Resposta do estudante H	80
Figura 38 - Resposta do estudante I	80
Figura 39 - Resposta do estudante J	81

Figura 40 - Resposta do estudante K	82
Figura 41 - Resposta do estudante L	82
Figura 42 - Resposta do estudante M	82
Figura 43 - Resposta do estudante N	82
Figura 44 - Resposta do estudante O	83
Figura 45 - Resposta do estudante P	83
Figura 46 - Resposta do estudante Q	84
Figura 47 - Resposta do estudante R	84
Figura 48 - Resposta do estudante S	85
Figura 49 - Resposta do estudante T	85
Figura 50 - Resposta do estudante U	85
Figura 51 - Resposta do estudante V	85
Figura 52 - Resposta do estudante X	87
Figura 53 - Resposta do estudante W	87
Figura 54 - Resposta do estudante Y	87
Figura 55 - Resposta do estudante Z	88
Figura 56 - Resposta do estudante AA	88
Figura 57 - Resposta do estudante BB	88
Figura 58 - Resposta do estudante CC	89
Figura 59 - Resposta do estudante DD	89
Figura 60 - Simulação do Phet	93
Figura 61 - Ilustração brisas marítimas	95
Figura 62 - Construção de mapas conceituais	97
Figura 63 - Mapa Conceitual 1	98
Figura 64 - Mapa Conceitual 2	98
Figura 65 - Mapa Conceitual 3	99
Figura 66 - Mapa Conceitual 4	99
Figura 67 - Mapa Conceitual 5	100
Figura 68 - Mapa Conceitual 6	100
Figura 69 - Reunião dos grupos	101
Figura 70 - Pergunta realizada no quiz Kahoot	102

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dissertações disponíveis no site do MNPEF	22
Quadro 2 - Trabalhos encontrados na Revista Brasileira de Ensino de Física	23
Quadro 3 - Trabalhos encontrados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física	24
Quadro 4 - Calores específicos para diferentes elementos	51
Quadro 5 - Calor Latente de Fusão e de Vaporização de substâncias	53
Quadro 6 - Síntese das etapas dos três momentos pedagógicos e atividades realizadas	61
Quadro 7 - Vídeos utilizados em sala de aula	70
Quadro 8 - Segunda questão do questionário de sondagem	77
Quadro 9 - Terceira questão do questionário de sondagem	79
Quadro 10 - Quarta questão do questionário de sondagem	81
Quadro 11 - Quinta questão do questionário de sondagem	83
Quadro 12 - Sétima questão do questionário de sondagem	86
Quadro 13 - Oitava questão do questionário de sondagem	88
Quadro 14 - Questões do quiz kahoot com perguntas do ENEM	103
Quadro 15 - Perguntas orais do quiz Kahoot	104
Quadro 16 - Questões do quiz Kahoot de múltipla escolha	105

## **LISTA DE SIGLAS**

**3MPs** – Três Momentos Pedagógicos

**BNCC** – Base Comum Curricular

**CBEF** – Caderno Brasileiro de Ensino de Física

**DCN** – Diretrizes Curriculares Nacionais

**MNPEF** – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

**RBEF** – Revista Brasileira de Ensino de Física

**RBPEC** – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

**SBF** – Sociedade Brasileira de Física

**UESB** – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>21</b>
1.1 Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF	21
1.2 Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF	23
1.3 Caderno Brasileiro de Ensino de Física - CBEF	24
1.4 Contribuições da revisão bibliográfica	25
<b>2. PRESSUPOSTO DIDÁTICO-METODOLÓGICO</b>	<b>26</b>
2.1 Ensino de Física na educação básica	26
2.2 Documentos que norteiam o ensino de Física	26
2.2.1 DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais	26
2.2.2 BNCC – Base Nacional Comum Curricular	27
2.3 Problemas e problematizações	28
2.4 Os Três Momentos Pedagógicos	29
2.4.1 Primeiro momento: a problematização inicial	31
2.4.2 Segundo Momento: a organização do conhecimento	32
2.4.3 Terceiro Momento: a aplicação do conhecimento	34
<b>3. TERMODINÂMICA</b>	<b>35</b>
3.1 Contexto histórico	35
3.2 Temperatura	36
3.3 Lei Zero da Termodinâmica	37
3.4 Escalas termométricas	38
3.5 Calor	41
3.6 Primeira Lei da Termodinâmica	44
3.6.1 Calor e Trabalho	46
3.6.2 Energia Interna	47
3.6.3 Processos termodinâmicos	47
3.7 Pressão Atmosférica	49
3.8 Calor específico	50
3.9 Mudanças de fases	51
3.10 Processos de propagação do calor	53
3.11 Fenômenos climáticos	55
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>58</b>
4.1 Caracterização da pesquisa	58
4.2 Locus e sujeito da pesquisa	58
4.3 Descrição das atividades realizadas	59
4.3.1 Problematização inicial	62
4.3.2 Organização do conhecimento	67
4.3.3 Aplicação do Conhecimento	71

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>75</b>
5.1 Problematização Inicial	75
5.1.1 Aplicação do questionário de sondagem	76
5.1.2 Discussão e debates sobre as questões do questionário	89
5.2 Organização do conhecimento	92
5.3 Aplicação do conhecimento	97
5.3.1 Produção dos mapas conceituais	97
5.3.2 Leitura complementar e resolução de quizz	101
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>107</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>112</b>

## INTRODUÇÃO

A Física é uma área abrangente, que nos permite investigar e interpretar sobre os fenômenos da natureza passando pela Mecânica Clássica no estudo do universo macroscópico ao da Física Moderna com a parte microscópica, sendo essa muito importante para o crescimento tecnológico. Esta ciência nos permite compreender o mundo à nossa volta através dos fenômenos naturais que são explicados a partir de leis, teorias e modelos capazes de despertar curiosidade, desenvolvimento cognitivo e social.

O ensino da Física na educação básica contemporânea apresenta como principal desafio: não estabelecer uma relação dos conceitos, aprendidos em sala de aula e sua prática, contexto social e rotina, sendo de suma importância que os estudantes tenham a perspectiva crítica e consciente através da ciência para atuar em sociedade.

Para Paulo Freire, “a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto” (1980, p.111), entretanto deve haver a formação que capacite para além do aluno, o discente deve ser capaz de ter a Alfabetização Científica, ou seja, identificar, aprender e saber aplicar o conhecimento científico em outros contextos além do ambiente escolar, pois é uma forma de entender o mundo à sua volta, portanto se refere a ter consciência crítica e social.

O debate sobre as novas formas de aplicação das ideias pedagógicas nas aulas, buscando tornar o aprendizado mais agradável e instigante ao aluno é cada vez mais aplicado. A utilização de metodologias ativas, contribui significativamente para o processo de aprendizagem, além de fugir ao modelo tradicional, buscando o interesse dos alunos em meios alternativos.

Além disso os alunos são inseridos em um novo ambiente de aprendizagem da Física, longe dos exemplos de distante realidade apresentados pelos livros didáticos, e sim próximos a sua convivência, ou até mesmo palpáveis, o que não era comum antes, de modo que os conhecimentos aprendidos na escola não fiquem polarizados, como uma “gaveta” de conhecimento a ser usada apenas na escola, mas sim, que tais conhecimentos sejam utilizados na vida.

Ao ensinar ciências proporcionamos aos estudantes contemporâneos oportunidades de realizarem pesquisas sobre questões que os aflijam, e a partir das informações encontradas poderem construir seu posicionamento (SASSERON, 2019).

Desse modo, é importante nos afastar de questões simples, pois os alunos possuem uma gama de recursos tecnológicos capazes de realizarem pesquisas rapidamente e obtendo respostas sem esforço, o que não contribui para sua formação.

O aluno possui uma relação e interage constantemente com fenômenos relacionados à Física. Sabe-se que há uma distância muito grande entre a construção de novos conceitos e o conhecimento prévio que o estudante no ensino básico já possui, pois diversas vezes, estes se diferem das leis, teorias e modelos ensinados. De modo que, tais concepções podem atrapalhá-los no ensino e aprendizado do estudante, como indica Grasseli e Gardelli (2014, p. 2) em:

Os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos educandos, ou seja, estabelecer vínculo entre a teoria e a prática, o que gera desinteresse que pode ser manifestado na aversão à disciplina.

O docente deve, no entanto, saber estimular e instigar a curiosidade de cada um deles para que em suas turmas tenham melhor engajamento na realização de atividades durante a aula é necessário inserir alguns aspectos da modelagem no ensino-aprendizagem de Ciências e Física. Como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica: “é importante motivá-los com desafios cada vez mais abrangentes, o que permite que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados.” (BRASIL, 2017, p. 343).

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa tem origem na minha experiência de estudante, em que tinha uma desenvoltura para a área de ciências exatas, assim ao ter contato com a disciplina de Física fiquei fascinada em como era possível relacionar fenômenos do cotidiano com uma teoria já desenvolvida.

A minha graduação no curso de Física da UESB ocorreu entre os anos 2016 a 2021. Nesse período cursei todas as disciplinas referente a grade curricular do curso e, também as optativas, as disciplinas que me encantaram no universo da Física foi a Termodinâmica e Mecânica Estatística, levando a realizar o Trabalho Monográfico utilizando um modelo da borracha para o estudo da Termodinâmica e Mecânica Estatística.

O ingresso no programa de mestrado, Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) ocorreu em março de 2022, a fim de dar sequência nos estudos, pela

vontade de continuar pesquisando e ainda me capacitar a atuar na educação básica com um ensino de qualidade. Durante o estudo da disciplina Física Contemporânea, ministrada no segundo semestre, em que foi abordado por um ponto de vista da Física encontrada nos fenômenos climáticos (Física do Clima) lecionada pelo professor Dr. Luizdarcy de Matos Castro. Durante o curso foram observadas diversas características que podiam ser estudadas a partir de uma perspectiva da Termodinâmica. Assim, surgiu a curiosidade e observação nos diferentes climas encontrados no estado da Bahia, favoráveis à ocorrência de brisas marítimas, geadas, nevoeiros, granizos, chuvas e as mudanças climáticas.

As mudanças climáticas que tem acontecido atualmente são decorrentes das ações humanas intensificadas nos fenômenos La Niña e El Niño. O El Niño é um fenômeno climático que tem ocorrido em 2023 e 2024, apresenta fatores atmosféricos e oceânicos e possui como principal característica o aquecimento do oceano Pacífico, provocando mudanças climáticas significativas como alterações nas temperaturas e precipitações, ou seja, regiões com longos períodos de seca, elevação brusca na temperatura e favorecimento na ocorrência de grandes volumes de chuvas.

Nesta pesquisa, buscamos analisar os conceitos Termodinâmicos devido a diversidade dos climas encontrados em cidades no estado da Bahia, se destacando por ter temperaturas baixas e altas favoráveis a ocorrência de fenômenos climáticos e facilitando o cultivo de algumas plantações, principalmente na Chapada Diamantina e região.

As cidades encontradas na Chapada Diamantina, sobretudo como Piatã e Barra da Estiva demonstram peculiaridades se comparadas a outras cidades da Bahia, pois nelas os dias são sempre agradáveis e frescos, com temperaturas amenas. Os cafés cultivados nas regiões mais elevadas são grãos mais resistentes, saborosos e aromáticos, o que explica esta constatação é quanto maior a altitude, maior a concentração de certos minerais no grão.

Ao lecionar em uma escola estadual que se encontra em Barra da Estiva tive a oportunidade de dar aulas na disciplina de Física e também em disciplina de itinerário formativo, Cidade em Movimento, esta que faz parte do Novo Ensino Médio (NEM). Esta disciplina apresenta em sua ementa conteúdos voltados à Física com carga horária de 2h/aula por semana.

A cidade de Barra da Estiva está inserida no Território de Identidade Chapada Diamantina, com dois morros principais na entrada da cidade, Morro de Santa Bárbara e Morro do Ouro. Está situada a 180 Km de Vitória da Conquista, apresentando

características bem semelhantes a Conquista devido a sua altitude, possui 96 anos de emancipação política, e vem se destacando pelo cultivo de morango e café devido às condições climáticas dessa região. Assim, os estudantes dessa região podem avaliar e analisar conceitos de Termodinâmica e analisar de acordo com as características dessa região da Chapada e compará-los com outras cidades do estado da Bahia.

A pesquisa realizada é de abordagem qualitativa, pois não se preocupa com a representatividade numérica, a fim de abordar e elucidar conceitos que são amplamente utilizados em nosso cotidiano, de forma equivocada, centrando-se na compreensão (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Assim, este trabalho se refere também a uma pesquisa de desenvolvimento educacional, uma vez identificado o problema, foi possível criar uma intervenção, materializada através de um produto educacional, este é avaliado e revisado de forma a ser utilizado por professores e pesquisadores (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015).

Deste modo, apresentamos nesta dissertação a construção de uma sequência didática tomando o pressuposto didático-metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) para o ensino dos conceitos fundamentais da Termodinâmica em uma sala de aula do Ensino Médio. Utilizando de textos didáticos, como indicado pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), fundamentais para a construção do produto educacional, este configura-se como gênero textual não figurativo e conceitual, sem deixar margens para duplo sentido, ou seja, obtenham uma aprendizagem significativa. Tal trabalho possibilita ao professor uma estratégia de ensino voltado para as condições climáticas, indispensáveis para o cotidiano do ser humano, levando em conta uma interdisciplinaridade dos conteúdos.

Tivemos como objetivo geral deste trabalho:

Como abordar conceitos de Termodinâmica considerando os fenômenos climáticos presentes nas cidades baianas, tendo como suporte os Três Momentos Pedagógicos (3MPs) proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco.

E como objetivos específicos buscamos:

- Introduzir os conceitos físicos de temperatura, calor e pressão associando-os aos fenômenos climáticos baianos;
- Discutir com os estudantes sobre a importância da Física para além da sala de aula, mostrando que a ciência e o conhecimento científico estão embutidos em nossa vida sem percebermos.

Esta sequência didática foi realizada com alunos do 2º Ano Ensino Médio do turno matutino, composta por 40 alunos, do Colégio Estadual Nercy Antônio Duarte – CENAD, localizada na cidade de Barra da Estiva/Ba.

A fim de responder os objetivos apresentados para esta pesquisa, a dissertação foi estruturada em seis capítulos, como segue:

O capítulo 1 traz uma revisão bibliográfica sobre trabalhos e pesquisas em ensino de física relacionando com fenômenos climáticos e a Termodinâmica. Esta análise foi utilizada para verificar qual é a relação dada pelos autores a respeito da climatologia com os conceitos de Termodinâmica, e assim contribuir com um produto educacional para o ensino da Física Térmica.

O capítulo 2 contém o referencial teórico metodológico, ou seja, uma síntese dos pressupostos teóricos e a sua base metodológica fundamental para a construção da pesquisa e produto educacional a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos.

O capítulo 3 aborda definições e conexões entre as grandezas físicas “temperatura” e “calor” e conceitos associados no âmbito da Termodinâmica que foram necessários ao longo do desenvolvimento da sequência didática.

O capítulo 4 demonstra a metodologia utilizada para a construção do produto educacional, apresentando o tipo de estudo, os objetivos, recursos utilizados e o percurso utilizado.

O capítulo 5 aponta os resultados e discussões, realizando uma descrição e comentários dos dados obtidos na pesquisa referenciada no pressuposto teórico escolhido.

## **1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica presente neste capítulo se deu por meio de pesquisas de trabalhos de dissertação e artigos que aborda a Termodinâmica, bem como, seu uso em fenômenos climáticos com o uso de conceitos de temperatura e calor, através das leis e outras teorias da Termodinâmicas. O período de busca pelos trabalhos se concentrou nos anos de 2000 a 2024. Dessa forma, esta pesquisa foi realizada em duas etapas, em que a primeira foi realizada uma busca de dissertações no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), e pesquisas em revistas de ensino de Física.

O critério fundamental adotado para a seleção das publicações é a atuação na área de ensino de Física ou de pesquisa de ensino em Física. As palavras chaves para esta busca são aquelas que se relacionam com a temática e com a metodologia do produto educacional deste trabalho e pelas áreas de conhecimento específico, a exemplo, foram usadas as seguintes palavras chaves: fenômenos climáticos, clima, clima e Termodinâmica, clima e três momentos pedagógicos.

### **1.1 Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF**

O programa de mestrado desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) possui como objetivo capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula, atuando em todas as regiões do país.

Os trabalhos de dissertação estão disponíveis na página online do MNPEF, na aba “Produção” e “Dissertações”. No presente momento, em 2024, o site apresenta 680 dissertações. Dessa forma, a pesquisa realizada neste banco de dados teve como intuito buscar trabalhos relacionados à Termodinâmica, sendo observado que o site ainda não está completamente atualizado. O Quadro 1 apresenta as informações das dissertações que foram encontradas.

**Quadro 1** - Dissertações disponíveis no site do MNPEF

<b>Dissertações MNPEF</b>		
<b>Termo de busca</b>	<b>Número de resultados</b>	<b>Observações</b>
Fenômenos Climáticos	0	
Clima	0	
Clima e Termodinâmica	0	
Termodinâmica	24	Encontrou-se uma variedade em dissertações em que abordava a Termodinâmica, apenas uma foi relacionada a fenômenos meteorológicos
Três Momentos Pedagógicos	3	As dissertações mostradas referente aos 3MP's não possuem relação com Termodinâmica, tampouco com fenômenos climáticos

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os trabalhos apresentados no Quadro 1 demonstram sequências relacionadas à Termodinâmica em diversas formas de serem trabalhadas. Apenas uma dissertação encontrada constava termos que relacionados a fenômenos meteorológicos com assimilação a Termodinâmica, cujo título é A METEOROLOGIA COMO ELEMENTO MEDIADOR PARA O ENSINO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL, que aborda de modo geral como ocorre a relação entre Física Térmica e meteorologia, e analisa os fenômenos que ocorrem em nossa atmosfera por um período menor.

Os trabalhos encontrados que envolvem os Três Momentos Pedagógicos em seu título também foram pouco numerosos, e não localizou-se uma relação com os conceitos de Termodinâmica, mas voltados a astronomia e ondas eletromagnéticas. Assim pode-se comprovar que das dissertações disponibilizadas na página do MNPEF não foram identificadas sequências didáticas relacionados ao tema fenômenos climáticos.

## 1.2 Revista Brasileira de Ensino de Física - RBEF

A revista RBEF possui livre acesso da Sociedade Brasileira de Física, em que busca a melhoria no ensino de Física por meio da publicação de artigos em que promove e divulga a Física e ciências correlatas, de forma que contribua para a educação científica da sociedade como um todo. Publicando artigos sobre aspectos teóricos e experimentais de Física, materiais e métodos instrucionais, desenvolvimento de currículo, pesquisa em ensino, história e filosofia da Física, política educacional e outros temas pertinentes.

**Quadro 2** - Trabalhos encontrados na Revista Brasileira de Ensino de Física

<b>RBEF</b>		
<b>Termo de busca</b>	<b>Número de resultados</b>	<b>Observações</b>
Fenômenos climáticos	0	
Clima	11	Os trabalhos encontrados são referentes a outros temas que não envolvem Termodinâmica, mas outros conceitos da Física
Clima e termodinâmica	0	
Termodinâmica	43	Foram analisados diversos trabalhos que envolvem conceitos da Termodinâmica, mas não há relação com os fenômenos climáticos
Três Momentos Pedagógicos	3	Abordaram trabalhos em outras áreas que não envolvem Termodinâmica e nem fenômenos climáticos

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Nos trabalhos mostrados no Quadro 2, não foram encontrados artigos referentes a fenômenos climáticos e clima, apenas relacionados à Termodinâmica e Três Momentos Pedagógicos, sem abordagem em aspectos climáticos. Dessa forma, indica que ainda não é utilizado este tema contemporâneo para o ensino de Termodinâmica.

### 1.3 Caderno Brasileiro de Ensino de Física - CBEF

Esta revista CBEF é utilizada pelo departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) direcionado aos cursos de Licenciatura em Física, mas também aos de pós-graduação em ensino de ciências e física. Visando facilitar as pesquisas em ensino de física, a revista apresenta em quatro sessões: ensino e aprendizagem de Ciências/Física, formação de Professores de Ciências/Física, História, Filosofia e Sociologia da Ciência e ensino de Ciências/Física, currículo de Ciências/Física.

**Quadro 3** - Trabalhos encontrados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física

CBEF		
Termo de busca	Número de resultados	Observações
Fenômenos climáticos	0	
Clima	2	Os trabalhos encontrados são referentes a outros temas que não envolvem termodinâmica, mas outros conceitos da Física
Clima e Termodinâmica	0	
Termodinâmica	12	Foram analisados diversos trabalhos que envolve conceitos da termodinâmica, mas não há relação com os fenômenos climáticos
Três Momentos Pedagógicos	0	

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Nas pesquisas realizadas e apresentadas no Quadro 3 os termos referentes a fenômenos climáticos não foram encontrados, enquanto os trabalhos encontrados sobre clima apresentavam conceitos que não se relacionavam com a Termodinâmica, mas outros sobre Física. De forma que, os trabalhos apresentados com a busca pela palavra Termodinâmica não eram relacionados ao clima e ou fenômenos climáticos.

#### **1.4 Contribuições da revisão bibliográfica**

Dessa forma, a pesquisa realizada na revisão bibliográfica permitiu compreender as diversas formas e variedades de abordagens utilizadas pelos pesquisadores sobre os estudos relacionados à Termodinâmica. Assim, essa investigação propõe formas de inovação no processo de ensino-aprendizagem.

Através do mapeamento realizado neste trabalho, é perceptível que por meio das dissertações e artigos encontrados, a motivação e comprometimento são fundamentais para o avanço da pesquisa. E apesar da falta de trabalhos encontrados relacionados ao tema da pesquisa, foi importante verificar a originalidade no presente trabalho e a contribuição que ele pode desenvolver para outros pesquisadores. Portanto, essa verificação nos motivou a desenvolver uma sequência didática com a abordagem nos Três Momentos Pedagógicos.

## **2. PRESSUPOSTO DIDÁTICO-METODOLÓGICO**

O presente capítulo aborda de modo breve, como é o ensino de Física no ensino básico de educação, bem como os documentos que norteiam o ensino de Física no país, evidenciando os problemas e problematizações e os pressupostos teóricos norteados pelos Três Momentos Pedagógicos.

### **2.1 Ensino de Física na educação básica**

O ensino tradicional das escolas atualmente baseia-se no estudo das teorias, e aplicação em exercícios. Ao observar e vivenciar a Física presentes no cotidiano, tanto os alunos quanto a sociedade têm a oportunidade de criar o embate entre o conhecimento do senso comum, e o observado nos fenômenos, embasando-se na teoria física. Deste modo, a produção do conhecimento é obtida de modo eficaz. Sendo assim, “É preciso superar estas posturas e construir, na tensão entre os limites e possibilidades, uma prática pedagógica autoconsciente articulada com projetos educacionais e sociais críticos” (NASCIMENTO, 2010, p. 13).

Segundo Moreira (2017), o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdo e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro texto. A ideia de que a Física seja construída a partir de modelos idealizados, e que geralmente são limitados, praticamente não existe no processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, é necessário inserir alguns aspectos da modelagem no ensino-aprendizagem de física.

### **2.2 Documentos que norteiam o ensino de Física**

#### **2.2.1 DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais**

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) são um conjunto de normas obrigatórias estabelecidas, com o objetivo de conduzir o planejamento curricular das escolas de ensino básico, sendo o Conselho Nacional de Educação (CNE) o ente

responsável pela discussão e implementação a fim de complementar os demais documentos normativos existentes no país.

Tais Diretrizes norteiam-se em princípios éticos e políticos, respeitando os conteúdos informando que, estes devem ser relevantes para a vida do estudante e em toda sua vida, utilizando-se de uma abordagem significativa a fim de buscar uma integração com o currículo que favoreça a participação efetiva dos estudantes diante das suas diferenças de interesses, habilidades e experiências (Brasil, 2013).

Conforme Brasil (2013) para que as DCNs possam funcionar estas devem contar com o apoio de pais e/ou responsáveis, colaboração de profissionais responsáveis pelo ensino e aprendizagem e recursos disponíveis nas unidades escolares, conforme indicado para o padrão mínimo de aprendizagem.

### **2.2.2 BNCC - Base Nacional Comum Curricular**

A Base Nacional Comum Curricular sancionada em 2017 se estabelece como um documento base para a educação básica, determinando os conhecimentos específicos para cada disciplina desde o ensino fundamental anos iniciais ao ensino médio. A base aponta competências a serem desenvolvidas em toda a aprendizagem escolar, de modo que o estudante se torne um cidadão crítico através dos conhecimentos científicos adquiridos, conseguindo utilizá-los em sua vida.

Desde o Ensino Fundamental vem se desenvolvendo o estudo das ciências com o objetivo de que o discente seja capaz de utilizar aquele conhecimento científico em situação do seu convívio. Tais conhecimentos já começam a ser adquiridos com diferentes enfoques e complexidades, principalmente depois da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assim:

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. (BRASIL, p.321).

No Ensino Médio a disciplina de Ciências se fragmenta em três áreas que atuam em conjunto: Física, Biologia e Química. Esta divisão é pertinente, pois: “pretende-se aprofundar os conhecimentos científicos abordados no âmbito do Ensino Fundamental, tendo em vista as especificidades de cada área de conhecimento enquanto campos de pesquisas científicas” (ROEHRIG; SANTOS, 2019, p. 1). Portanto, isso significa, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017, p. 537).

O docente como intermediador do conhecimento deve desmistificar o que os alunos sabem sobre o que é a Física, disciplina esta que pode ser levada além da sala de aula para o seu cotidiano, a fim de aperfeiçoar e tornar mais didática possível as aulas para a compreensão do conteúdo de cada estudante. Assim como a BNCC escreve: “Nesse contexto, é importante motivá-los com desafios cada vez mais abrangentes, o que permite que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados.” (BRASIL, p. 343).

### **2.3 Problemas e problematizações**

Os problemas e problematizações para o ensino de Física resumem-se, na maioria das vezes, à resolução de uma lista de problemas e exercícios (Delizoicov, 2008, p. 1). Diante dessa situação, Delizoicov (2008) aborda uma ressignificação atribuída por Gaston Bachelard em que o conhecimento se origina de problemas, ou seja, uma busca por soluções dos problemas formulados. Bachelard afirma:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houver questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído" (Bachelard, 1977, p. 148).

Portanto, problematizar se torna apresentar problemas aos estudantes, de modo que tenham um significado, dessa forma que os conhecimentos prévios vão ser utilizados

em todo o processo educativo, proporcionando uma alternativa para a aprendizagem científica. (DELIZOICOV, 2008, p. 5). São também formas de problematizar:

1 - a escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem as quais os problemas formulados não podem ser solucionados. [...]

2 - um processo pelo qual o professor ao mesmo tempo que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja, questiona-os também. [...]

Logo, problematizar é fazer o docente ser questionador sendo capaz de absorver o conhecimento prévio do estudante, com todas as limitações e contradições, e utilizar o diálogo para explicitar o conhecimento a ser desenvolvido pelo aluno a fim de buscar respostas.

Assim, a problematização é voltada a explicações comuns aos alunos de forma que contribua para construção de novas formas de conhecimento para eles. Os Três Momentos Pedagógicos são estruturados diante do processo de codificação, problematização, descodificação em que se caracteriza pelos temas abordados, principalmente por situações reais que os alunos conhecem, explorando aspectos dialógicos e problematizadores. (DELIZOICOV, 2008, p. 12)

## **2.4 Os Três Momentos Pedagógicos**

Delizoicov e Angotti (1990) abordam algumas reflexões sobre o ensino de física juntamente com uma contribuição para a melhoria no ensino médio por meio da formação docente. O estudo dos autores foi aprofundado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, em 2002, em um processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica.

Neste segundo momento os autores apresentam discussões acerca da aprendizagem por meio de conhecimentos adquiridos não apenas em sala de aula, mas levando em consideração o aluno como sujeito da aprendizagem, ou seja, este aluno não é apenas alguém que recebe ou sofre o processo de aprendizagem, mas se torna aquele que faz parte do processo de ensino como protagonista desta ação. Os autores também

indicam que a construção da aprendizagem ocorre devido à interação do sujeito com o seu meio, seja ele social ou natural. Assim, o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula com a realidade de seu cotidiano. Dessa forma, os autores apresentam:

As pessoas aprendem. Aprendem não só tópicos e assuntos, mas também habilidades manuais e intelectuais, o relacionamento com outras pessoas, a convivência com os próprios sentimentos, valores, formas de comportamento e informações constantemente e ao longo de toda a vida. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 95)

Ao considerar o aluno como protagonista da aprendizagem é necessário buscar uma relevância nos conhecimentos adquiridos por ele para sua formação como indivíduo crítico e social ao interagir com as situações que o cercam no cotidiano. Logo, o professor ao auxiliar nesse processo deve avaliar sobre quem são e qual a realidade em que estes estudantes estão inseridos, pois estes fatores influenciam diretamente na relevância dos temas a serem abordados em sala de aula, e também por relacionar com os fatores ambientais, sociais e econômicos. Como Delizoicov, Angotti e Pernambuco abordam: “Os conhecimentos científicos fazem-se presentes no cotidiano, tanto por intermédio dos objetos e processos tecnológicos que permeiam as diferentes esferas da vida contemporânea quanto pelas formas de explicação científica” (2018, p. 97). Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem, sobretudo o ensino de Ciências, podem partir de situações e fenômenos corriqueiros para desenvolver conhecimentos.

Nessa perspectiva, a escolha do tema a ser ensinado também faz parte do processo de aprendizagem, pois o conteúdo programático previamente estabelecido apresenta características de currículos tradicionais que geralmente estão descontextualizados e afastados da realidade dos alunos. Logo, os conteúdos escolhidos devem ser organizados de forma que a compreensão desse tema e de fenômenos possam ser compreendidos pelos estudantes de acordo com a sua realidade contribuindo para a formação crítica e social (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

As contribuições de Paulo Freire para o processo de ensino e aprendizagem priorizam a dialogicidade e a problematização principais para o desenvolvimento do projeto de ensino de Ciências Naturais na Guiné-Bissau, em que foi possível estabelecer o que hoje se denomina de três momentos pedagógicos (3MP) (MUENCHEN, 2010).

Dessa forma, Delizoicov e Angotti (1990) caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas individuais, mas conectadas entre si: **Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.** De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620), os Momentos Pedagógicos são estruturados da seguinte maneira:

**Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos sistemas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

**Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

**Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Assim, os Três Momentos Pedagógicos são utilizados como um instrumento de forma a auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, evitando uma abordagem tradicional com apresentação de conceitos, buscando trazer situações reais e visíveis para os estudantes.

#### **2.4.1 Primeiro momento: a problematização inicial**

Na Problematização Inicial, identifica-se quem é o sujeito do processo, ou seja, o estudante e qual sua percepção sobre o tema. Assim, nessa etapa o docente apresenta questões e/ou situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, neste momento os estudantes podem inserir sua opinião acerca do tema, porém, não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes, e o professor irá observar as lacunas existentes entre o conhecimento prévio do estudante e o conhecimento científico (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p. 201). Este momento busca:

Em síntese, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão. O ponto culminante dessa problematização é fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão com um problema que precisa ser enfrentado. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156)

Portanto, esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema e encontrar as possíveis dificuldades relacionadas com o conhecimento a ser construído. É desejável ainda, que a postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações. Além disso, as questões norteadoras devem estar direcionadas ao conteúdo de Física do tópico em estudo (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29). Dessa forma, o professor deve estar preparado para esclarecer possíveis dúvidas tomando cuidado em não fornecer explicações diretas, mas buscando trazer discussões acerca da interpretação dos estudantes.

Diante disso, as discussões geradas na problematização inicial devem direcionar os estudantes a uma curiosidade epistemológica importante para que o docente compreenda os seus conhecimentos prévios que ali existem, a fim de introduzir e trabalhar os conceitos necessários para o correto direcionamento no segundo momento pedagógico, ou seja, preparar o estudante para o enfrentamento do problema inicial (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p. 4).

A problematização do tema se faz importante em todo momento pedagógico, não se fixando em apenas na primeira etapa com a problematização inicial, mas que poderá aparecer novamente em outros momentos pedagógicos.

#### **2.4.2 Segundo Momento: a organização do conhecimento**

Nesta segunda etapa dos Três Momentos Pedagógicos, Delizoicov e Angotti (1990, p. 29) explicam:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a compreensão

científica das situações problematizadas. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156).

Portanto, o docente é responsável por organizar o conteúdo do tema abordado como estudo, utilizando de recursos e materiais apropriados para apresentar os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial transformando os conhecimentos prévios em conhecimentos científicos adquiridos na organização do conhecimento (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014, p. 624). Logo, definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados.

Delizoicov e Angotti (1990), ressaltam a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem, sugerindo exposições, pelo professor, de definições e propriedades, além de formulações de questões (exercícios de fixação como dos livros didáticos), textos e experiências. Neste sentido, atualmente poderíamos acrescentar as mídias tecnológicas, como televisão, vídeos, filmes, programas tecnológicos, aplicativos de celulares, simulações, entre outros, de modo a auxiliar no processo da sistematização do conhecimento. No entanto, ao citar novas formas de ensino, precisamos saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva, em que os alunos atuem ativamente na resolução de desafios cognitivos, permitindo análises e confrontos de experiências, do contexto social, com os conteúdos escolares (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p. 6).

Dessa forma, é neste segundo momento que o docente deve estimular o rompimento de barreiras entre os conhecimentos fundamentados no senso comum, e visões equivocadas geradas pelos estudantes e promover um olhar e pensamento crítico ao visualizar fenômenos da natureza, compreendendo a ciência no conteúdo estudado.

Diante disso, nessa etapa, ressalta-se que os conhecimentos científicos são o ponto de chegada devido a estruturação do conteúdo e da aprendizagem dos estudantes, a escolha dos temas e situações significativas, que foram apresentadas anteriormente, formam uma base para a organização dos conteúdos e do processo dialógico e problematizador.

Ao término desse segundo momento pedagógico o estudante apresentará mais facilidade em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos construídos. Permitindo que esses alunos sejam capazes de aplicar o conhecimento construído apresentando soluções mais elaboradas e críticas e, assim

sendo, o próximo momento pedagógico deve ser iniciado (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p. 6).

### **2.4.3 Terceiro Momento: a aplicação do conhecimento**

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco, esse último momento:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990, p. 31)

Nesse momento, o estudante encontra ligação entre o tema abordado inicialmente, não apenas nos conceitos, mas também por meio de fenômenos que tenham relação com as informações apresentadas. Neste momento, o professor se manterá com sua postura problematizadora, desenvolvendo alguns questionamentos pertinentes que não foram percebidos pelos alunos, como informações e problemas que surgiram no decorrer dos momentos. Assim, o docente poderá aproveitar nesse momento retomar as questões problematizadas inicialmente e apresentar conceitos que os estudantes não compreenderam ou compreenderam de forma inadequada.

O papel do professor é importante neste momento para desenvolver atividades, não tradicionais, para a fixação do conteúdo, visto que estes poucos estimulam reflexões críticas, (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p. 7), buscando instigar o educando a utilizar os conhecimentos científicos, aprendidos no segundo momento pedagógico, a fim de elucidá-los com situações que fazem parte do seu cotidiano visto que estes poucos estimulam reflexões críticas.

A abordagem metodológica utilizada através dos Três Momentos Pedagógicos estabelece uma relação de dialogicidade a fim de analisar se o aluno adquiriu a capacidade de argumentar e de participar, de forma crítica, das decisões que envolvem os temas/problemas contemporâneos (MUENCHEN, 2010), para além das científicas, como as dimensões sociais, ambientais, econômicas, políticas, culturais. E ressalta que a compreensão do conhecimento não representa uma verdade inquestionável e está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p. 7).

### 3. TERMODINÂMICA

Neste capítulo será exposto o contexto histórico da Termodinâmica, em seguida uma abordagem sobre temperatura e calor apresentando as Leis da Termodinâmica, bem como sua aplicação nos fenômenos climáticos. Foram utilizadas as bibliografias de Halliday e Resnick (2016), Hewitt (2015), Nussenzveig (2014), Sears e Salinger (1979), Sears, Zemanky, Young e Freedman (2008) e Tipler e Mosca (2009).

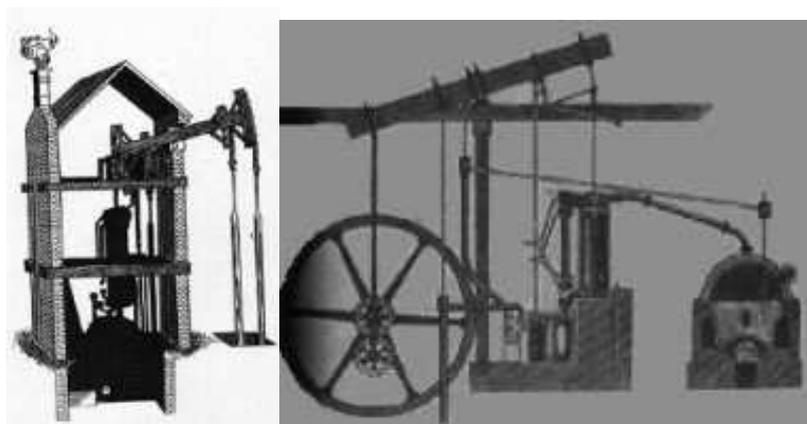
#### 3.1 Contexto histórico

A Termodinâmica é um ramo da Física capaz de lidar com fenômenos relacionados a Temperatura e Calor, associando-se com corpos macroscópicos e microscópicos, utilizando-se de observações, leis fundamentais e da mecânica estatística.

A história da Termodinâmica teve seu início em 1650, com Otto von Guericke, que projetou e construiu a primeira bomba de vácuo do mundo, mas apenas com a Primeira Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, que houve um maior desenvolvimento científico, pois neste momento a mão-de-obra manufatureira foi trocada pela maquinofatura, o que demandou de muita matéria-prima como o carvão vegetal e mineral, como principais combustíveis (SILVA; ERRODIBART, 2020).

Assim, surgiu a necessidade do uso de máquinas a vapor (Figura 1), para a indústria têxtil, em que se popularizou o uso das máquinas térmicas. A máquina térmica é um dispositivo que funciona em ciclos com reservatórios de energia e com variação de temperatura.

**Figura 1** - Primeira máquina a vapor no século XVIII



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/~leila/vapor.htm>

Com o desenvolvimento e aprimoramento das máquinas térmicas a comunidade científica contribuiu para o bem social, estudando sobre o calor e como ele poderia solucionar problemas do dia a dia (SILVA; ERRODIBART, 2020). As aplicações deste conhecimento teve seu uso em navios, locomotivas, mecanização de indústrias, aumentando em grande escala a produção, atualmente sendo utilizada também em automóveis, fenômenos climáticos trazendo conceitos fundamentais para o nosso cotidiano, como: nevoeiro, ponto de orvalho, geadas, chuvas, ventos (ciclo do ar) e gelo.

Logo, a Termodinâmica como Gaspar indica: “ampliou e transformou radicalmente a nossa compreensão do Universo, com implicações filosóficas que, para alguns, têm trazido assombro e perplexidade” (GASPAR, p. 201). Desse modo, o estudo da Termodinâmica tem relação com a Física Moderna e tem estado presente de forma a nos auxiliar e facilitar nossas atividades cotidianas.

### 3.2 Temperatura

A Temperatura é uma palavra que está integrada em nossas vidas há muito tempo, tampouco nos preocupamos com o seu significado de fato. Sendo difícil de ser definida sozinha, precisando de alicerces e ligações com outras palavras, como equilíbrio térmico, tendo em consideração fatores como quente e frio, por assim dizer.

A noção intuitiva e macroscópica de Temperatura nos conduz ao Equilíbrio Térmico, sendo baseada na sensação térmica, condição que o nosso corpo tem ao tocar materiais dependendo dos sentidos, sobretudo o tato, conforme a Figura 2, sem expressar com exatidão o valor da temperatura, apenas se este corpo está frio, quente ou morno (SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 179).

**Figura 2 - Sensação térmica**

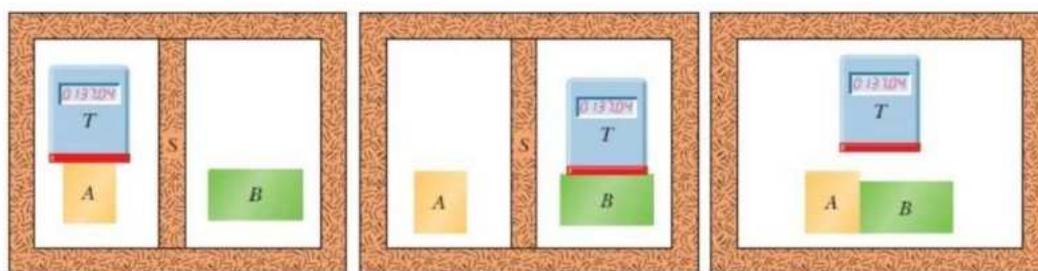


Fonte: HEWITT (2015, p. 286)

### 3.3 Lei Zero da Termodinâmica

O Equilíbrio Térmico pode ser obtido por meio de dois sistemas isolados A e B (Figura 3) estando em equilíbrio térmico consigo mesmo, pois estão separados não sendo afetado pelo outro, ao colocar em contato térmico o sistema A e B este passará a ter um novo equilíbrio térmico, logo diz-se que A e B estão em equilíbrio térmico, logo: “dois sistemas em equilíbrio térmico entre si possuem a mesma temperatura” (NUSSENZVEIG, 2014, p.195).

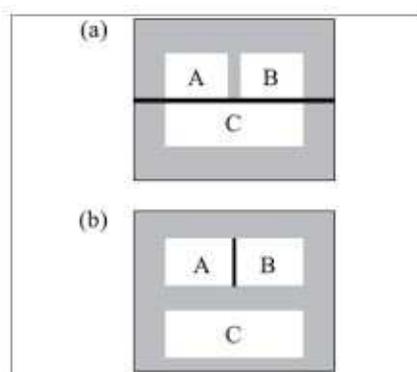
**Figura 3 - Sistemas isolados A e B**



Fonte: HALLIDAY E RESNICK (2016, p. 416)

A partir desta situação podemos interpretar o seguinte: suponhamos que o sistema A está em equilíbrio térmico com um corpo C, assim as temperaturas desses sistemas são equivalentes, portanto as temperaturas de B e C serão iguais, pois estão em equilíbrio térmico entre si (Figura 4), nos levando ao enunciado da Lei Zero da Termodinâmica: “Quando dois corpos *qualsquer* estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro eles estão em equilíbrio entre si” (SEARS E SALINGER, 1979, p. 6).

**Figura 4 - Representação da Lei Zero da Termodinâmica**



Fonte: NUSSENZVEIG (2014, p.195)

Até o momento, a noção de temperatura ocorreu de modo qualitativo, “para que a temperatura possa ser considerada uma grandeza física, é necessário que saibamos medi-la, de modo que tenhamos um conceito quantitativo desta grandeza” (LUZ; ÁLVARES, 2006, p. 45). Para isso utilizamos um instrumento chamado de termômetro que mede a temperatura de um corpo (Figura 5). Em seu recipiente há um líquido ou gás, geralmente mercúrio ou álcool, que varia facilmente a sua coluna, que está graduado com os valores escalados. “Podendo ser de vários tipos e também utilizam substâncias nos três estados, o importante é a substância empregada apresentar grande poder de dilatação que seja muito sensível à variação de temperatura” (GREF, 1996, p. 52).

**Figura 5 - Termômetro**



Fonte: SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN (2008, p. 180)

O termômetro tem o seu funcionamento baseado na dilatação e contração do líquido e também por meio do equilíbrio térmico, quando as temperaturas aumentam sofrem uma dilatação, e quando as temperaturas diminuem obtém uma contração (HEWIIT, 2015, p. 286). Assim, é possível atingir o equilíbrio térmico do termômetro com o corpo, obtendo-se o quantitativamente a temperatura através da escala utilizada.

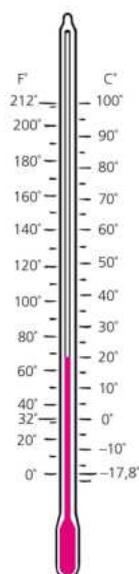
### 3.4 Escalas termométricas

Existem diversas escalas termométricas que se utilizam de pontos fixos com referência no ponto de fusão e ebulição da água, dentre elas as que mais se destacam são: Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Anders Celsius foi capaz de desenvolver uma escala centígrada, em que é dividida em 100 partes iguais. O ponto de fusão foi definido em  $0^{\circ}\text{C}$  e o de ebulição em  $100^{\circ}\text{C}$  a pressão de 1 atm, cada intervalo corresponde a variação de temperatura. A escala Celsius é usada em nosso cotidiano, na indústria, na ciência e na maioria dos países do mundo.

A escala Fahrenheit foi criada pelo Gabriel Daniel Fahrenheit, geralmente utilizada em países do hemisfério norte, como os Estados Unidos, o seu ponto de congelamento está em  $32^{\circ}\text{F}$  e o de vaporização em  $212^{\circ}\text{F}$ , em condições normais de pressão (1 atm), ou seja, sua divisão ocorre em 180 partes iguais. A diferença entre a escala Celsius e a Fahrenheit está em:  $1^{\circ}\text{F}$  corresponde a  $5/9^{\circ}\text{C}$  (Figura 6).

**Figura 6** - Termômetro nas escalas Celsius e Fahrenheit

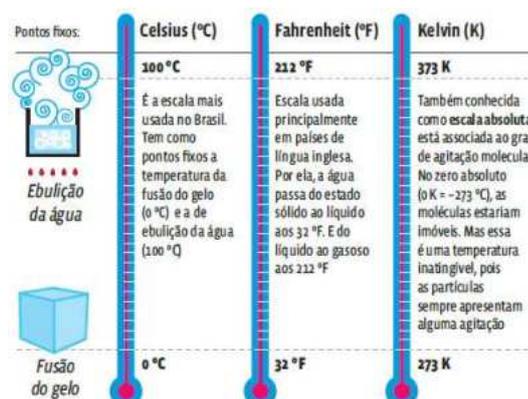


Fonte: HEWITT (2015, p. 286)

A escala Kelvin, comumente utilizada para fins científicos, foi desenvolvida pelo Lorde William Thomson Kelvin, é conhecida pelo zero absoluto, esta escala surgiu em torno de determinar valores de temperatura máximas e mínimas que um corpo pode atingir. Na teoria não há um limite superior que um corpo possa atingir, mas cientificamente e na prática é impossível atingir o valor de  $-273^{\circ}\text{C}$ , correspondendo ao

zero absoluto (0 K) (Halliday e Resnick, p. 414). Não há valores negativos na escala Kelvin, ou seja, o congelamento da água ocorre em 273 K (0° C) e sua vaporização em 373K (100° C). Como a escala Kelvin é calibrada de acordo com a energia da substância não se utiliza o grau (°) como nas escalas Celsius e Fahrenheit (Figura 7).

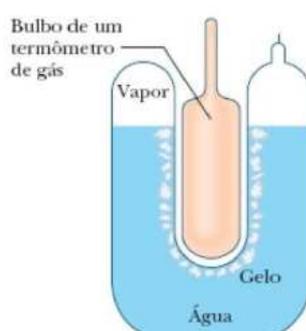
**Figura 7 - Escala Kelvin e Celsius**



Fonte: <https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem/temperatura>

Em 1954, adotou-se como padrão o ponto triplice da água, referência está em que a água está em seus três estados físicos (sólido, líquido e gasoso), correndo em 0,01°C ou 273,16 K, como a Figura 8, sendo ideal tal situação para a calibração de termômetros (GASPAR, P. 202).

**Figura 8 - Termômetro com o ponto triplo da água**

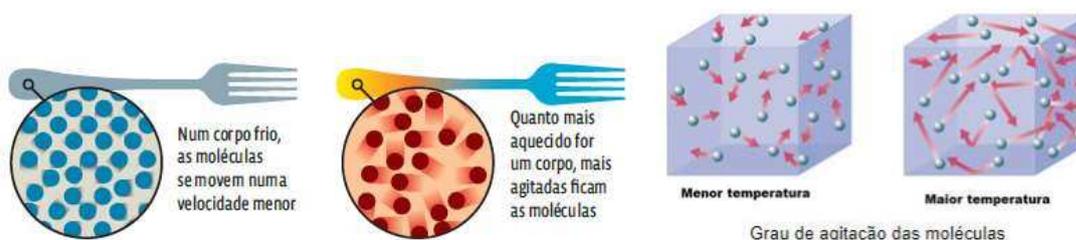


Fonte: HALLIDAY (2016, p. 416)

Sabe-se que todo corpo possui moléculas e partículas que estão em constante movimento desordenado, esta agitação é obtida por meio da energia cinética sendo capaz de aumentar e/ou diminuir a temperatura de um corpo, ou seja, quanto maior o grau de

agitação das moléculas maior será a sua temperatura, e quanto menos agitadas elas estão menor será a sua temperatura. (Figura 9).

**Figura 9** - Agitação das moléculas



Fonte: <https://cienciaemacao.com.br/pressao-volume-e-temperatura-o-que-voce-precisa-saber/>

É nítido que esta situação pode ser observada através dos estados físicos da água (sólido, líquido e gasoso), em que as moléculas de H<sub>2</sub>O vibram mais quando precisam alcançar a temperatura de mudança de fase, portanto a temperatura é a medida do grau de agitação térmica dos corpos.

### 3.5 Calor

Assim como a temperatura, o conceito de Calor é difícil de ser definido, principalmente por ser uma palavra bastante utilizada em nosso cotidiano, de forma equivocada. A sua definição passou por várias modificações e transições ao longo da história.

Os estudos sobre a natureza do Calor começaram a partir do século XVIII, com duas hipóteses, a primeira teoria foi apresentada em 1789, pelo químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) indicava que “os corpos possuíam uma substância fluida e indestrutível que “preencheria os poros” dos corpos e se escoaria de um corpo mais quente a um mais frio.” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 205), sendo conhecida pelo calórico e que este poderia passar de um corpo para outro, mas que ao final o calórico se conservaria. A segunda indicada por Newton em 1704 como: “O calor consiste num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos” fazendo referência à geração de calor a partir do atrito de forma que pudesse ser escoado do corpo tal qual a água de uma esponja. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 205).

Na mesma época, Benjamin Thompson (1753-1814), conde de Rumford, encontrou dificuldades na primeira hipótese. Em seus experimentos não foi detectado

nenhuma variação de peso quando o material era submetido a grandes quantidades de calor. Mas o maior problema estava na lei de conservação do calórico, pois a quantidade de calórico que podia ser retirada era ilimitada, desse modo Rumford escreveu:

Foi por acaso que me vi levado a realizar os experimentos que vou relatar agora...

Estando ocupado, ultimamente, em supervisionar a perfuração de canhões nas oficinas do arsenal militar de Munique, chamou-me a atenção o elevado grau de aquecimento de um canhão de bronze, atingido em tempos muito curtos, durante o processo de perfuração; bem como a temperatura ainda mais alta (acima do ponto de ebulição da água, conforme verifiquei das aparas metálicas removidas pela perfuração.

Meditando sobre os resultados dessas experiências, somos naturalmente levados à grande questão que tem sido objeto de tantas especulações filosóficas, ou seja:

Que é o calor? Existe um fluido ígneo? Existe alguma coisa que possamos chamar de calórico?

Vimos que uma quantidade muito grande de calor pode ser produzida pelo atrito de duas superfícies metálicas, e emitida num fluxo constante em todas as direções, sem interrupção, e sem qualquer sinal de diminuição ou exaustão...

... a fonte de calor gerado por atrito nessas experiências parece ser inesgotável. É desnecessário acrescentar que algo que qualquer corpo ou sistema de corpos isolado pode continuar fornecendo sem limites, não pode ser uma substância material, e me parece extremamente difícil, senão impossível, conceber qualquer coisa capaz de ser produzida ou transmitida da forma como o calor o era nessas experiências, exceto o MOVIMENTO.”

(RUMFORD, 1798, apud NUSSENZVEIG, 2014, p. 205).

Assim, Rumford foi levado a aceitar que o calor estava relacionado ao movimento vibratório das partículas de um corpo.

A máquina a vapor criada por James Watt (1736-1819) ainda no século XVIII era capaz de demonstrar na prática que o calor era capaz de produzir trabalho. Posteriormente, o médico Julius Robert von Mayer (1814-1878), refletiu sobre o problema quando observou que o corpo humano não precisava gerar tanto calor pela queima de alimentos, levando-o ao primeiro enunciado do Princípio de Conservação da Energia: (NUSSENZVEIG, 2014, p. 206):

As energias são entidades conversíveis, mas indestrutíveis ... Em inúmeros casos, vemos que um movimento cessa sem ter produzido quer outro movimento” (energia cinética) “que o levantamento de um peso” (energia potencial), “mas a energia, uma vez que existe, não pode ser aniquilada; pode somente mudar de forma, e daí surge a questão: Que outras formas pode ela assumir? Somente a experiência pode levar-nos a uma conclusão.

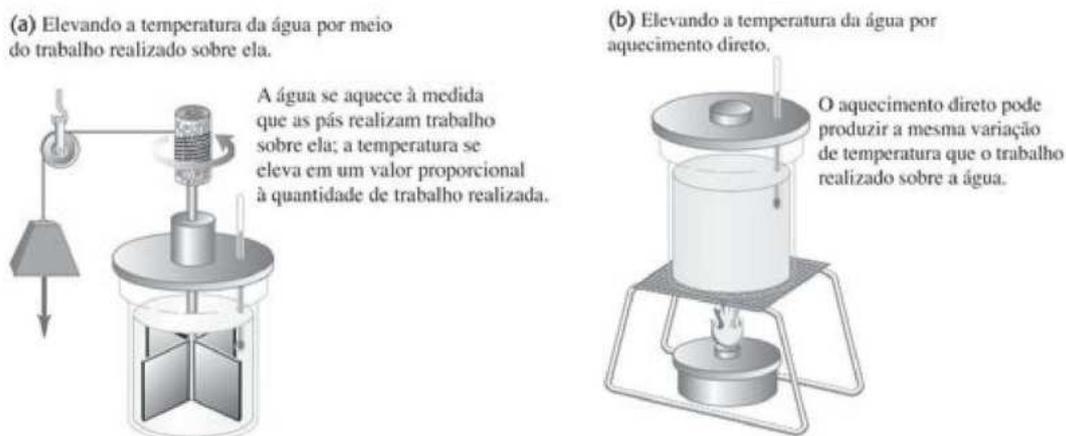
Nesta observação mostrou-se que o trabalho pode ser convertido em calor, ou seja, o calor é uma forma de energia.

A formulação geral do Princípio da Conservação de Energia só veio em 1847, no livro de Hermann von Helmholtz (1821-1894) demonstrando que o Princípio era aplicado a fenômenos mecânicos, térmicos, elétricos magnéticos, físico-químico, na astronomia e biologia:

chegamos à conclusão de que a natureza como um todo possui um estoque de energia que não pode de forma alguma ser aumentado ou reduzido; e que, por conseguinte, a quantidade de energia na natureza é tão eterna e inalterável como a quantidade de matéria. Expressa desta forma, chamei esta lei geral de Princípio de Conservação da Energia

Assim, no século XVIII e XIX o estudo do calor e outras formas de energia aumentou gradativamente. James Joule (1818-1899) observou como a água poderia ser aquecida ao ser mexida com um agitador. “As pás do agitador transferem energia para a água, realizando trabalho sobre ela, Joule verificou que o *aumento de temperatura é proporcional ao trabalho realizado*. A mesma variação de temperatura pode também ser obtida colocando-se a água em contato com algum corpo mais quente; logo essa interação também deve envolver uma troca de energia.” (SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 190) como a Figura 10.

**Figura 10 - Experimento de Joule**



Fonte: SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN (2008, p. 190)

O Calor é definido atualmente como energia térmica em trânsito, porém tal conceito ainda é muito amplo para determinar tal grandeza, pois fica a cargo de exemplos de como a energia térmica flui de um corpo de maior para o de menor temperatura de forma espontânea até os dois atingirem o equilíbrio térmico. Após a energia térmica ser passada para o corpo de menor temperatura esta se torna Energia Interna do sistema, ou

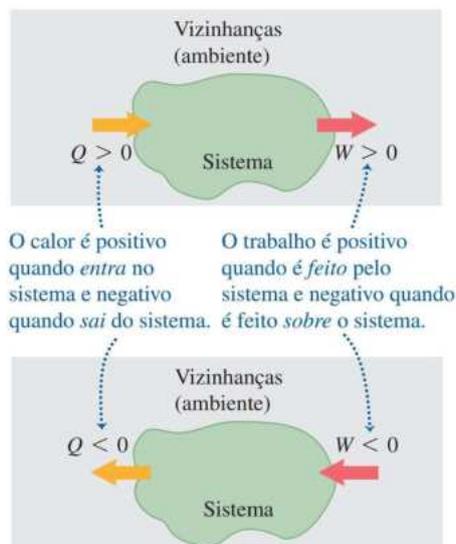
seja, a soma total das energias no interior de uma substância (TIPLER; MOSCA, 2009, p. 600).

A unidade de medida da quantidade de calor baseia-se na variação de temperatura de materiais específicos, sendo a caloria (cal) a quantidade de calor necessária para elevar um grama de água a temperatura em 1° C. O Joule (J), por ser energia, também corresponde a uma unidade de medida do calor, seu valor correspondente é: 1 cal = 4186 J. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 208). Esta quantidade de calor capaz de elevar a temperatura chama-se *calor específico*, este valor difere de material para outro material, para defini-lo bem é necessário que se tenha pressão e volume constantes, estes são os calores específicos principais.

### 3.6 Primeira Lei da Termodinâmica

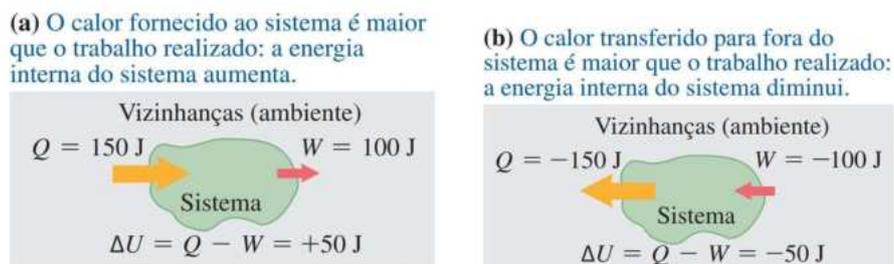
A Primeira Lei da Termodinâmica é uma extensão do Princípio da Conservação de Energia, isto implica que ela é capaz de inferir que as trocas de energia se ocorrem tanto pelo Calor quanto por realização de Trabalho, para isso é introduzido uma nova energia, esta é a Energia Interna de um sistema (SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 251).

Um Sistema Termodinâmico é um corpo ou um conjunto de corpos em que se deseja estudar, e tem o potencial de trocar energia com o ambiente, o que não faz parte desse sistema é considerado a vizinhança, Figura 11. Existem três situações para o estado: o sistema isolado não troca energia nem matéria com a vizinhança, o sistema fechado troca energia com a vizinhança, sem trocar matéria e o sistema aberto: troca tanto energia quanto matéria com a vizinhança.

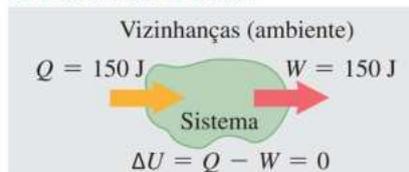
**Figura 11** - Sistema termodinâmico com trocas de energia

Fonte: SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN (2008, p. 253)

A variação de temperatura de um corpo ocorre devido à mudança de energia térmica do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente, esta energia é conhecida como Calor, representada pela letra  $Q$ . Quando a transferência de energia ocorre do ambiente para o sistema, diz-se que o calor foi absorvido pelo sistema, logo seu valor é positivo, isto significa que a temperatura do sistema é menor que a do ambiente. Quando a transferência acontece do sistema para o ambiente, ou seja, o calor foi cedido para o ambiente, seu valor é negativo, logo a temperatura do sistema é maior que a do ambiente. Quando as temperaturas são equivalentes entre o sistema e o ambiente, não há troca de energia, portanto o Calor é zero, vide Figura 12.

**Figura 12** - Transferência de energia

(c) O calor fornecido ao sistema é igual ao trabalho realizado: a energia interna do sistema não se altera.

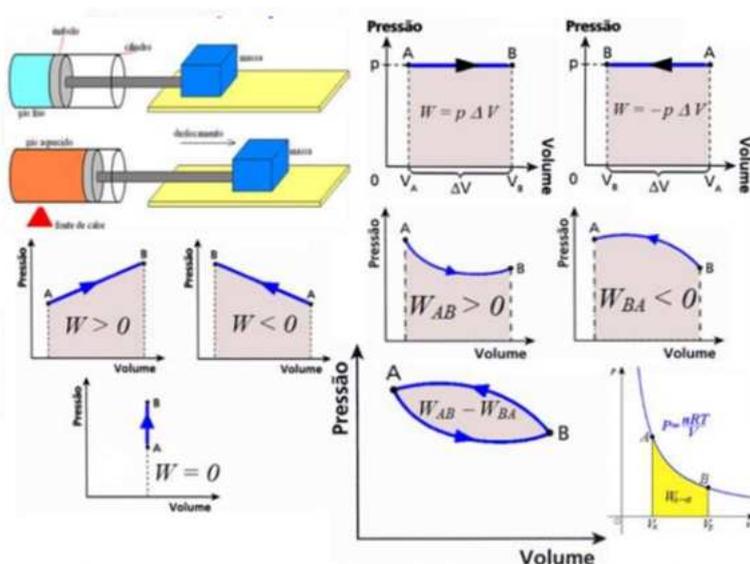


Fonte: SEARS; ZEMANSKY; YOUNG; FREEDMAN (2008, p. 257)

### 3.6.1 Calor e Trabalho

A relação de Trabalho com Calor acontece em vários processos termodinâmicos, em que a quantidade de calor é cedida ou recebida e o Trabalho é realizado pelo sistema ou sob o sistema, os valores correspondentes a Quantidade de Calor ( $Q$ ) e ao Trabalho ( $W$ ) podem ser positivos ou negativos, ou nulos. Para o valor positivo de  $W$ , temos que o trabalho foi realizado *pelo* sistema sobre sua vizinhança, ou seja, uma expansão, e para que  $W$  seja negativo o sistema realiza um trabalho *sobre* o sistema pela vizinhança, havendo uma compressão, Figura 13. Convencionalmente o  $W$  positivo infere sobre a pressão e o volume serem positivos, também.

Figura 13 - Trabalho realizado



Fonte: Nota de aula termodinâmica, professor Luizdarcy de Matos Castro

### 3.6.2 Energia Interna

A energia interna pode ser operacional, também e definida através da sua variação ( $\Delta U = Q - W$ ), esta relação demonstra que podemos obter a energia interna por meio de grandezas que podem ser medidas diretamente, o calor e trabalho, não obtendo o valor direto de  $U$ , mas apenas de sua variação.

A variação da energia interna independe do caminho, embora que  $Q$  e  $W$  dependam, durante qualquer processo termodinâmico ele só dependerá do seu estado inicial e final. A energia interna é função de suas variáveis temperatura ( $T$ ), pressão ( $p$ ) e volume ( $V$ ), devido a relação com a equação de estado. Portanto, podemos escrever a energia interna como função de duas variáveis termodinâmicas, por exemplo  $U = (T, V)$  (YOUNG E FREEDMAN, p. 256 e 257).

Assim a Primeira Lei da Termodinâmica é enunciada é por: Quando uma quantidade de calor  $Q$  é absorvida ( $Q$  positivo) ou cedida ( $Q$  negativo) por um sistema e um trabalho  $W$  é realizado por este sistema ( $W$  positivo) ou sobre ele ( $W$  negativo), a variação da energia interna, do sistema é dado matematicamente por:

$$\Delta U = Q - W \quad (1)$$

Se a variação de energia for infinitesimal, a equação 1 poderá ser reescrita como:

$$dU = dQ - dW \quad (2)$$

### 3.6.3 Processos termodinâmicos

A Primeira Lei da Termodinâmica possui alguns casos especiais, chamados de processos termodinâmicos. O processo termodinâmico acontece quando há variações no estado do sistema, no cotidiano são processos adiabáticos, processos cíclicos e isolados, volume constante (isocórico) e expansões livres.

Processos adiabáticos são aqueles que acontece sem a transferência de energia entre o sistema e sua vizinhança, ou seja,

$$Q = 0 \quad (3)$$

O sistema está isolado ou realiza o processo tão rápido que não é possível verificar qual foi a quantidade de calor utilizada no processo. Assim,

$$U_2 - U_1 = \Delta U = -W \quad (4)$$

O processo correspondente à equação 4, pode ser reversível ou não, pois a Primeira Lei representa a lei de conservação da energia.

Quando um sistema expande a pressão constante, o trabalho é positivo, logo, o sistema realiza trabalho sobre a vizinhança, assim,  $\Delta U$  é negativo, a energia interna diminui, diminuindo a sua temperatura. Quando o sistema comprime adiabaticamente, o trabalho é negativo, o trabalho é realizado sobre o sistema pela vizinhança, portanto, a energia interna aumenta, ocasionando em alguns processos o aumento de temperatura.

O processo cíclico ocorre com a sucessão de etapas retornando ao seu estado inicial, ou seja, o estado final é igual ao estado inicial, e a variação de energia interna deve ser zero, a primeira lei se resulta a:

$$U_2 = U_1 \text{ e } Q = W \quad (5)$$

O trabalho total realizado pelo sistema num ciclo reversível tem que ser igual a quantidade de energia transferida para o sistema, mas não necessariamente o  $W$  e  $Q$  precisam ser zero.

Em um sistema isolado, quando não há troca de calor ou trabalho do sistema com a vizinhança,

$$W = Q = 0 \quad (6)$$

assim,

$$U_2 = U_1 = \Delta U = 0 \quad (7)$$

Portanto, a energia interna do sistema permanece constante.

O processo isocórico, tem por definição seu volume constante, significa dizer que ele não realiza trabalho sobre as vizinhanças, logo,

$$W = 0 \quad (8)$$

assim,

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q \quad (9)$$

Toda forma de energia adicionada por meio do calor permanece no interior do sistema, facilitando o aumento da energia interna.

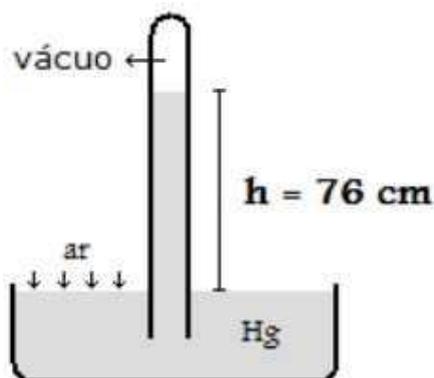
Para que ocorra a expansão livre é necessário que haja um recipiente com paredes isolantes com uma divisória frágil que pode ser quebrada, em um dos lados do recipiente há gás ao romper a divisória o gás sofre uma expansão rápida e sem controle, nenhum calor é transferido através das paredes, pois estão isoladas, o trabalho realizado nesta expansão também é nulo, pois não há deslocamento no recipiente, a pressão nem aumenta e nem diminui, logo  $Q$  e  $W$  são nulas e a energia interna é constante.

A expansão livre possui características que a difere dos outros processos, pois não acontece de forma controlada e lenta.

### 3.7 Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica é usualmente definida como o peso por unidade de área da coluna de ar acima desta posição, isto significa que o ar contido em nosso planeta é atraído pela Terra, pois tem um peso. A pressão exercida sobre os corpos depende da profundidade em que esses corpos se encontram.

Em 1643, Evangelista Torricelli um matemático e físico italiano, determinou pela primeira vez, a pressão atmosférica com relação ao nível do mar, por meio de um experimento que consistia em encher um tubo com um metro de comprimento de mercúrio e mergulhá-lo em um recipiente contendo também mercúrio, Figura 14.

**Figura 14** - Experimento de Torricelli

Fonte: [https://www.infoescola.com/fisica/pressao-atmosferica/#google\\_vignette](https://www.infoescola.com/fisica/pressao-atmosferica/#google_vignette)

Dessa forma, Torricelli interpreta esse fenômeno informando que o que mantinha a coluna de mercúrio nesta altura era a pressão atmosférica. Assim, estabeleceu-se que ao nível do mar 1 atm (uma atmosfera) é a pressão equivalente a exercida por uma coluna de 76 cm de mercúrio, onde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , logo:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

### 3.8 Calor específico

O calor específico possui este nome devido a quantidade de calor necessária para elevar  $1^\circ \text{C}$  a temperatura de 1 g de uma substância sendo medida em  $\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ , para que esta variação de temperatura ocorra a pressão é mantida constante, e/ou quando o volume dessa substância é constante. Desse modo, há existência de outros valores, ou seja, obtêm-se valores diferentes para calor específico a pressão constante e o calor específico a volume constante, estes são conhecidos como calores específicos principais (MOYSES, p. 208).

A quantidade de calor  $\Delta Q$  necessária para elevar a temperatura  $\Delta T$  é dada por:

$$\Delta Q = m c \Delta T = C \Delta T \quad (10)$$

em que  $C$  é determinada por Capacidade Térmica. A capacidade de um corpo é definida como uma constante de proporcionalidade entre o calor  $Q$  cedido ou recebido por um corpo, e a variação de temperatura  $\Delta T$ .

O Quadro 4 abaixo mostra alguns valores de calores específicos de diferentes substâncias.

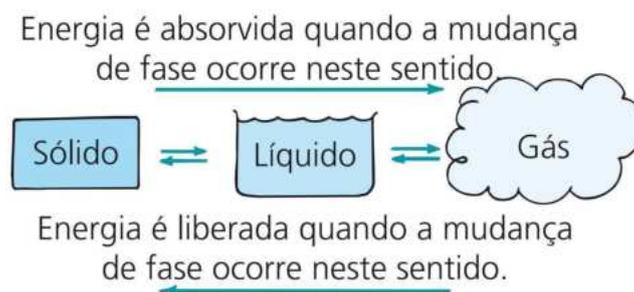
**Quadro 4 - Calores específicos para diferentes elementos**

SUBSTÂNCIAS	Calor Específico	
	Cal/g.K	J/Kg.K
<b>Sólidos Elementares</b>		
Chumbo	0,0305	128
Tungstênio	0,0321	134
Prata	0,0564	236
Cobre	0,0923	386
Alumínio	0,215	900
<b>Outros sólidos</b>		
Latão	0,092	380
Granito	0,19	790
Vidro	0,20	840
Gelo (a -10° C)	0,530	2220
Mercúrio	0,033	140
Etanol	0,58	2430
Água do mar	0,93	3900
Água doce	1,00	4187

Fonte: Halliday (2016, p. 432, 433)

### 3.9 Mudanças de fases

Em nosso cotidiano, estamos habituados a ver a matéria em três tipos de fases: sólida, líquida e vapor, estas dependem da temperatura e pressão que são exercidas sobre ela. Para que ocorra as mudanças de fases é necessário que se adicione ou retire energia neste sistema, ocasionando a fusão, evaporação, condensação, solidificação, e ainda a sublimação, Figura 15.

**Figura 15** - Esquema com mudança de fase

Fonte: Paul Hewitt (2015, p. 329)

Os sólidos ao absorver energia térmica vão vibrando aleatoriamente e começam a se dissociar, assim o sólido começa a derreter ou fundir. Em seu congelamento ocorre o inverso, apesar das temperaturas serem iguais ao derreter e ao congelar, cada substância pura possui bem definido o seu ponto de fusão e solidificação, as moléculas dessa substância começam a agitar menos e vibram em pontos fixos, formando o sólido.

A água é utilizada como um exemplo prático o seu estado físico líquido tem uma energia térmica que boa parte facilita que suas partículas vibram, e movem-se aleatoriamente colidindo uma com as outras aumentando a temperatura as suas moléculas começam a se afastar do restante líquido se tornando moléculas de vapor, evaporando, enquanto as que vibram com menor intensidade continuam juntas no líquido. O oposto da evaporação é a condensação, processo que converte vapor em líquido, também sob temperaturas iguais, nesta situação as moléculas vibram com menor intensidade, retornando a fase líquida por estarem mais próximas. Enquanto a sublimação é a passagem direta do sólido para o vapor.

A quantidade de calor capaz de modificar o estado físico da matéria chama-se Calor Latente, de fusão e de vaporização. O calor latente de fusão é a energia utilizada para separar as moléculas da fase sólida mudando o estado físico de sólido para líquido e o calor latente de vaporização, Quadro 5, é a quantidade de energia utilizada para afastar mais ainda as moléculas, assim muda-se de líquido para vapor, sendo dada por:

$$Q = m \cdot L \quad (11)$$

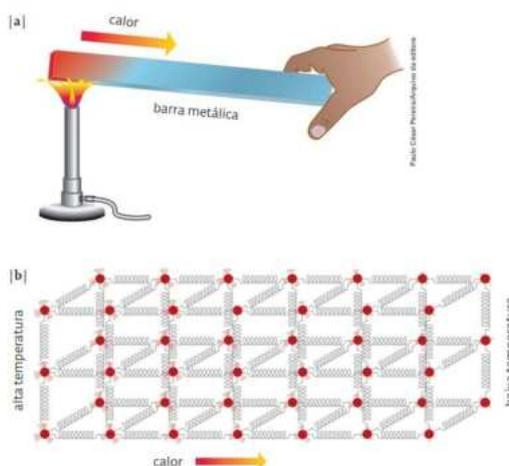
**Quadro 5 - Calor Latente de Fusão e de Vaporização de substâncias**

SUBSTÂNCIA	Fusão		Ebulição	
	Ponto de fusão (K)	Calor de fusão $L_f$ (KJ/Kg)	Ponto de Ebulição (K)	Calor de vaporização $L_V$ (KJ/Kg)
Hidrogênio	14	58	20,3	455
Oxigênio	54,8	13,9	90,2	213
Mercúrio	234	11,4	630	296
Água	273	333	373	2256
Chumbo	601	23,2	2017	858
Prata	1235	105	2323	2336
Cobre	1356	207	2868	4730

Fonte: Halliday (2016, p. 434, 435)

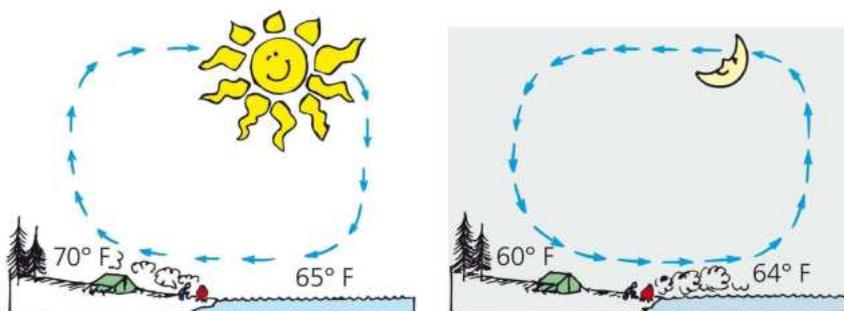
### 3.10 Processos de propagação do calor

O calor se propaga de um meio para outro por três processos: condução, convecção e radiação. A condução ocorre apenas em meios materiais em que haja uma diferença de temperatura entre as extremidades, por exemplo: quando colocamos sobre uma chama uma panela com água, o calor se transmite da chama à água através da parede metálica da panela (Figura 16).

**Figura 16 - Propagação de calor por condução**

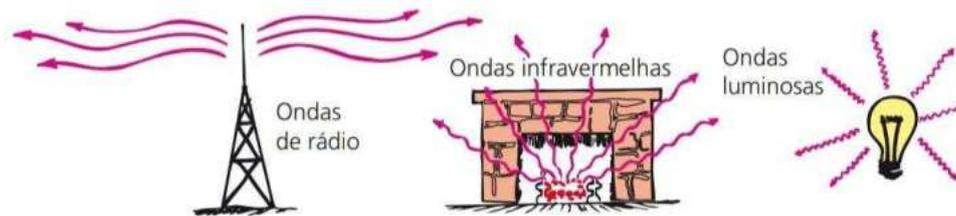
Fonte: LUZ; ÁLVARES (2016, p. 59)

A convecção acontece em fluidos (gases e líquidos) e assim o seu movimento se dá por uma circulação contínua entre a variação de densidade, em que a parte do fluido mais fria se torna mais denso fazendo-o descer e a mais quente atribui se uma densidade menor facilitando que suba logo gerando uma corrente de convecção, são exemplos: a circulação atmosférica e as correntes marinhas Figura 17.

**Figura 17 - Propagação de calor por convecção**

Fonte: HEWITT (2015, p. 306)

Enquanto a radiação não precisa ter contato acontece por meio da radiação eletromagnética, ou seja, é capaz de se propagar até no vácuo, essa radiação é emitida por qualquer corpo aquecido e pode ser absorvida pelo outro aumentando a sua temperatura, ou seja, convertendo em calor, são exemplos: um corpo sendo aquecido quando está próximo a um forno ou fogueira, Figura 18.

**Figura 18 - Propagação de calor por irradiação**

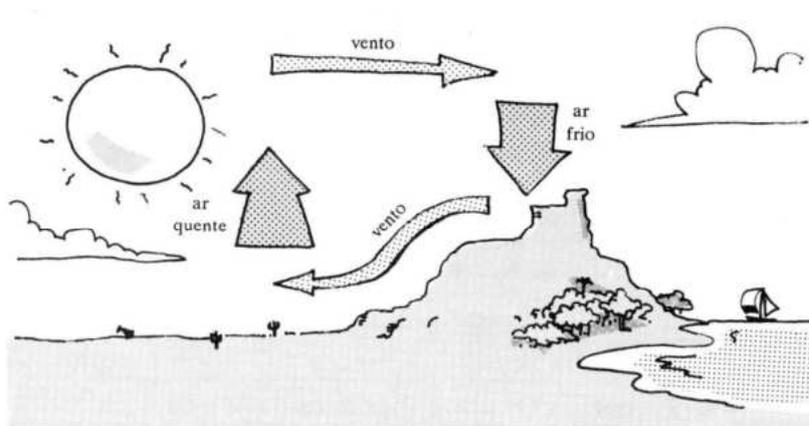
Fonte: HEWITT (2015, p. 307)

### 3.11 Fenômenos climáticos

A Termodinâmica é fundamental para os estudos do clima e meteorologia, estes são fenômenos que ocorrem em nossa atmosfera como chuva (ciclo da água), nevoeiro, gelo, geadas, ponto de orvalho, ventos (ciclo do ar), granizo, pois levam em conta conceitos de temperatura, calor e pressão.

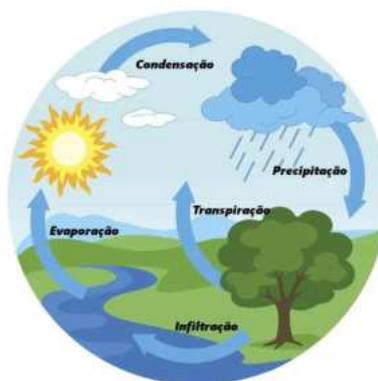
Sabe-se que a temperatura pode ser alterada quando se retira ou adiciona energia térmica (Calor), ou ao mudar a pressão em que há realização de trabalho, de forma análoga acontece com a temperatura do ar. O calor é adicionado por meio da radiação solar, por exemplo, e pode ceder calor pela evaporação da água. (HEWITT, p. 341)

O calor absorvido pela superfície terrestre não é totalmente uniforme, devido a inclinação do planeta Terra e incidência de raios solares nas regiões que são diferentes, o que facilita na formação de ventos, que precisa do aquecimento desigual. As massas de ar mais quentes possuem uma pressão menor, enquanto as massas de ar frias têm maior pressão e se movimentam na horizontal facilitando a geração de correntes de convecção, Figura 19, estes ciclos ocorrem constantemente sobretudo nas cidades litorâneas, como a brisa marítima.

**Figura 19 - Representação do Ciclo do Ar**

Fonte: GREF (1996, p. 122)

De modo semelhante, ocorre a formação das chuvas (ciclo da água). A água líquida corresponde a 70% na superfície terrestre, estando em mares, rios, lagos e geleiras, sendo encontrada também no subsolo e no ar. A radiação solar é capaz de evaporar a água e esta em seu estado de vapor possui uma densidade menor facilitando que suba, ao se afastar do solo a água se condensa (passa de vapor para líquido) formando pequenas gotículas que ao se agruparem formam nuvens, neblinas e névoas que se deslocam devido ao ciclo do ar, que facilitando a evaporação e a regularidade nas chuvas. A água retorna ao solo pela precipitação, e novamente evapora, Figura 20.

**Figura 20 - Ciclo da água**

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>

Outros processos termodinâmicos que ocorrem na atmosfera fazem parte do ciclo da água, mas dependem das condições atmosféricas para ocorrer. O ponto de orvalho, por exemplo, acontece devido o vapor d'água em contato com as plantas e objetos, e da variação de temperatura durante o dia e a noite, as noites geralmente possuem

temperaturas mais baixas e ao iniciar o dia as temperaturas vão aumentando acontecendo a condensação, formando gotículas de água na superfície.

O nevoeiro, também conhecido por névoa, é formado por várias gotículas de água que estão suspensas próximas ao solo, sua formação depende da temperatura, umidade do ar e quantidade de partículas presentes no ar. Assim, ao se condensar as gotículas de água podem formar garoas ou chuvisco, e se a temperatura diminuir pode ser ter a formação de cristais de gelo. O granizo, chuva de pedra, são formadas por nuvens que estão em grande altitude, quando a pressão diminui e a temperatura é inferior ao do congelamento. Na interação das gotas com partículas de poeira e fumaça ao se precipitar congelam formando os granizos, por isso ocorrem em cidades que possuem uma altitude muito grande.

## **4. METODOLOGIA**

O presente capítulo aborda a metodologia empregada e as etapas de desenvolvimento.

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

Esta pesquisa possui como abordagem qualitativa, segundo Gerhardt e Silveira (2009), preocupando-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.

A sua natureza é dada por uma pesquisa aplicada, tendo como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, focando na solução de problemas determinados.

Conforme o objetivo, a pesquisa foi classificada como exploratória e descritiva. Se caracteriza como exploratória pois o seu objetivo proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, promovendo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002, p. 41). De acordo com Gil (2002), a pesquisa também se apresenta como descritiva “uma vez que, esta apresenta uma descrição das características de determinada população ou fenômeno”. Desse modo, este trabalho apresenta a descrição de fatos que ocorreram durante a aplicação da sequência didática.

Quanto ao procedimento metodológico, desenvolvemos uma pesquisa em que é desenvolvido um estudo que busca analisar como os estudantes interpretam os conceitos da física térmica. E buscamos utilizar, como um dos recursos, textos didáticos desenvolvidos a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas.

### **4.2 Lócus e sujeito da pesquisa**

A pesquisa foi realizada no Colégio Nercy Antônio Duarte (CENAD), localizado na região da Chapada Diamantina em Barra da Estiva/Ba, situado na rua Francisco Santana Sobrinho, s/n, Bairro Alto da Barra, próximo ao centro da cidade. Sendo a segunda escola da rede estadual no município, possuindo como IDEB atual de 4,0. Esta escola possui 25 anos de existência, sendo inovadora e atrativa, pois apresenta aulas dialogadas e práticas (quando possível), projetos como os estruturantes, gincanas sociais e também o CENAD Cultura (projeto este desenvolvido pela escola apresentando

diversos temas), de modo a estimular o protagonismo juvenil e também descobrir novos talentos, assim são características reconhecidas por toda comunidade local.

É um colégio de grande porte, com aproximadamente 800 alunos matriculados nos três turnos, oferecendo o Ensino Médio Integral e Regular, o Ensino Técnico Profissionalizante (Curso de Administração), Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Subsequente (Agricultura). A equipe gestora é composta por um diretor, um vice-diretor e uma coordenadora pedagógica e o quadro docente possui 24 professores.

Dispondo de 09 salas de aula, 01 sala de professores, 01 sala de coordenação, 05 banheiros, 01 cantina, 01 sala de secretaria, 01 sala de direção, 02 salas de depósito, 01 quadra poliesportiva sem cobertura, 01 sala de informática, 01 biblioteca. E no que se refere a materiais instrucionais, a escola dispõe de 09 televisões; 02 Datashow, 01 computador de apoio aos professores, 02 computadores para o corpo administrativo, 01 para uso da biblioteca e 01 para auxílio da gestão, além de 06 notebook, e impressoras para reprodução e impressão de textos/documentos.

Implementamos a sequência didática nas segundas-feiras dos meses de outubro e novembro, contabilizando 8 aulas, cada uma com 45 min de duração, distribuídas em 4 semanas, no turno matutino do ano de 2023 e o público estudantil escolhido foram alunos do 2º Ano do ensino regular, com 35 alunos frequentes, com faixa etária de 15 a 17 anos.

Com a reforma do novo ensino médio a disciplina de física, foi reduzida a uma hora/aula por semana, de 45 min. Diante disso, trabalhamos na disciplina de itinerário formativo do eixo de ciências exatas “Cidade em Movimento” que possui como ementa elementos de física voltados para uma perspectiva cotidiana.

### **4.3 Descrição das atividades realizadas**

Tivemos como objetivo desenvolver o conteúdo de Física voltado para a Termodinâmica envolvida nos fenômenos climáticos em cidades baianas, tendo como suporte os Três Momentos Pedagógicos (3MPs) proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco. Desse modo, as atividades planejadas e desenvolvidas são compreendidas de acordo com as atividades listadas abaixo no Quadro 7.

As atividades descritas abaixo foram planejadas de acordo com cada etapa do momento pedagógico. O ponto de partida ocorreu com a construção de Textos Didáticos, neles foram abordados temas voltados aos fenômenos climáticas buscando fazer de forma

didática e objetiva trazendo uma relação com a física, no total foram escritos cinco textos didáticos buscando trazer diversas temáticas acerca do clima encontrado no estado da Bahia e em diferentes cidades. Posteriormente tendo em vista as etapas dos momentos pedagógicos com a problematização inicial foi proposto um questionário de sondagem, este foi criado a partir de situações cotidianas buscando obter os conhecimentos acerca do conteúdo de Termodinâmica, em sequência a idealização do debate se deu para que os estudantes pudessem externalizar suas ideias e discutir de modo introdutório conceitos de Termodinâmica, em que o docente pudesse instigar os estudantes acerca do tema.

Na Organização do Conhecimento ocorre com a apresentação dos conceitos, assim foi idealizado uma aula expositiva e dialogada, contendo não apenas os conteúdos, mas ao longo dos slides perguntas para que os estudantes pudessem acompanhar e construir seu conhecimento de forma lógica, o uso de simulação PhEt - Mudança de fases foi escolhida para que os estudantes pudessem visualizar melhor como ocorre a mudança de estados físicos buscando trazer uma participação destes, em seguida propôs apresentar vídeos de fenômenos climáticos com situações reais que ocorreram em cidades baianas como forma de aproximar o cotidiano com os conceitos também apresentados.

A atividade escolhida para aplicação do conhecimento dos estudantes foi por meio da construção de mapas conceituais, pois com eles os estudantes podem fazer a ligação entre os fenômenos climáticos e os conceitos de temperatura, calor, mudança de fase dentre outros conceitos de física.

Em sequência foi planejado dividir a turma em grupos para que pudessem realizar a leitura dos Textos didáticos construídos no início da sequência de forma coletiva para que os estudantes não se cansassem da leitura e também como forma de retomar as questões realizadas no debate inicial. Por fim, os grupos construíram se mantiveram para responder um quiz online com perguntas que já haviam sido abordadas e questões do Enem em que os alunos pudessem relacionar essas questões com o que foi ensinado na etapa anterior.

A escolha desse quiz online se deu por conta do seu formato, em que os estudantes acabam competindo entre si, mas também tentam responder da melhor forma possível em um tempo menor. No quiz a escolha de um apelido e avatar para poder representar aqueles estudantes. Assim, essa atividade busca trazer uma interação e não só contextualizar, mas fazer com que o estudante de modo a contextualizar o estudante e escreve de modo que

os estudantes pudessem escrever com suas palavras a partir de conhecimentos prévios acerca de conteúdos do seu cotidiano.

**Quadro 6** - Síntese das etapas dos três momentos pedagógicos e atividades realizadas

<b>ETAPAS</b>	<b>MOMENTO PEDAGÓGICO</b>	<b>AULA</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES</b>
Etapa 1	Problematização inicial	1 e 2	Aplicação um questionário de sondagem;
		3	Debater questões relacionadas aos efeitos climáticos, por meio de breves textos didáticos;
Etapa 2	Organização do conhecimento	4 e 5	Aula expositiva e dialogada partindo das ideias iniciais sobre sensação térmica, temperatura e calor, abordando os processos de propagação de calor, como ocorre as mudanças de fase e sobretudo como ocorre os fenômenos climáticos; Apresentação de vídeos com a demonstração de fenômenos climáticos em cidades baianas; Simulação através do PhET;
Etapa 3	Aplicação do conhecimento	6	Construção de mapas conceituais;
		7	Leitura compartilhada e discussão a respeito dos textos didáticos, retomando as questões do debate inicial;
		8	Aplicação de quizz - Através da plataforma Kahoot realizar um quiz com perguntas direcionadas aos textos didáticos voltados para as questões do ENEM.
<b>TOTAL</b>			8

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Inicialmente, procuramos observar e compreender a concepção dos alunos diante a tópicos de Termodinâmica, por meio de um levantamento de questões relacionadas ao seu cotidiano. Em seguida, com a apresentação dos conceitos relacionados, realizou-se uma organização do conhecimento, através de apresentação de slides, vídeos e demonstração de simulado. Por fim, analisou-se de forma

qualitativa os conhecimentos adquiridos pelos estudantes ao longo da aplicação do conhecimento com a realização de atividades individuais e coletivas.

A pesquisa ocorreu de modo a identificar se os estudantes conseguiram refletir sobre a importância de estudar Termodinâmica e também de observar como esta metodologia pode contribuir para o processo de ensino. Os dados obtidos apresentam produções escritas pelos alunos, que foram analisadas de forma indutiva.

### **4.3.1 Problematização inicial**

#### **AULA 1 E 2**

Essa é a fase inicial dos três momentos pedagógicos. A Problematização Inicial apresenta questões e/ou situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p. 201). Portanto, esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema.

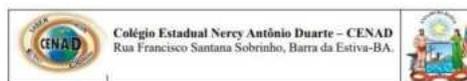
Assim, na primeira e segunda aula tivemos como objetivo:

- Apresentar a proposta de trabalho e conceitos a serem abordados;
- Estimular a participação e compromisso dos estudantes;
- Aplicar um questionário de sondagem;
- Instigar o pensamento dos estudantes através de situações simples da sua realidade;

Utilizou-se do seguinte recurso didático:

1. Questionário de sondagem, com questões contextualizadas sobre situações encontradas no cotidiano e realidade dos estudantes, Figuras 21, 22 e 23 (APÊNDICE B);

## Figura 21 - Questionário utilizado



### Questionário de Sondagem

Este questionário tem por objetivo fazer um teste a respeito do conhecimento que a turma possui sobre o tema que trabalharemos na disciplina. O referido estudo faz parte da etapa de definição da metodologia e instrumentos de coleta de dados a serem utilizados na minha pesquisa como mestranda do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia sob orientação do Prof. Luizdarcy de Matos Castro e da Profa. Cristina Porto Gonçalves. Antes de responder às perguntas que se seguem identifique-se com alguns dados. Desde já agradeço a sua colaboração e asseguro a confidencialidade das informações obtidas e a sua privacidade como participante deste estudo. Prof<sup>a</sup>. Laila Silva Alves

2 / 7

Nome: \_\_\_\_\_

1. Observe esse belo filtro de barro no interior de uma casa no Parque Nacional da Chapada Diamantina em Barra da Estiva - Ba. Quem já tomou água de um filtro de barro sabe que essa é bem mais fresca que as colocadas em recipientes de vidro, plástico ou metal. Por que a água nos filtros de barro se mantém fria?

Interior de uma casa no Parque Nacional da Chapada Diamantina em Barra da Estiva - Ba



Fonte: [https://www.tripadvisor.com.br/VacationRentalReview-g2352246-d6899967-Entry\\_Inner\\_Park\\_Nacional\\_Chapada\\_Diamantina-Barra\\_Da\\_Estiva\\_State\\_of\\_Bahia.html](https://www.tripadvisor.com.br/VacationRentalReview-g2352246-d6899967-Entry_Inner_Park_Nacional_Chapada_Diamantina-Barra_Da_Estiva_State_of_Bahia.html)

2. A região da Chapada Diamantina, já conhecida pelas suas belas paisagens e inúmeros atrativos naturais, vem ganhando espaço internacional pela qualidade e

excelência das variedades de cafés produzidos, em sua maioria, por agricultores familiares. Os grãos colhidos nos moinhos da Chapada Diamantina produzem cafés com características singulares e se tornaram muito conhecidos pela sua qualidade e sabores especiais. Os cafés da Chapada colecionam prêmios nacionais e internacionais, a título de exemplo, entre os vários prêmios recebidos em 2018, está o Cup Of Excellence 2018, um concurso para avaliar cafés especiais. Entre os 37 premiados na categoria "Pulped Naturals", de cerejas úmidas despolpadas ou descascadas, 46% saíram de cafezais da Chapada Diamantina. Na figura abaixo mostramos um delicioso café oriundo da Chapada Diamantina sendo coado em um pequeno coado de pano. Observamos que o café está bem "quentinho" devido a visualização de uma fumacinha branca. O que é essa fumacinha branca?

Coando café



Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

3. O Rio Paraguaçu é o maior rio genuinamente baiano. Seu nome Paraguaçu é de origem indígena e significa "água grande, mar grande, grande rio". Nasce no Morro do Ouro, Serra do Cocal, município de Barra da Estiva, Chapada Diamantina - Ba, segue em direção norte passando pelos municípios baianos de Ibicoara, Mucugê e até cerca de 5km a jusante da cidade de Andaraí, quando recebe o rio Santo Antônio. O Morro do ouro possui 1550 metros de altitude e se impõe na paisagem do município, de forma que podemos apreciar todo o município do seu topo. Por uma trilha repleta de plantas endêmicas, flores, pequenas nascentes e esculturas naturais formadas pelas chuvas mais abundantes que na região. Abaixo podemos observar a Nevoa e frio no alto do Morro do Ouro localizado na cidade de Barra da Estiva.

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

## Figura 22 - Questionário utilizado

Nevoa e frio no alto do Morro do Ouro na cidade de Barra da Estiva na Chapada Diamantina



Fonte: <https://www.diamantina.com.br/participa/21252/nvoa-e-frio-no-alto-morro-de-ouro-pela-montanha-barra-da-estiva-ba-ba>

Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?

4. Na figura abaixo podemos ver um forte nevoeiro que cobriu a cidade de Barra da Estiva. Mas o que é o nevoeiro ou neblina? O nevoeiro é o mesmo garoa ou chuveiro? Já que falamos de chuveiro, como são formadas as chuvas? Você já viu chuva de granizo (chuva de gelo)? Você sabe como são formadas as chuvas de granizo?

Nevoeiro em Barra da Estiva - Ba



Fonte: <https://www.diamantina.com.br/participa/21252/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>

5. A Chapada Diamantina é reconhecida mundialmente sua biodiversidade, dezenas de unidades de conservação e centenas de espécies, cerca de 24 espécies de animais e plantas que só existem na Chapada Diamantina. Abaixo podemos apreciar a esponjinha mucugueana (*Calliandra cf. mucugueana*), essa linda planta é Arbusto comum no campo rupestre, entre rochas da Chapada Diamantina, sendo identificada em Mucugê-BA. As gotas de orvalho na esponjinha tornam a imagem muito mais linda, além disso, nas regiões onde chuvas são escassas, o orvalho exerce importante papel de umidificação dos terrenos. Mas o que vem a ser o orvalho? Ele cai como a chuva ou o chuveiro? Como dito na letra da música abaixo:

*O orvalho vem caindo,  
Vai molhar a meu chapéu.  
Noel Rosa - O Orvalho Vai Caindo*



Será que Noel Rosa e Kid Pepe viram o orvalho cair? Será que o orvalho cai? Como e quando ele aparece?

Esponjinha mucugueana (*Calliandra cf. mucugueana*)



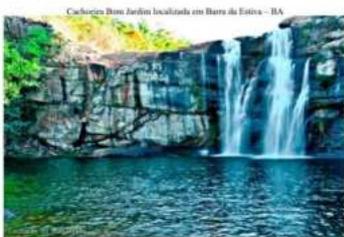
Foto: Rodrigo Dantas - <https://www.goiachapada Diamantina.com.br/21-especies-que-ao-existem-na-chapada-diamantina/>

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Figura 23 - Questionário utilizado

6. Segundo o jornal Correio 24 horas, foi concedida no dia 04 de janeiro de 2022, pelo Instituto do Meio Ambiente da Bahia (Inema), a Licença Prévia (LP) ao Complexo Híbrido Eólico e Solar Alfazema, que está sendo desenvolvido na região sudoeste da Bahia. Considerado o segundo maior projeto híbrido em desenvolvimento no Brasil, o Alfazema está sob responsabilidade da empresa Quimto Energy. Ao todo, serão 340 aerogeradores e 850 mil módulos solares, que serão instalados nos municípios de Itacaré, Barra da Estiva, Jussiapé, Taibaçu, Ibicoara e Mucugê. A capacidade instalada será de 1,5 GW/ano - o equivalente à quantidade necessária para abastecer 2,8 milhões de residências. Mas como são formados os ventos? Como diferentes regiões podem apresentar diferentes velocidades e direções do vento?

7. Na figura abaixo podemos ver a Cachoeira do Bom Jardim localizada em Barra da Estiva - BA. A bela queda d'água desce por um paredão rochoso e forma um amplo poço para banho e nado. O passeio até a cachoeira pode ser realizado a partir dos assentamentos rurais vizinhos ao Parque Nacional, que oferecem aos visitantes roteiros de turismo de base comunitária que adicionam experiências autênticas ao turismo de natureza através do dia a dia das comunidades. Além de conhecer as cachoeiras, ainda é possível, por exemplo, visitar uma fábrica artesanal de rapadura e fazer uma colheita em hortas agroecológicas. Os roteiros "Em Cantos da Chapada Diamantina" foram elaborados a partir de um projeto realizado pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) com o intuito de promover o desenvolvimento e renda das comunidades que moram e guardam o patrimônio ambiental.



Cachoeira Bom Jardim localizada em Barra da Estiva - BA

Fonte: <https://www.guaia.bahia.gov.br/cachoeira-do-bom-jardim/>

Você já deve ter notado que a água que cai de uma cachoeira é muito mais fria que a água do Rio antes da queda d'água ou das piscinas naturais abaixo da cachoeira. Mas o que torna essa água tão fria? Você já ouviu falar da Cachoeira da Fumaça? Ela está no Vale do Capão localizada na Chapada Diamantina, entre os municípios de Lençóis e Palmeiras, no estado da Bahia, veja figura abaixo. Mas, por que o nome Cachoeira da Fumaça? Será que a água se aquece até virar "fumaça"?



Cachoeira da Fumaça no Vale do Capão

Fonte: <https://www.bahia.br/cachoeira-da-fumaça-vale-do-capao/>

8. Segundo a matéria de 20/05/2022 do site **Muito Informação**, o frio atingiria pelo menos cinco cidades do sudoeste da Bahia, com temperaturas abaixo de 10°C. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o fenômeno em pleno Outono é efeito da massa polar que gerou a onda de frio na região há pouco mais de 24 horas. Em Rio de Contas, Barra da Estiva e Ibicoara, os termômetros devem marcar 7°C. Já em Maracás, a temperatura deve ficar em 8°C, enquanto Barra do Choça tem mínima prevista de 9°C.

A matéria também informou que Inmet também fazia um alerta importante: além da baixa temperatura, os municípios podem ser atingidos por fortes ventos, entre 15 km/h e 30 km/h, o que provoca uma sensação térmica de quatro graus a menos que o registrado pelos termômetros. Disponível em <https://muitoinformacao.com.br/post/55830-in-temete-em-pleno-outono-cidades-do-sudoeste-bahiano-podem-ter-temperaturas-abaxio-de-10-c-esta-sexta-feira>.

Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?

9. Barra da Estiva, possui um clima Océânico, criado por sua elevada altitude (1050 m acima do nível do mar) e sua posição no agreste baiano que leva a cidade a receber, ainda uma influência marítima, das massas nebulares vindas do oceano atlântico e das massas polares oceânicas advindas do Brasil meridional. Apesar de ter uma quantidade de chuvas inferior a diversas cidades com este tipo de clima, Barra da Estiva, chove anualmente o mesmo que o Clima Océânico de Paris, na França. No entanto, o território de Barra da Estiva é composto 100% pelo bioma Caatinga, ou seja, Barra da Estiva é um município do Semiárido Brasileiro e muitas comunidades circunvizinhas a Barra da Estiva que possui menor altitude tem clima predominante quente e seco, como podemos ver na imagem comparativa abaixo. A comunidade de Pombo Velho, por exemplo, possui um clima de sertão apesar de está bem próxima de Barra da estiva.

Mas, se o ar quente sobe e o frio desce: por que a temperatura geralmente diminui quando altitude aumenta?



Vale do Capão Barra da Estiva - Bahia

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=18V7uA-Lv0I>

10. Analise as figuras abaixo:



Previsão do tempo Barra da Estiva - BA

Fonte: <https://www.informadaria.com.br/24horas-interno-dimensao-temperatura-e-outra-caatinga-em-barra-da-estiva-continua-a-queimar/>

Você já ouviu dizer que o clima está doído? Você acredita que é possível prever o tempo a longo prazo?

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Iniciou-se a aula com a recepção dos alunos, apresentando apenas a introdução do trabalho a ser desenvolvido na turma, o programa de mestrado que auxilia na produção do produto educacional. Explicitando o motivo do trabalho, seus objetivos e conceitos a serem abordados.

Posteriormente, houve aplicação do questionário de sondagem para conhecer quais são as concepções iniciais dos alunos acerca de conteúdos relacionados à física térmica. Foi determinado que os estudantes não poderiam acessar a internet como recurso para obter as respostas, pois o formato da questão já conduziria eles a pensarem e desenvolverem suas respostas de acordo com seus conhecimentos prévios.

Assim, neste momento foi realizado um diálogo entre o docente e os estudantes, de forma que os informem sobre a importância deles expressarem com suas próprias palavras, de forma que os estudantes pudessem desenvolver suas respostas de acordo com seus conhecimentos prévios.

### AULA 03

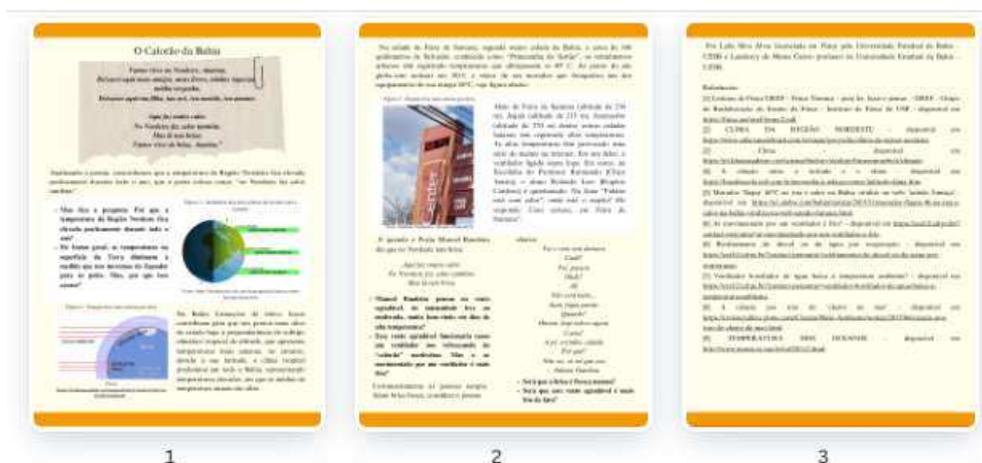
No segundo dia de aplicação da sequência didática, tivemos como objetivo:

- Discutir e debater perguntas do questionário;
- Analisar quais conceitos de física poderiam estar envolvidos nas situações de cada pergunta;

Utilizou-se do seguinte recurso didático:

1. Slides com perguntas e imagens para orientar as discussões, Figura 24;

Figura 24 - Questionário para debate



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Retomamos uma parte da primeira parte da sequência didática, para contextualizá-los acerca da nova fase. Assim, com o auxílio da TV, projetamos novas questões dos textos didáticos e realizamos debates e discussões a respeito das questões abordadas

anteriormente, visando conhecer o repertório dos alunos, sobre algumas das aplicações da Termodinâmica, fenômenos climáticos.

Com a finalidade de identificar como os discentes se referiam sobre o contexto cotidiano e com os fenômenos climáticos, foram utilizadas figuras da região da Chapada Diamantina e de outras cidades baianas para que pudessem associá-las.

Nesse momento, foi estabelecido um diálogo, de modo que incentivasse a participação dos alunos. Assim, o professor possui um papel de mediador sem apresentar as respostas aos alunos.

#### **4.3.2 Organização do conhecimento**

Em seguida, com a Organização do Conhecimento, temos que os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial devem ser sistematicamente estudados sob orientação do professor. As definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados. Delizoicov e Angotti (1990) ressaltam a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

#### **AULA 04 E 05**

Assim, os objetivos destas aulas são:

- Apresentar o conceito de sensação térmica a fim de introduzir a ideia de temperatura;
- Conceituar temperatura como o grau de agitação da energia;
- Determinar que o calor é um tipo de energia;
- Estabelecer uma diferença entre temperatura e calor;
- Mostrar como ocorre a mudança de fase através de simulação no PhET;
- Apresentar os fenômenos climáticos que ocorrem na região da Bahia;

Utilizou-se do seguinte recurso didático:

1. Notebook;
2. Televisão (datashow/retroprojeto);
3. Slides com imagens e conceitos para orientar as discussões;
4. Simulador PhET para apresentar as mudanças de fases;

5. Vídeos diversos sobre a ocorrência de diferentes fenômenos climáticos em cidades baianas;

Nesta etapa do momento pedagógico foi abordado os conceitos de Física desenvolvendo não só a exposição do conteúdo, mas o diálogo com os estudantes, ou seja, iniciamos o tratamento dos conceitos relacionados a Sensação Térmica, Temperatura, Calor e Pressão Atmosférica foi necessário estabelecer uma ordem na abordagem dos conceitos justamente para que o aluno pudesse compreender melhor e que existisse lógica na ordem dos conceitos.

Assim, inicialmente os alunos foram instigados a pensar sobre situações do cotidiano em que há relação de temperatura e calor, foi possível conduzir a aula apresentando as ideias e formulando os seus conceitos de forma fluida por meio desses exemplos e também pelas ilustrações contidas no slide, principalmente sobre a abordagem dos fenômenos climáticos, Figura 25.

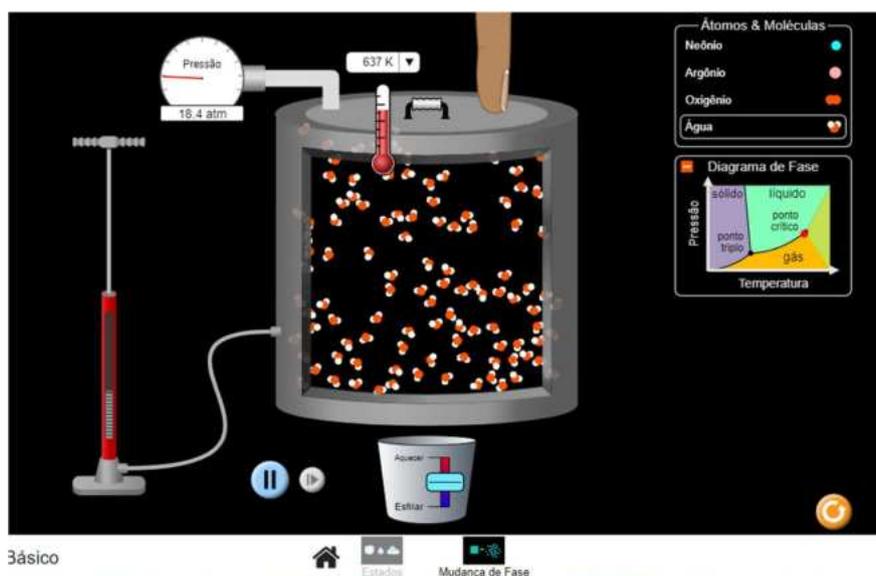
**Figura 25 -** Imagens utilizadas no slide



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A abordagem anterior trouxe respaldo para demonstrar uma simulação PhET, Figura 26, em que pode ter uma visão microscópica da agitação das moléculas, e como ocorre a transferência de energia, pois em muitos momentos os discentes só possuem a percepção do macroscópico. Neste momento apresentou-se o simulador PhET Estados da Matéria: Básico, que permitiu visualizar os três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) bem como observar como os átomos e moléculas passam de um estado para outro ao serem aquecidos, resfriados e comprimidos.

**Figura 26 - Simulação do PhET**



Fonte: PhET ([https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics\\_all.html?locale=pt\\_B](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_B))

Assim, demonstrou-se a mudança de estado físico da molécula de água e solicitamos que os discentes verifiquem sua organização, de modo que estes observem e verifiquem a temperatura indicada no termômetro acima do recipiente quando se troca o estado físico. Em seguida os estudantes devem realizar a simulação e responder seguintes perguntas:

- O que acontece com todos os átomos e moléculas conforme passamos do estado sólido para o líquido e depois para o vapor? O que aconteceu com a temperatura nessa troca?
- Como a temperatura (seu aumento ou diminuição) está relacionada com o grau de agitação das partículas?

Em seguida serão apresentados vídeos, de acordo com o Quadro 7, de modo a esclarecer algumas curiosidades acerca das cidades baianas, como as principais cidades mais frias da região nordeste, as maiores chuvas de granizo que ocorreram no estado em 2020, e as diferenças entre orvalho, neve e geada. Neste momento o professor deverá inicialmente realizar as seguintes perguntas:

- Qual o clima predominante no estado da Bahia?
- O que é necessário para defini-lo?

- Porque existem cidades que possuem características peculiares no Nordeste, como temperaturas amenas, sendo estas como Barra da Estiva, Piatã e Vitória da Conquista?
- Já ocorreu chuva de granizo na Bahia? Como elas se formam?
- Como ocorre a geada e o orvalho, são a mesma coisa?

**Quadro 7 - Vídeos utilizados em sala de aula**

<b>Título do vídeo</b>	<b>Link de acesso</b>
Climas do Brasil - Toda Matéria	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ltC9e2RpVzQ">https://www.youtube.com/watch?v=ltC9e2RpVzQ</a>
Mar invadindo tudo hoje em salvador Bahia, avião não consegue pousar devido aos Fortes ventos	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=61CSpBFkiWU">https://www.youtube.com/watch?v=61CSpBFkiWU</a>
Clima de inverno na BA 263 // Serra do Marçal	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=rsmHhPXVcEs">https://www.youtube.com/watch?v=rsmHhPXVcEs</a>
IMPRESSONANTE maiores chuvas de granizo da Bahia 2020	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=WCSsbTW4354">https://www.youtube.com/watch?v=WCSsbTW4354</a>
As 7 cidades mais frias do Nordeste (menores temperaturas já registradas)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=36ejsJG3MqI;">https://www.youtube.com/watch?v=36ejsJG3MqI;</a>
Orvalho, Geada e Neve: como se formam e qual a diferença?	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5jrdQ5zQe8o">https://www.youtube.com/watch?v=5jrdQ5zQe8o</a>

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

A aula foi finalizada com a discussão dos alunos conseguindo associar os conceitos com as situações simples do seu cotidiano, como a precipitação de chuvas (mudança de fases), ponto de orvalho, formação dos ventos e outros fatores climáticos.

### 4.3.3 Aplicação do Conhecimento

Por fim, finalizamos com a Aplicação do Conhecimento. Essa última etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo (Delizoicov e Angotti, 1990, p. 31).

#### AULA 06

Utilizamos como objetivos:

- Elaborar mapas conceituais a partir da aula expositiva e dialogada apresentada sobre o tema;

Recursos:

1. Aplicativo Canva;
2. Folhas de papel A4;

A primeira atividade solicitada aos alunos foi a construção de um mapa conceitual em que eles buscassem colocar a relação entre os fenômenos climáticos estudados com os conceitos construídos durante as aulas e discussões anteriores.

Neste momento, foi importante realizar o esclarecimento sobre a diferença entre mapas mentais e mapas conceituais, em que neste segundo temos uma disposição hierárquica dos conceitos importantes de acordo com a classificação realizada pelos estudantes, não apenas fazendo o uso de palavras-chaves e setas. Foi demonstrado, também, um exemplo de mapa conceitual e que a partir de uma palavra (tema) seriam dispostos os demais conceitos relacionando-o. A construção foi realizada de acordo com o critério do estudante, alguns manuscritos e outros utilizando o recurso de um site Canva que disponibiliza algumas ferramentas gratuitas que auxiliam na criação e na organização dos mapas conceituais, (CANVA, 2024).

#### AULA 07

Na sétima aula de aplicação da sequência didática, tivemos como objetivo:

- Realizar uma leitura coletiva com os estudantes dos textos didáticos;

- Discutir os principais conceitos abordados nos textos;

Recursos utilizados:

1. Textos Didáticos impressos.

Neste momento a turma foi dividida em grupos com cinco a seis alunos, devendo ser realizada uma leitura coletiva dos textos didáticos, Figura 27. Estes textos didáticos, como indicado pelo MNPEF, além de serem fundamentais para a construção do produto educacional, pois configura-se como gênero textual não figurativo e conceitual, pois não deixa margens para duplo sentido, de modo que os estudantes cheguem à mesma conclusão, ou seja, obtenham uma aprendizagem significativa.

Assim os textos didáticos foram construídos pela autora e orientador, e mostram de forma clara e objetiva situações em que os fenômenos climáticos ocorrem em cidades da Bahia. Logo, estes apresentam regiões que possuem temperaturas elevadas e secas, bem como outras que apresentam temperaturas baixas, como a produção de ventos que em alguns locais são abundantes, apresentamos também um exemplo sobre as serras e cachoeiras com especificidades, e todos eles demonstrando sua relação com os conceitos trabalhados anteriormente. Assim, os textos são fundamentais para fazer uma relação entre conceito e realidade dos alunos. De modo que os estudantes conseguiram construir suas respostas por meio dos conceitos ensinados na etapa 2.

Figura 27 - Textos Didáticos



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

## AULA 08

Objetivos desta última parte da sequência didática:

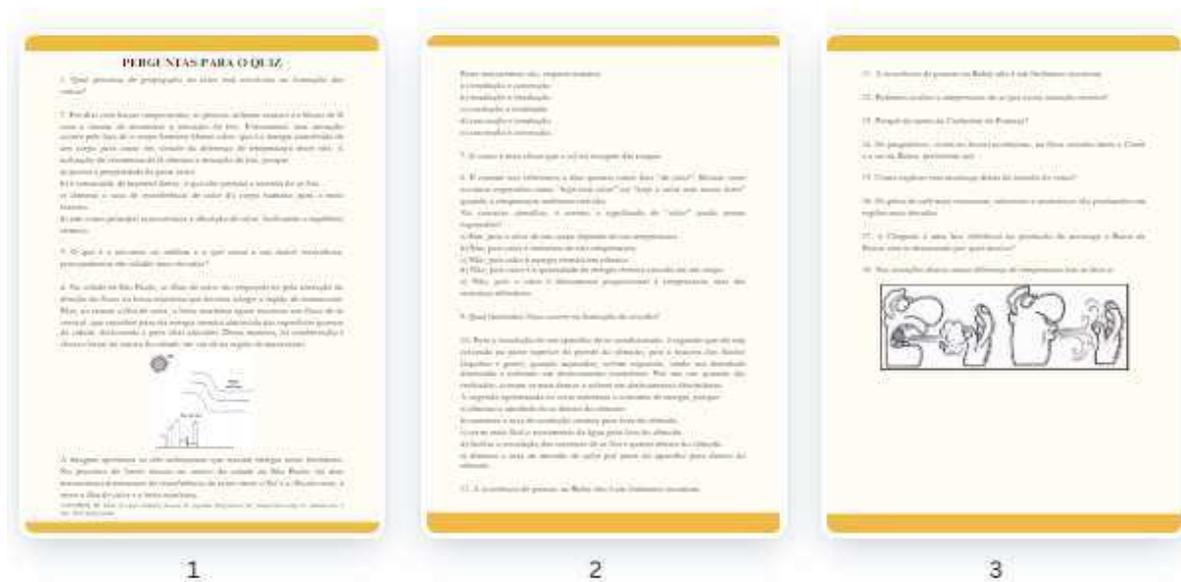
- Aplicar um quiz com perguntas direcionadas aos textos didáticos e questões do ENEM;

Recurso utilizado:

1. Site Kahoot, para a realização do quiz.

Realizamos com a turma um quiz em plataforma online com questões sobre os textos didáticos e aula realizada na Organização do Conhecimento. O quiz com nome de Kahoot é uma plataforma online gratuita, mas com alguns itens pagos, mas estes não impedem de realizar o uso com questões de múltipla escolha, verdadeiro e falso, ou orais que permite ao docente trabalhar de forma lúdica os conceitos ensinados. Dessa forma, foram utilizadas quinze questões, em que cinco eram voltadas ao Enem, e as demais sobre os textos didáticos discutidos anteriormente, conforme a Figura 28.

**Figura 28 - Perguntas utilizadas no quiz**



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Este momento foi importante não só instigar, mas também tornar esse momento dinâmico e divertido para os discentes. Desse modo, a turma foi dividida em grupos para facilitar a discussão e interação entre eles.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentamos os resultados e discussões obtidos por meio das atividades desenvolvidas nessa sequência didática, com objetivo de avaliar seu potencial no ensino de Termodinâmica e promover aos estudantes consciência crítica acerca de situações cotidianas e também na construção de conhecimentos científicos. Os resultados referem-se à análise dos dados contidos em atividades impressas respondidas e desenvolvidas pelos alunos. Baseamos na estrutura dos “Três Momentos Pedagógicos”, sendo estes compostos pelas etapas: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

Dessa forma, este momento está dividido em etapas correspondente a pesquisa. Nesta primeira etapa (PI) destinou-se a aplicação do questionário de sondagem; discussões e debates; levantamentos de tópicos relacionados à Física. Na segunda etapa (OC) foram apresentados os conceitos, por meio de uma aula expositiva e dialogada, demonstração do simulador PhET (Mudança de fases) e apresentação de vídeos. Por fim, finalizando com a terceira etapa (AC) com a construção de mapas conceituais, leituras e discussões dos textos didáticos “As Serras e Cachoeiras da Bahia, Bahia de Todos os Ventos – O Potencial Eólico da Bahia-1, Bahia Terra de Sol e de Brisa-2, O Calorão da Bahia, Pode fazer frio em cidades baianas?”, e aplicação do quiz.

Consideramos neste trabalho que o ensino dos conceitos físicos Sensação Térmica, Temperatura e Calor são fundamentais para a discussão e compreensão do tema, acerca da perspectiva climática contribuindo com a participação efetiva dos estudantes, ressaltando sua importância para o seu cotidiano e para a sociedade.

### 5.1 Problematização Inicial

Neste primeiro momento consistiu em apresentar questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão intrinsecamente envolvidas no tema. Dessa forma, a professora foi responsável por lançar perguntas e dúvidas sobre o assunto, assim essa fase se caracteriza pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema.

### 5.1.1 Aplicação do questionário de sondagem

Neste primeiro momento é apresentado os resultados obtidos através da aplicação dos questionários de sondagem. Este teve a intenção de examinar o entendimento dos estudantes a respeito de temas relacionados ao ensino da física térmica. Neste momento os alunos leram e responderam um total de dez perguntas de forma individual e manuscrita, Figura 29.

**Figura 29 - Aplicação do Questionário de Sondagem**



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A análise dos dados ocorreu com a observação e estudos de apenas seis questões do questionário, presente nos Quadros 8 a 13. As demais questões possuíam temas pertinentes à discussão, mas a fim de evitar o prolongamento desta etapa, estas perguntas foram analisadas na etapa do debate entre os discentes.

Dos alunos da turma apenas 30 estavam presentes para responder o questionário, dessa forma, temos:

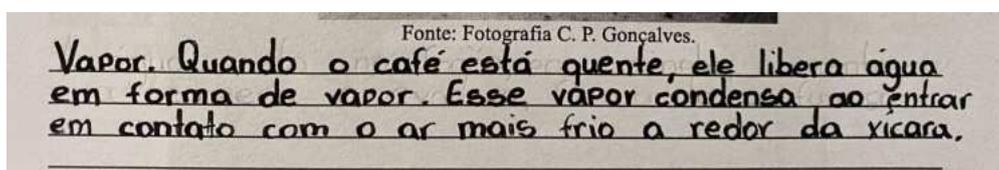
### Quadro 8 - Segunda questão do questionário de sondagem

<p>A região da Chapada Diamantina, já conhecida pelas suas belas paisagens e inúmeros atrativos naturais, vem ganhando espaço internacional pela qualidade e excelência das variedades de cafés produzidos, em sua maioria, por agricultores familiares. Os grãos colhidos nos morros da Chapada Diamantina produzem cafés com características singulares e se tornaram muito conhecidos pela sua qualidade e sabores especiais. Os cafés da Chapada colecionam prêmios nacionais e internacionais, a título de exemplo, entre os vários prêmios recebidos em 2018, está o Cup Of Excellence 2018, um concurso para avaliar cafés especiais. Entre os 37 premiados na categoria “Pulped Naturals”, de cerejas úmidas despulpadas ou descascadas, 46% saíram de cafezais da Chapada Diamantina. Na figura abaixo mostramos um delicioso café oriundo da Chapada Diamantina sendo coado em um pequeno coador de pano. Observamos que o café está bem “quentinho” devido a visualização de uma fumacinha branca. O que é essa fumacinha branca?</p>	
--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Poucos alunos conseguiram associar a fumacinha presente na hora de fazer o café com a condensação, ou seja, processo que ocorre devido ao resfriamento da temperatura do vapor com o ambiente, outros alunos citaram que a fumacinha formada ocorria devido ao processo de vaporização e evaporação, ou seja, processo que se dá pelo aquecimento da água até atingir a ebulição se transformando em vapor. Os demais alunos apenas citaram que esta fumacinha era o vapor d'água, sem dizer como ocorria esta situação, valido lembrar que o vapor d'água é invisível. Abaixo as figuras 30 a 34 apresentam literalmente as respostas dos discentes:

### Figura 30 - Resposta do estudante A



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 31 - Resposta do estudante B**

Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

A fumacinha branca que sai do café na verdade é vapor da água. Quando a água quente entra em contato com o ar mais frio ao redor, ocorre a condensação, transformando o vapor em pequenas gotículas.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 32 - Resposta do estudante C**

Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

Essa fumaça ocorre quando a água quente entra em contato com o ar mais frio ao redor, onde ocorre a condensação do vapor da água formando a fumacinha branca.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 33 - Resposta do estudante D**

Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

A fumacinha branca que está saindo do café é na verdade vapor da água. Quando a água quente entra em contato com o ar mais frio ao redor, ocorre a condensação, transformando o vapor em pequenas gotículas.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 34 - Resposta do estudante E**

Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

É o vapor da água resultante da diferença de temperatura entre a bebida quente e o ar ambiente, é um fenômeno comum quando líquidos quentes entram em contato com o ar mais frio.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Sobre a terceira pergunta:

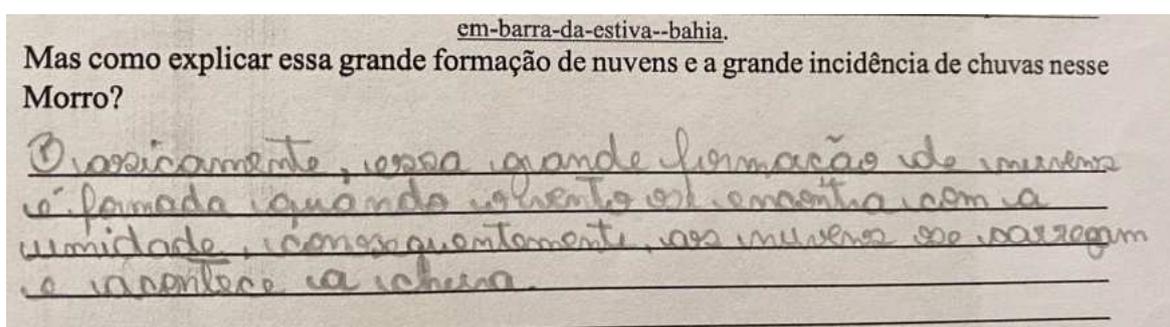
### Quadro 9 - Terceira questão do questionário de sondagem

<p>O Rio Paraguaçu é o maior rio genuinamente baiano. Seu nome Paraguaçu é de origem indígena e significa “água grande, mar grande, grande rio”. Nasce no Morro do Ouro, Serra do Cocal, município de Barra da Estiva, Chapada Diamantina - Ba, segue em direção norte passando pelos municípios baianos de Ibicoara, Mucugê e até cerca de 5km a jusante da cidade de Andaraí, quando recebe o rio Santo Antônio. O Morro do Ouro possui 1550 metros de altitude e se impõe na paisagem do município, de forma que podemos apreciar todo o município do seu topo. Por uma trilha repleta de plantas endêmicas, flores, pequenas nascentes e esculturas naturais formadas pelas chuvas mais abundantes que na região. Abaixo podemos observar a névoa e o frio no alto do Morro do Ouro localizado na cidade de Barra da Estiva. Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?</p>	
--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Nesta pergunta vários discentes associaram a formação de nuvens e a precipitação devido a altitude do morro, conforme indica o enunciado da questão, sem relacionar a mudança de fase que ocorre da água e também a barreira formada pelo morro fazendo com que as massas de ar úmido subam formando nuvens. Enquanto uns alunos deixaram de responder esta pergunta, outros alunos indicaram a altitude e umidade do morro devido ao rio, citando a evaporação da água para a formação de nuvens e formação das chuvas. Abaixo as figuras 35 a 39 mostram as respostas dos estudantes:

**Figura 35 - Resposta do estudante F**



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 36 - Resposta do estudante G**

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/32452/nevea-frio-no-alto-morro-do-ouro-pela-manha-em-barra-da-estiva-bahia>.

Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?

É um processo de formação orográfica, que ocorre quando o ar úmido é forçado a subir até encontrar um obstáculo, sendo lá mesmo. À medida que o ar sobe, ele se resfria e forma as nuvens.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 37 - Resposta do estudante H**

Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?

Pode se identificar o processo onde ocorre quando o ar úmido é forçado a subir até encontrar um obstáculo, assim como um morro de uma montanha. À medida que o ar sobe, ele se resfria e forma as nuvens. Se a umidade for alta, as nuvens podem se resfriar em chuvas.

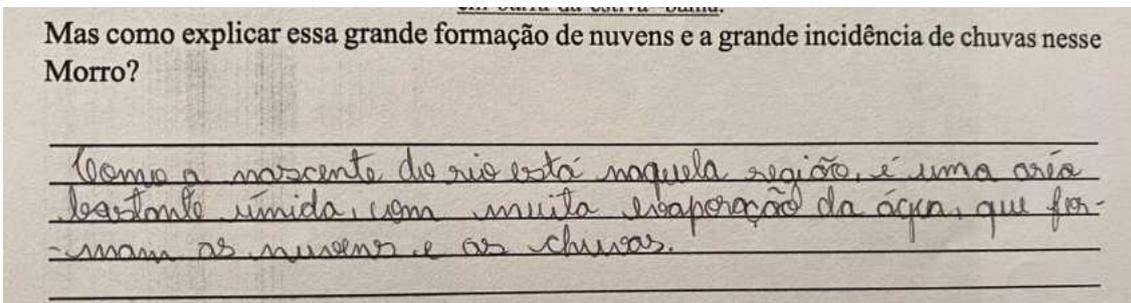
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 38 - Resposta do estudante I**

Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?

Podem ser influenciadas por vários fatores, como a topografia, a umidade do ar, a temperatura e a presença de rios e lagos próximos. A elevação do morro pode causar resfriamento forçado do ar, levando à formação das nuvens e a ocorrência de chuvas mais frequentes.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 39** - Resposta do estudante J

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A pergunta quatro traz os seguintes questionamentos:

#### Quadro 10 - Quarta questão do questionário de sondagem

<p>Na figura abaixo podemos ver um forte nevoeiro que cobriu a cidade de Barra da Estiva. Mas o que é nevoeiro ou neblina? O nevoeiro é o mesmo garoa ou chuvisco? Já que falamos de chuvisco, como são formadas as chuvas? Você já viu chuva de granizo (chuva de gelo)? Você sabe como são formadas as chuvas de granizo?</p>	
---	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Esta pergunta foi bastante interessante, pois são situações recorrentes no cotidiano do estudante, assim estes conseguiram responder que há diferenças entre nevoeiro e chuvisco, enquanto o primeiro consiste na presença de minúsculas gotículas de água na atmosfera próxima à superfície terrestre o segundo ocorre justamente quando o vapor d'água se condensa formando gotículas, assim as gotículas aumentam de tamanho se transformando em garoa. A formação de chuvas foi associada ao ciclo da água em que esta evapora formando as nuvens e ao diminuir a temperatura se condensa provocando as precipitações. O granizo foi visto por poucos alunos, mas eles indicaram que a sua formação se dá semelhante ao da chuva, exceto pelo detalhe da altitude que a nuvem se encontra e sua baixíssima temperatura. As figuras 40 a 45 segue com as respostas de alguns estudantes:

**Figura 40 - Resposta do estudante K**

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/25928/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>

O nevoeiro é o resultado de processo em que a vapor de água está se condensando (convertendo em líquido) fazendo chuvisco, minúsculas gotículas de água (já líquidas) se precipitam. No entanto, uma coisa da chuva de granizo, essas gotículas se solidificam quando encontram uma temperatura congelante.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 41 - Resposta do estudante L**

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/25928/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>

Nevoeiro é um fenômeno que ocorre devido a umidade e a reposição da água, formando esse breu no local. Nevoeiros e chuvisco não são o mesmo no nevoeiro não cai água. As chuvas são formadas a partir do processo natural da água, onde ela evapora, forma as nuvens e delas ocorre a liquefação e chuva. As chuvas de granizo ocorrem quando a temperatura no local está tão fria a ponto de solidificar as gotas de água.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 42 - Resposta do estudante M**

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/25928/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>

A neblina é formada por pequenas gotículas de água numa camada próxima em locais frios e úmidos; mas, a água é aquecida, evaporada, transformada em ar, para assim formar as nuvens, para assim ocorrer a condensação e as nuvens voltarem a ser água; Sim; Não.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

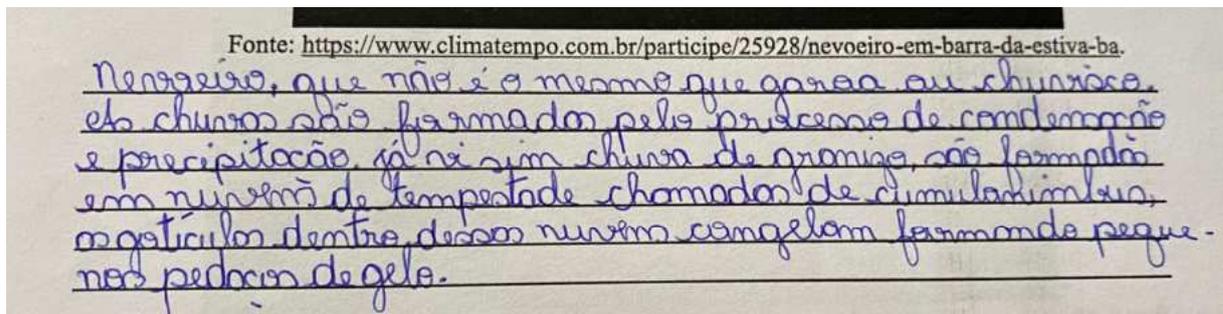
**Figura 43 - Resposta do estudante N**

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/25928/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>

O nevoeiro é uma nuvem cuja base está em contato com o solo que pode ter origem por conta do calor emitido durante o calor. Já o chuvisco são gotas pequenas, que dão a impressão de que estão flutuando no ar. A chuva de granizo acontece quando o ar quente do solo encontra nuvens frias em pontos mais altos, assim as gotas se solidificam.

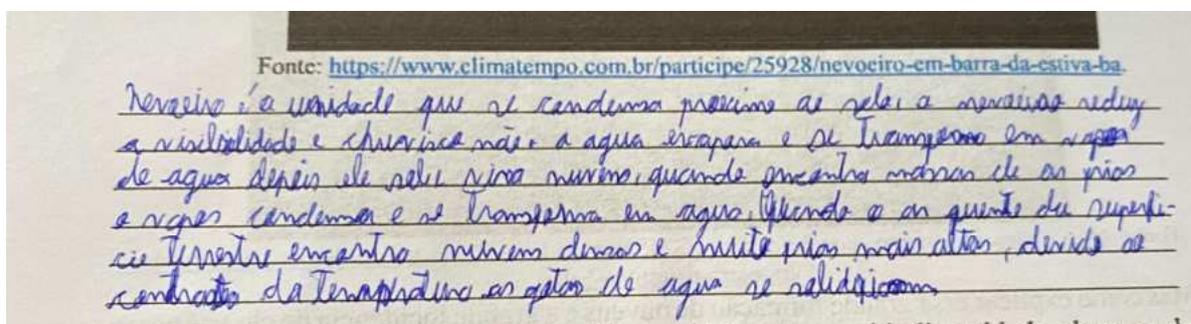
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 44 - Resposta do estudante O



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 45 - Resposta do estudante P

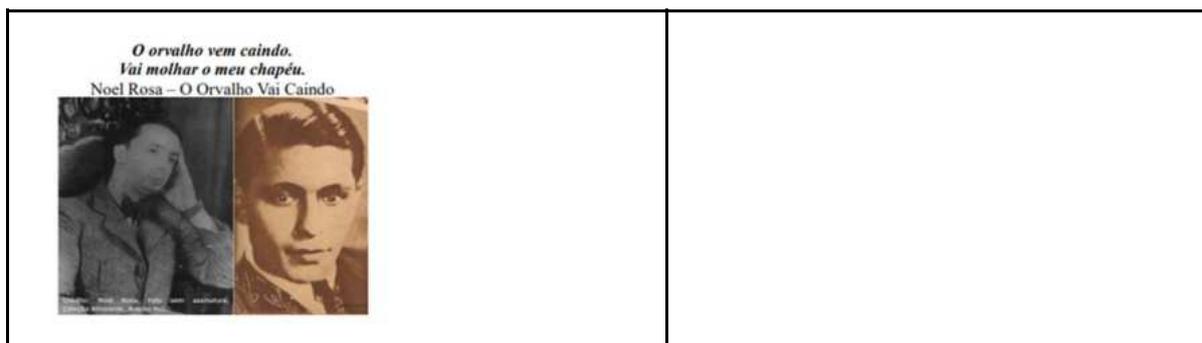


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A quinta pergunta aborda:

### Quadro 11 - Quinta questão do questionário de sondagem

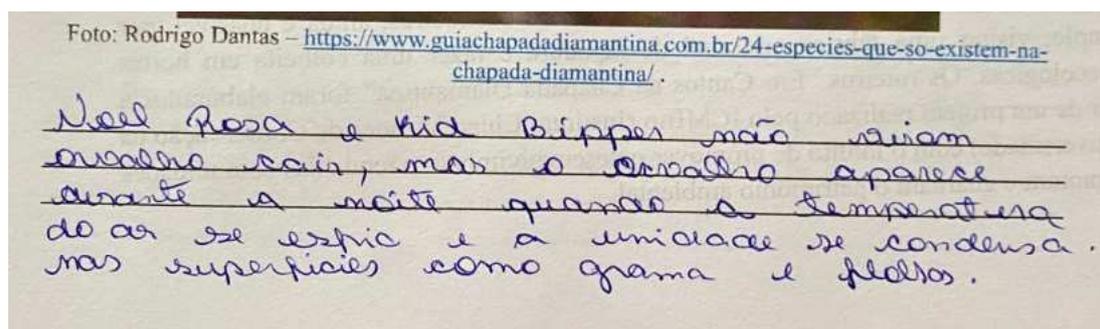
<p>A Chapada Diamantina é reconhecida mundialmente por sua biodiversidade, dezenas de unidades de conservação e centenas de espécies, cerca de 24 espécies de animais e plantas que só existem na Chapada Diamantina. Abaixo podemos apreciar a esponjinha mucugeana (<i>Calliandra- cf- mucugeana</i>), essa linda planta é Arbusto comum no campo rupestre, entre rochas da Chapada Diamantina, sendo identificada em Mucugê-BA. As gotas de orvalho na esponjinha tornam a imagem muito mais linda, além disso, nas regiões onde chuvas são escassas, o orvalho exerce importante papel de umidificação dos terrenos. Mas o que vem a ser o orvalho? Ele cai como chuva ou chuvisco? Como dito na letra da música abaixo:</p>	<p>Será que Noel Rosa e Kid Pepe viram o orvalho cair? Será que o orvalho cai? Como e quando ele aparece?</p> <p style="text-align: center;"><small>Espojinha mucugeana (<i>Calliandra- cf- mucugeana</i>)</small></p>  <p style="text-align: center;"><small>Foto: Rodrigo Dutra - <a href="https://www.gua.chapadadiamantina.com.br/23-espocas-gua-no-clima-da-chapada-diamantina/">https://www.gua.chapadadiamantina.com.br/23-espocas-gua-no-clima-da-chapada-diamantina/</a></small></p> <p>Resposta:</p>
--	--



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

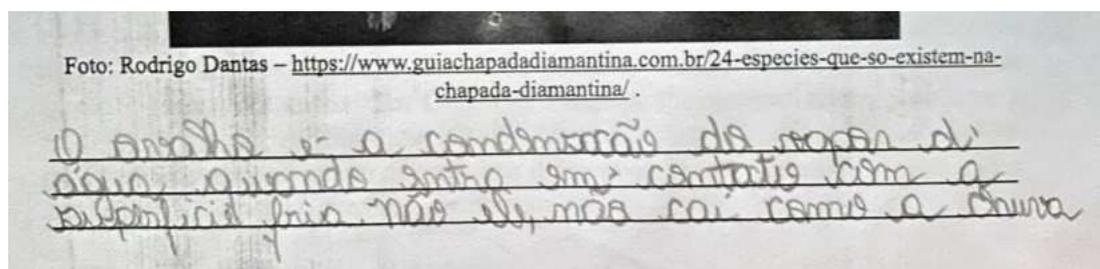
Muitos alunos associaram o orvalho como uma garoa ou chuva que cai durante a noite, enquanto outros alunos indicaram que não, pois relacionam a condensação do vapor d'água presente na atmosfera e acontece a noite geralmente quando a temperatura diminui. Logo abaixo segue as figuras 46 a 51 com as respostas dos estudantes:

**Figura 46 - Resposta do estudante Q**

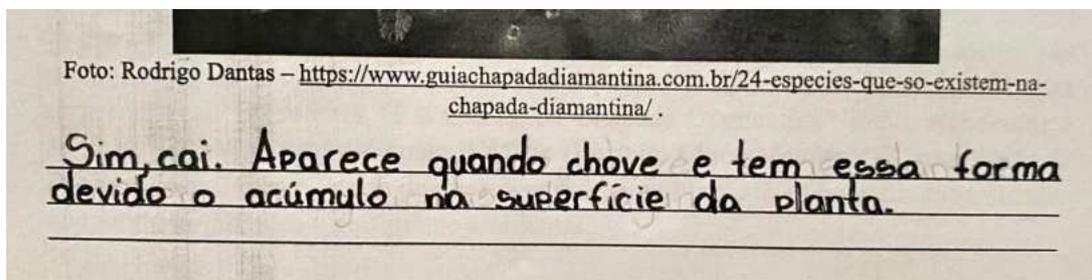


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

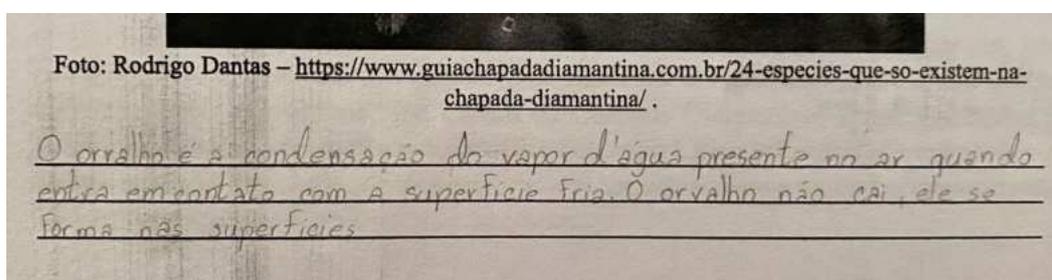
**Figura 47 - Resposta do estudante R**



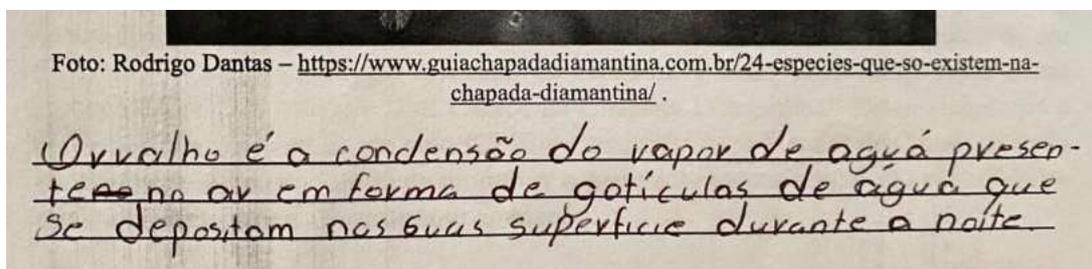
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 48** - Resposta do estudante S

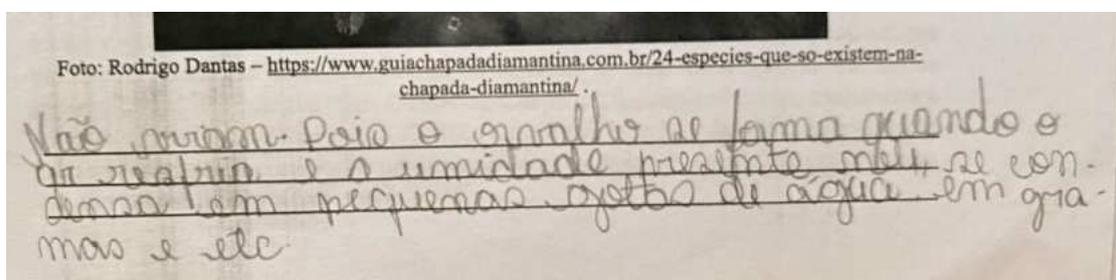
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 49** - Resposta do estudante T

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 50** - Resposta do estudante U

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 51** - Resposta do estudante V

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Abaixo temos a pergunta sete do questionário:

**Quadro 12** - Sétima questão do questionário de sondagem

Na figura abaixo podemos ver a Cachoeira do Bom Jardim localizada em Barra da Estiva – BA. A bela queda d'água desce por um paredão rochoso e forma um amplo poço para banho e nado. O passeio até a cachoeira pode ser realizado a partir dos assentamentos rurais vizinhos ao Parque Nacional, que oferecem aos visitantes roteiros de turismo de base comunitária que adicionam experiências autênticas ao turismo de natureza através do dia a dia das comunidades. Além de conhecer as cachoeiras, ainda é possível, por exemplo, visitar uma fábrica artesanal de rapadura e fazer uma colheita em hortas agroecológicas. Os roteiros “Em Cantos da Chapada Diamantina” foram elaborados a partir de um projeto realizado pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) com o intuito de promover o desenvolvimento e renda das comunidades que moram e guardam o patrimônio ambiental.



Você já deve ter notado que a água que cai de uma cachoeira é muito mais fria que a água do Rio antes da queda d'água ou das piscinas naturais abaixo da cachoeira. Mas o que torna essa água tão fria? Você já ouviu falar da Cachoeira da Fumaça? Ela está no Vale do Capão, localizada na Chapada Diamantina, entre os municípios de Lençóis e Palmeiras, no estado da Bahia, veja figura abaixo. Mas, por que o nome Cachoeira da Fumaça? Será que a água se aquece até virar “fumaça”?



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Nesta pergunta os discentes responderam com maior facilidade do motivo da cachoeira da fumaça receber este nome, pois devido a sua altura e menor quantidade a queda d'água favorece a evaporação antes de alcançar o solo, portanto forma-se um panorama visual como uma “cortina de fumaça”. Mas em relação a água ser fria se dá pelo aumento na rapidez da evaporação da água e os alunos não conseguiram responder com eficiência esta pergunta como demonstra as Figuras 52 a 54.

**Figura 52 - Resposta do estudante X**

Fonte: <https://www.bahia.ws/cachoeira-da-fumaca-vale-do-capao/>.

devido a alguns fatores, como a temperatura ambiente mais baixa nas áreas mais próximas da cachoeira. Sim. Ela recebe esse nome devido ao efeito visual que ela cria quando a água cai. Não, a água não se aquece até virar fumaça, a "fumaça" que é observada da cachoeira é formada pela nevoa

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 53 - Resposta do estudante W**

Fonte: <https://www.bahia.ws/cachoeira-da-fumaca-vale-do-capao/>.

Nas queda d'água das cachoeiras, as partículas de água tendem a evaporar e reter o calor do sol, diminuindo sua temperatura. No caso da "fumacinha", o volume de água é intenso e a pressão exercida faz com que o efeito da queda forme essas fumacinhas.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 54 - Resposta do estudante Y**

Fonte: <https://www.bahia.ws/cachoeira-da-fumaca-vale-do-capao/>.

É tão fria devido ao processo de evaporação da água em queda, já aqui fala sim, o nome é devido ao efeito visual gerado pela queda da água. Não, quando a água cai de uma altura considerável, cria uma "nevoa" parecida com fumaça.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

## Questão 8 do questionário

**Quadro 13** - Oitava questão do questionário de sondagem

Segundo a matéria de 20/05/2022 do site Muita Informação, o frio atingiria pelo menos cinco cidades do sudoeste da Bahia, com temperaturas abaixo de 10°C. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o fenômeno em pleno Outono é efeito da massa polar que gerou a onda de frio na região há pouco mais de 24 horas. Em Rio de Contas, Barra da Estiva e Ibicoara, os termômetros devem marcar 7°C. Já em Maracás, a temperatura deve ficar em 8°C, enquanto Barra do Choça tem mínima prevista de 9°C. A matéria também informou que Inmet também fazia um alerta importante: além da baixa temperatura, os municípios podem ser atingidos por fortes ventos, entre 15 km/h e 30 km/h, o que provoca uma sensação térmica de quatro graus a menos que o registrado pelos termômetros. Disponível em <https://muitainformacao.com.br/post/55830-invernouem-pleno-outono--cidades-do-sudoeste-baiano-podem-ter-temperaturas-abaixo-de-10-cnesta-sexta-feira>. Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Em relação a esta pergunta, considerada simples, poucos alunos associaram de forma correta sobre o que é a sensação térmica como uma forma do nosso corpo determinar com exatidão a temperatura, apenas o que é quente, frio e morno. Outros determinaram que a sensação é diferente de temperatura, mas não explicou como que é, outros ainda determinaram que é a determinação de calor do ambiente. Ou seja, ficou visível que os alunos possuíam dificuldades para determinar e diferir o conceito de sensação térmica com calor e temperatura, conforme as Figuras 55 a 59.

**Figura 55** - Resposta do estudante Z

nesta-sexta-feira.  
 Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?  
 É o que o corpo sente, independente se a temperatura mostra outra previsão.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 56** - Resposta do estudante AA

nesta-sexta-feira.  
 Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?  
 Sensação térmica não são de graus, mas um tipo de sensação.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 57** - Resposta do estudante BB

Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?  
 Sensação térmica é o que o meu corpo está sentindo que muitas vezes difere da real temperatura.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 58** - Resposta do estudante CC

Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?  
 Sensação térmica é o que o seu corpo está sentin-  
 da que muitas vezes difere da real temperatura tér-  
 mica

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

**Figura 59** - Resposta do estudante DD

nesta-sexta-feira.  
 Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?  
 Sensação térmica é o que sentimos diferente  
 da temperatura.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Diante da análise referente às respostas dos alunos acerca das questões propostas pelo questionário de sondagem, é perceptível que boa parte da turma conseguiu associar e relacionar situações reais que fazem parte do seu cotidiano, mostrando também uma determinada limitação do conhecimento para poder explicar a partir dos conceitos de física. Ainda assim, o questionário serviu como um recurso positivo para o desenvolvimento do primeiro momento pedagógico (PI), pois o professor não interferiu na interpretação dos alunos ao formarem suas respostas, ou seja, agiu como mediador e organizador na construção de conhecimento.

### 5.1.2 Discussão e debates sobre as questões do questionário

O debate introduzido na classe sobre as questões do questionário teve seu início com a apresentação do enunciado das questões, juntamente com o seu contexto. Esta dinâmica proporcionou responder às questões sem ainda apresentar os conceitos de física envolvidos, tendo como objetivo compreender e elucidar os conhecimentos prévios dos alunos e a explorar as contradições e limitações utilizadas para responder o questionamento realizado.

Assim, a aula iniciou com a seguinte pergunta: o que vocês acharam do questionário?

Um aluno cita que estava grande demais, devido aos textos utilizados para contextualizá-los, outro aluno indica que eram perguntas fáceis e simples, diante de várias situações

cotidianas, mas que para respondê-las não eram tão simples assim pois precisava pensar a respeito de como os fenômenos aconteciam.

Logo, a primeira pergunta foi referente ao filtro de barro, ainda presente em muitas casas, muitos alunos indicaram que a água contida no filtro era mais fresca do que a da torneira devido a composição do barro, por serem porosos, diferentemente de outros materiais como vidros e plásticos. Logo, os alunos não sentiram muita dificuldade em respondê-la e foi de fácil compreensão por já estarem habituados.

A segunda pergunta indica o ato de fazer café e a fumacinha formada, nesta pergunta os discentes indicaram em sua maioria que a fumacinha formada era justamente o vapor d'água criado ao se coar o café, ou seja, a indicação de um deles que ao fazer café a água ferve e esta passa do seu estado físico de líquido para vapor, ocorrendo uma vaporização. Enquanto outra aluna informou que o que ocorria de fato era a condensação, passagem do vapor para líquido, pois as gotículas de água estariam suspensas devido ao resfriamento do vapor com a temperatura ambiente. Assim, provocando uma certa confusão nos conhecimentos dos alunos, pois a maioria indicou que havia aprendido que a formação de fumacinha ao aquecer alimentos era a mudança de fase do líquido para o gasoso.

A terceira pergunta foi contextualizada através da formação de nuvens e chuvas no Morro do Ouro muito conhecido pelos estudantes, assim os alunos indicaram a formação de nuvens devido a umidade gerada do rio Paraguaçu muito próximo ao morro, outros indicaram pela sua altitude, comparando com cidades próximas como Ituaçu, que possui uma altitude menor dificultando esta formação de nuvens e chuvas, nesta discussão os alunos não indicaram como ocorria a formação das nuvens. Assim, nesse debate retomei: como ocorria a formação de nuvens, e um aluno indicou o ciclo da água, em que a água evapora, e as nuvens são a junção de várias partículas de água que ao chover retornam para o solo.

A quarta pergunta do questionário demonstra um nevoeiro formado na cidade de Barra da Estiva, e outros questionamentos são feitos como: O nevoeiro é o mesmo garoa ou chuvisco? Os alunos estão acostumados com esta formação em dias mais frios principalmente na madrugada e início da manhã e que se aquecem ao longo do dia, assim um aluno citou que a névoa era diferente da garoa, devido ao tamanho da gota e que o nevoeiro se encontra mais próximo à superfície do solo, enquanto o chuvisco é uma chuva que cai. Quanto à formação de granizo, muitos afirmaram não ter visto pessoalmente,

apenas em jornais de televisão, e que não sabiam de fato como ocorria, alguns discentes informaram que era devido a altitude e temperatura que a nuvem se encontrava facilitando a solidificação da chuva ao cair.

A quinta pergunta se refere ao orvalho, indicando o trecho da música de Noel Rosa e Kid Pepe, “O orvalho vem caindo...”, muitos alunos da turma disseram que o orvalho cai como uma garoa em uma noite fria, assim molha as folhas e flores das plantas deixando as gotinhas de água, enquanto outro grupo de estudantes informaram que o orvalho não cai e que ocorriam à noite por esta ser uma condição de mudança de temperatura entre os dias e a noite, um aluno citou o seguinte exemplo para que os colegas pudessem associar: “ao encher um copo com água gelada, em seguida vemos a água escorrer pela superfície do lado de fora do copo aconteceu pela mudança de temperatura”. Logo, os alunos perceberam a diferença e elucidaram que o orvalho não cai.

A sexta pergunta discutida trazia a formação e velocidades dos ventos em diferentes regiões. Os alunos novamente compararam a cidade de Barra da Estiva com Ituaçu e Tanhaçu, se referindo que a diferença ocorria devido a altitude, pois em cidades baixas havia a sensação de mormaço e abafamento.

A sétima pergunta demonstra a formação de “fumaça” na cachoeira da fumaça, indicando: será que a água aquece até virar fumaça? Os discentes falaram que não, que a formação desse aspecto se dava justamente pela queda da água da cachoeira, em que está conseguia evaporar antes de atingir o solo.

A questão oito trouxe bastante discussão, pois foi lhes perguntado sobre a sensação térmica, um conceito muito simples e que na prática eles entendiam muito bem, mas ao responderem possuíam dificuldade, pois uns indicavam como a forma que o corpo sentia a temperatura dos materiais e ambientes, enquanto outros falaram que é a temperatura do ambiente, e ainda que era diferente de temperatura, porque não tinha os graus. Nesse momento, a professora interferiu indicando que os alunos pudessem pensar acerca da formação da palavra ‘sensação térmica’, ou seja, precisamos sentir algo, e este algo seria a temperatura, mas não conseguimos afirmar com exatidão o seu valor numérico tal qual quando utilizamos de um termômetro.

A nona questão informa: por que a temperatura geralmente diminui quando a altitude aumenta? Nesse momento, pedi para que os alunos pudessem analisar a seguinte situação: Coloque uma de suas mãos nas proximidades de sua boca e, com esta aberta, sobre sobre a mão. Em seguida, sobre sobre a mão com a boca quase fechada. Você

percebe a diferença de temperatura nas duas situações? Coloque uma de suas mãos nas proximidades de sua boca e, com esta aberta, sopre sobre a mão. Em seguida, sopre sobre a mão com a boca quase fechada. Você percebe a diferença de temperatura nas duas situações?” Os alunos realizaram tal experiência simples e observaram que havia diferença de temperatura no vento soprado com a boca mais fechada e aberta, isto ocorreu pela transformação adiabática, o que os alunos não conseguiram associar.

Por fim, a questão dez, se refere ao clima, e a previsão do tempo, ou seja, a discussão dessa pergunta iniciou-se pela pergunta: vocês sabem diferenciar o que é clima e tempo meteorológico? Muitos alunos informaram que os dois são diferentes, e que clima condizia com as condições a longo prazo, enquanto um aluno informou que: o tempo meteorológico é aquele que geralmente passa nos jornais, indicando as condições para os próximos dias, ou seja, informando se estará nublado, ou ensolarado, não havendo condições para ser determinado a longo prazo.

Neste momento, foi perceptível a interação dos alunos a apresentarem de melhor forma o seu conhecimento acerca de situações que eles já haviam vivenciado ou observado no seu cotidiano, e tentaram estabelecer uma conexão entre os conhecimentos científicos.

## **5.2 Organização do conhecimento**

Nesta segunda etapa (OC), “os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento sob a orientação do professor” (DELIZOICOV 2001, p. 13). Dessa forma, o professor foi responsável pela apresentação dos conceitos de sensação térmica, temperatura e calor, a partir de uma aula expositiva e dialogada, com recursos de gifs, vídeos e simulações do PhET.

A aula teve início com a apresentação de algumas situações cotidianas em que os alunos geralmente confundem os conceitos, assim dando sequência começamos a conceituar a sensação térmica, citando uma outra situação: se vocês estivessem em uma região de nosso país e lesse, em um termômetro,  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , você não estranharia se ouvisse alguém dizer: “Estou com muito calor!”, os alunos citaram que quando o dia está quente geralmente utilizam-se do termo calor para poder associar, comentei que utilizar esta expressão no ponto de vista da física está incorreto, e que o que o nosso corpo permite

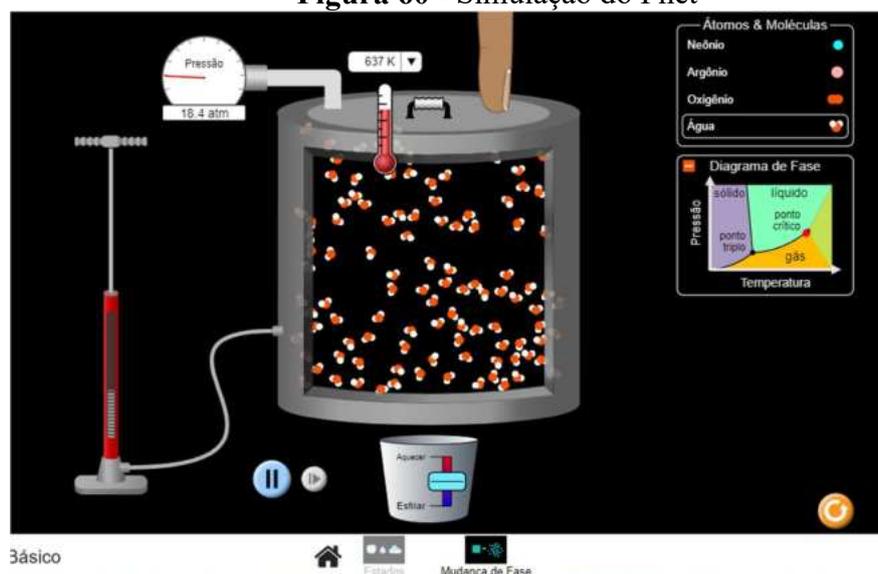
sentir na verdade é a sensação térmica, sem expressar com exatidão o valor da temperatura apenas sensações de quente, frio e morno.

Em seguida, foi abordado o conceito de temperatura, foi pedido para que os alunos pudessem analisar como se tivessem uma lupa especial que ampliase os materiais de tal forma que seria possível visualizar as moléculas constituintes. Para melhorar o entendimento dos alunos foi citado o exemplo da água em seu estado sólido, até derreter até se tornar líquida e ao ser fervida se torna em vapor d'água.

Posteriormente, foi apresentado o simulador PhET Estados da Matéria: Básico, Figura 60, este permite visualizar os três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) bem como observar como os átomos e moléculas passam de um estado para outro ao serem aquecidos, resfriados e comprimidos. Solicitei que os estudantes observassem e verificassem a temperatura indicada no termômetro acima do recipiente quando se troca o estado físico. Logo após os estudantes realizaram a simulação, nos seus celulares, e responderam seguintes as perguntas:

- O que acontece com todos os átomos e moléculas conforme passamos do estado sólido para o líquido e depois para o vapor? O que aconteceu com a temperatura nessa troca?
- Como a temperatura (seu aumento ou diminuição) está relacionada com o grau de agitação das partículas?

**Figura 60 - Simulação do Phet**

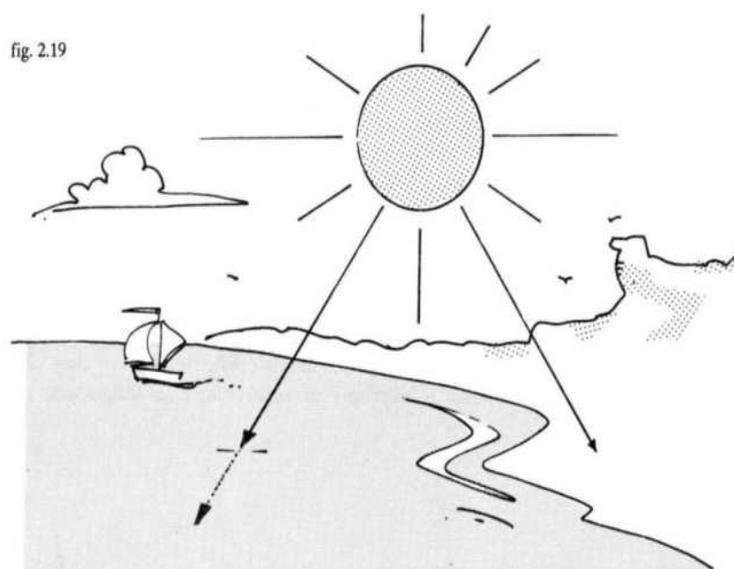


Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics)

Neste momento, os discentes demonstraram bastante interesse em poder observar o comportamento dos átomos e moléculas diante da variação de temperatura e pressão, assim os estudantes notaram que quando as moléculas do estado sólido vibram pouco, pois a temperatura é muito baixa, ao aumentar a temperatura e aquecer estas vibram e giram com maior intensidade, ou seja, afastando mais as moléculas, e ao aquecer além do ponto de ebulição estas se afastam mais ainda. Portanto, os estudantes conseguiram visualizar que a temperatura é tida como o grau de agitação das moléculas.

Diante disso, foi considerado o mesmo exemplo, para definir o conceito de calor, algo que os alunos tiveram grande dificuldade para poder definir, pois sempre são utilizados em situações cotidianas, mas de forma equivocada. Dessa forma, perguntei aos alunos: O que acontece quando colocamos em contato corpos de temperaturas diferentes? Os alunos citaram que o objeto mais quente aquece o corpo mais frio, ou seja, a informação está correta, porém incompleta. Então, eu os informei de que os corpos acabam sendo aquecidos devido ao calor, ou seja, a energia térmica é transferida do corpo de maior temperatura para o de menor, conforme a lei zero da termodinâmica.

Retomando, a relação de clima e tempo meteorológico, foi o momento de relacionar os conceitos a situações práticas de fenômenos climáticos, situações estas abordadas no questionário de sondagem. Com a discussão feita na etapa anterior os alunos já começaram a identificar as situações climáticas, então comecei a relação através de uma figura do ciclo do ar (Figura 60) e a formação dos ventos do GREF, assim os alunos puderam identificar através da imagem que os ventos surgem por meio de correntes de convecção em que o frio desce por ser mais denso e o ar quente sobe por sua densidade ser menor. Em continuidade, o exemplo das brisas marítimas fez com que os alunos conseguissem associar melhor a situação.

**Figura 61 - Ilustração brisas marítimas**

Fonte: GREF, 1996, p.124

O ciclo da água muito conhecido dos estudantes desde o ensino fundamental, foi lhes perguntado como acontecia e muitos alunos conseguiram explicar como ocorria, apenas acrescentei com mais detalhes a formação das nuvens e chuvas.

Para finalizar a aula foram apresentados vídeos de modo a esclarecer algumas curiosidades acerca das cidades baianas, como as principais cidades mais frias da região nordeste, as maiores chuvas de granizo que ocorreram no estado em 2020, e as diferenças entre orvalho, neve e geada. Neste momento realizei as seguintes perguntas:

- Qual o clima predominante no estado da Bahia?
- O que é necessário para defini-lo?
- Porque existem cidades que possuem características peculiares no Nordeste, como temperaturas amenas, sendo estas como Barra da Estiva, Piatã e Vitória da Conquista?
- Já ocorreu chuva de granizo na Bahia? Como elas se formam?
- Como ocorre a geada e o orvalho, são a mesma coisa?

Nesta etapa foi importante dialogar e incentivar a participação dos alunos, não realizei todas as perguntas de uma vez, pois diante de cada pergunta houve a discussão e a visualização dos vídeos.

**Quadro 7 - Vídeos utilizados em sala de aula**

<b>Título do vídeo</b>	<b>Link de acesso</b>
Climas do Brasil - Toda Matéria	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ltC9e2RpVzQ">https://www.youtube.com/watch?v=ltC9e2RpVzQ</a>
Mar invadindo tudo hoje em Salvador Bahia, avião não consegue pousar devido aos Fortes ventos	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=61CSpBFkiWU">https://www.youtube.com/watch?v=61CSpBFkiWU</a>
Clima de inverno na BA 263 // Serra do Marçal	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=rsmHhPXVcEs">https://www.youtube.com/watch?v=rsmHhPXVcEs</a>
IMPRESSONANTE maiores chuvas de granizo da Bahia 2020	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=WCSsbTW4354">https://www.youtube.com/watch?v=WCSsbTW4354</a>
As 7 cidades mais frias do Nordeste (menores temperaturas já registradas)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=36ejsJG3MqI;">https://www.youtube.com/watch?v=36ejsJG3MqI;</a>
Orvalho, Geada e Neve: como se formam e qual a diferença?	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5jrdQ5zQe8o">https://www.youtube.com/watch?v=5jrdQ5zQe8o</a>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Assim os estudantes perceberam que esses fenômenos dependem do ciclo da água, mas que só ocorrem sob determinadas condições na atmosfera. Assim, os alunos puderam compreender que os fenômenos climáticos são baseados sim em conceitos de física e que fazem parte do seu cotidiano. Outra questão levantada durante a aula foi a discussão sobre a mudança climática que tem ocorrido devido ao El Niño. Neste momento os alunos citaram que em jornais televisivos era bastante comum visualizarem regiões quentes com fortes temporais e regiões frias com secas, estiagem e temperaturas elevadas. Desse modo, indicou-se que as mudanças climáticas estão acontecendo atualmente interferindo nos fenômenos climáticos naturais, levando a discussão para temas atuais e importantes, pois a curto e longo prazo trazem efeitos e danos para diversos países e sociedades.

### 5.3 Aplicação do conhecimento

Na última etapa dos Momentos Pedagógicos, temos a Aplicação do Conhecimento, nesta etapa, os conteúdos não são abordados visando a memorização e resolução de problemas fechados, mas sim empregados como enfrentamento de problemas vivenciados, levando em conta a experiência de vida do aluno (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990, p. 30). Assim, o professor retorna as questões problematizadoras iniciais de forma que possa observar que os alunos conseguiram obter o conhecimento desejado sobre o tema na segunda etapa dos Momentos Pedagógicos, assim nessa fase o estudante consiga compreender que o conhecimento é uma construção disponível a todos os cidadãos.

#### 5.3.1 Produção dos mapas conceituais

O objetivo desta etapa foi verificar se os estudantes conseguiam fazer a relação entre a Termodinâmica e os fenômenos climáticos citados desde a aplicação do questionário de sondagem à aula expositiva e dialogada, Figura 62.

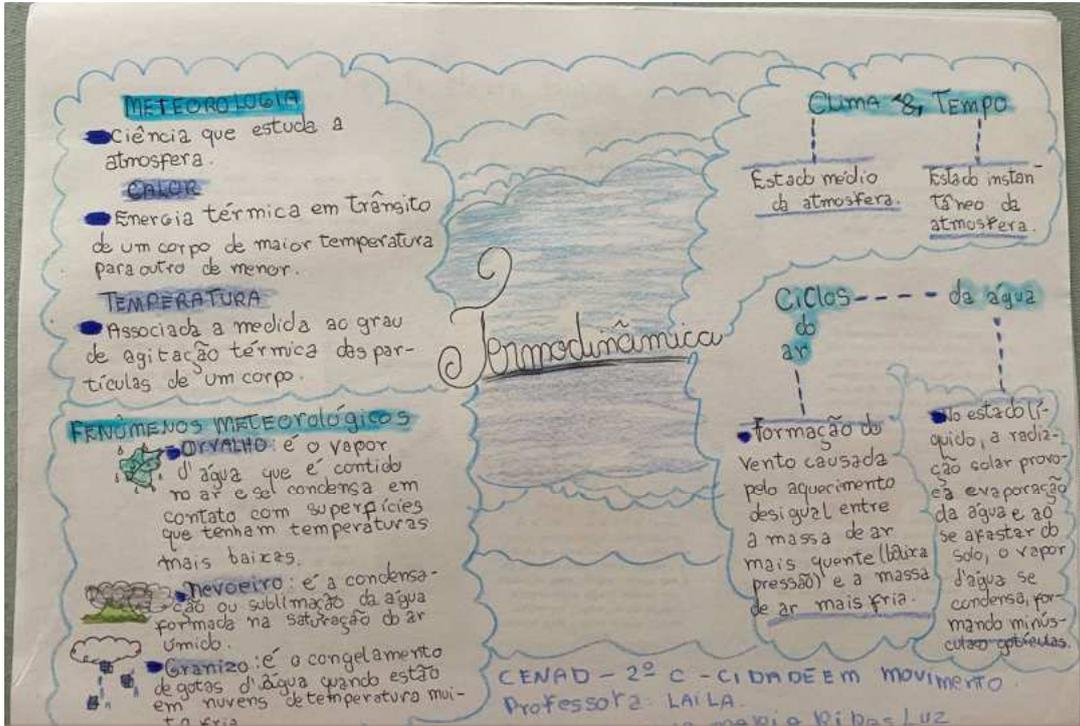
**Figura 62** - Construção de mapas conceituais



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

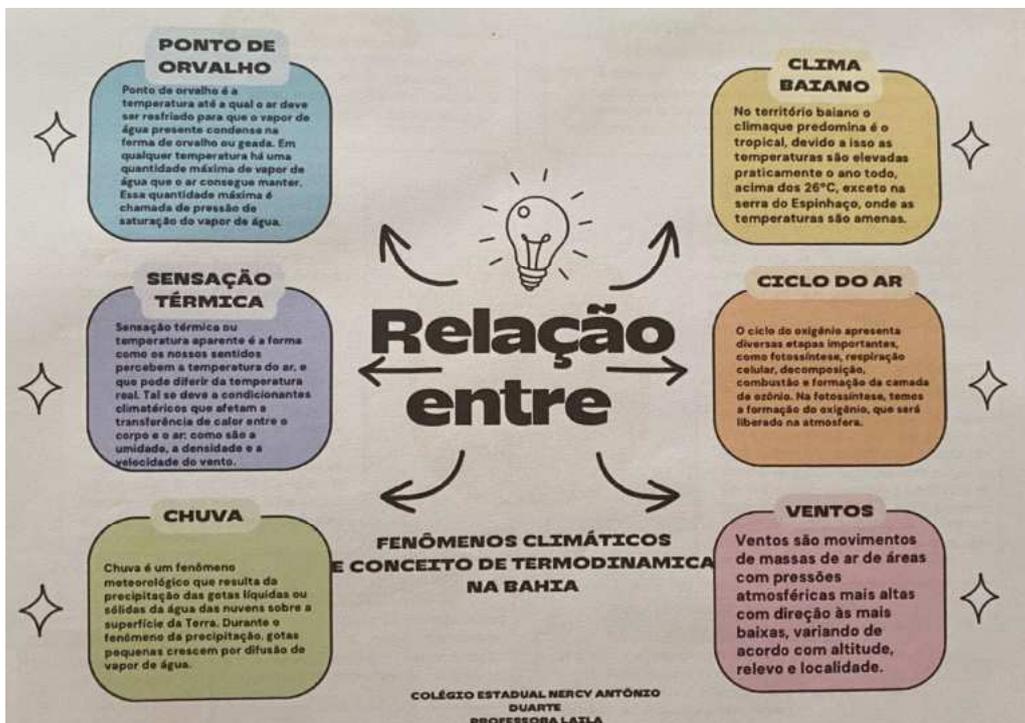
Inicialmente foi explicado aos estudantes a diferença entre os mapas mentais dos conceituais, ressaltando que o segundo apresenta relações significativas de hierarquias conceituais não relacionando apenas palavras chaves, mas são utilizados para descrever os conceitos, fazendo uma ligação por setas. Abaixo segue as Figuras 63 a 68 com a construção de alguns mapas.

Figura 63 - Mapa Conceitual 1



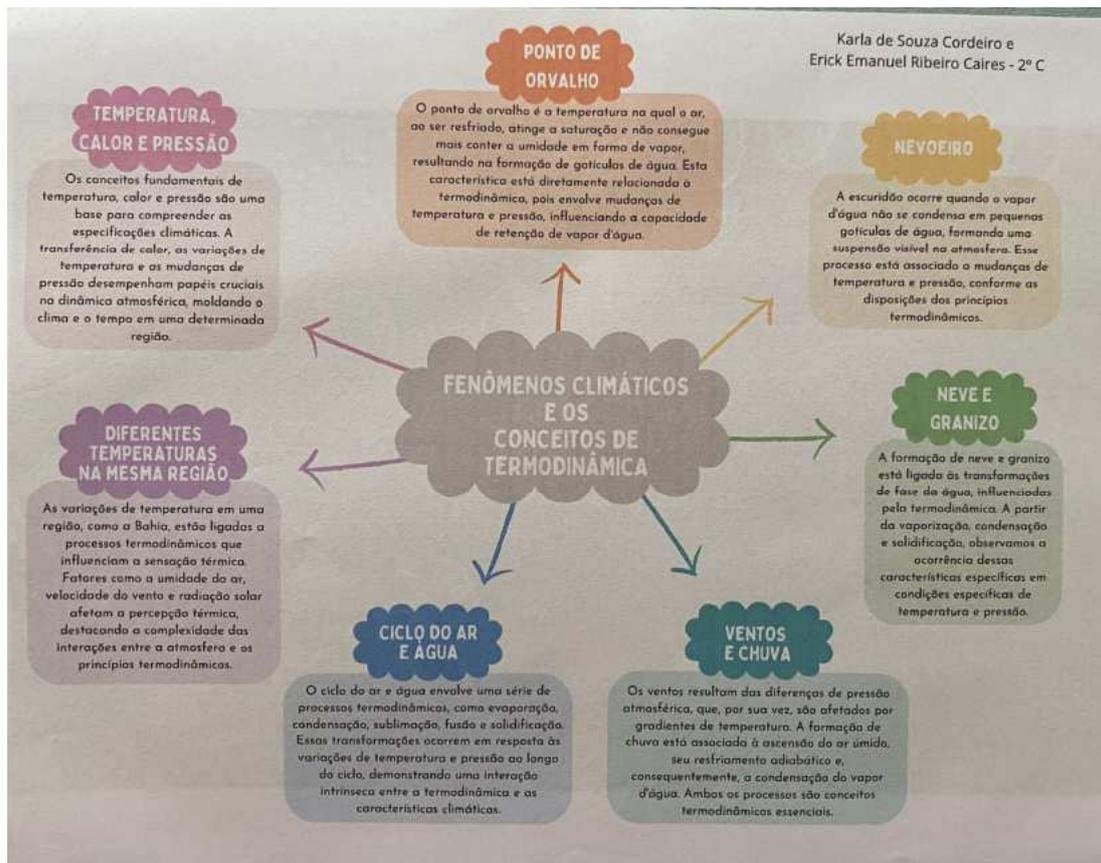
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 64 - Mapa Conceitual 2



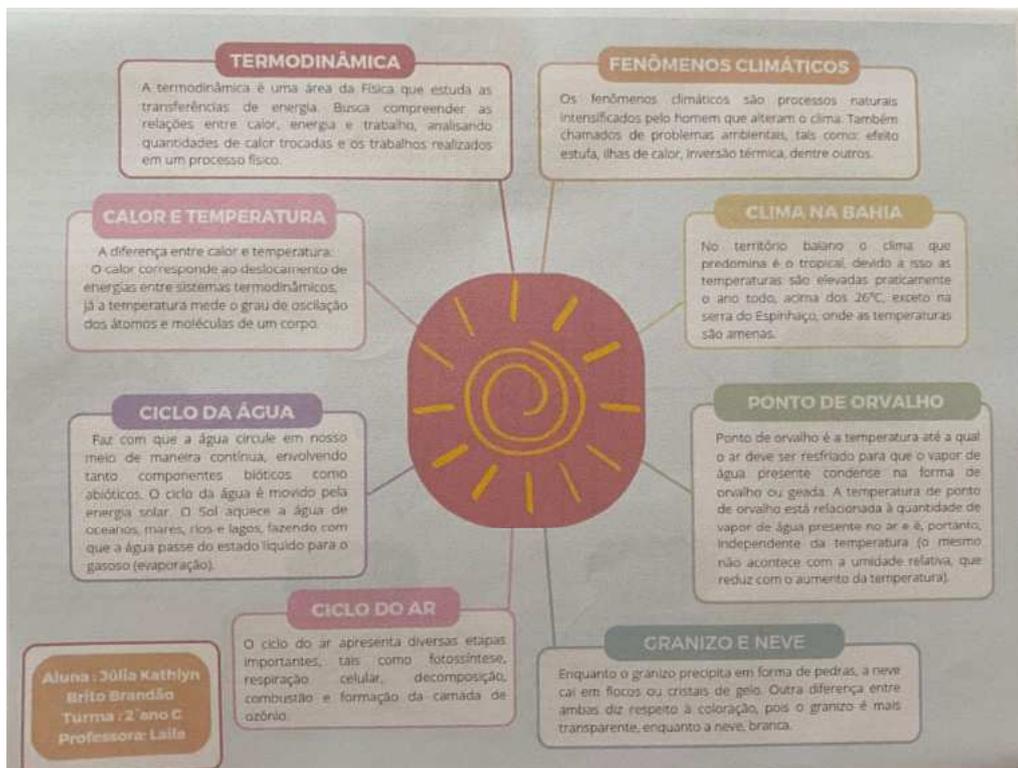
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 65 - Mapa Conceitual 3



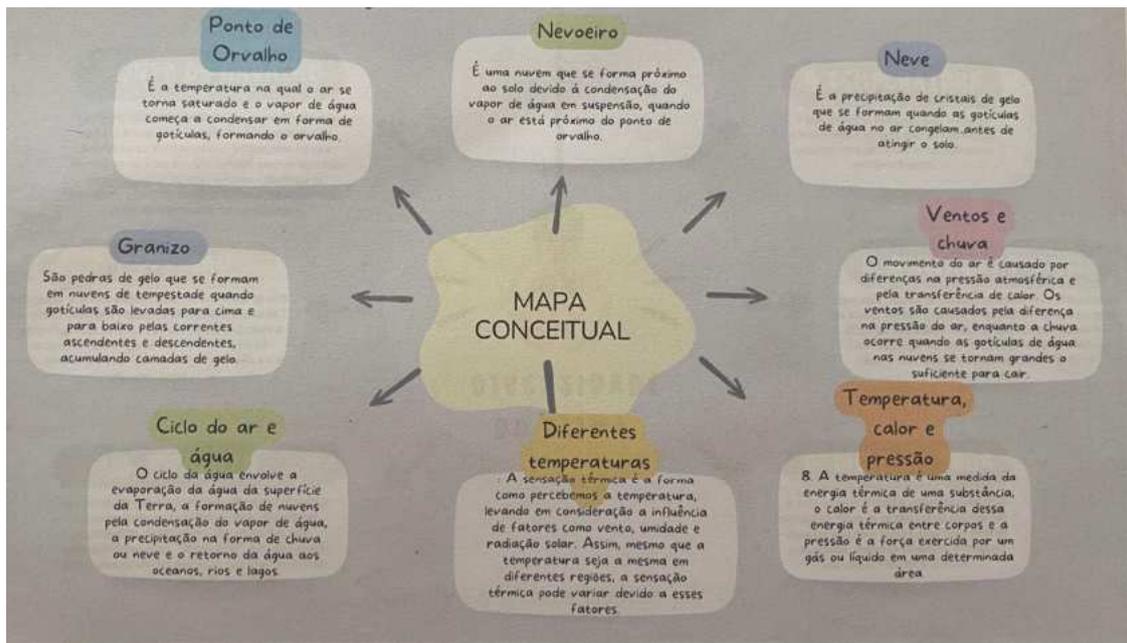
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 66 - Mapa Conceitual 4



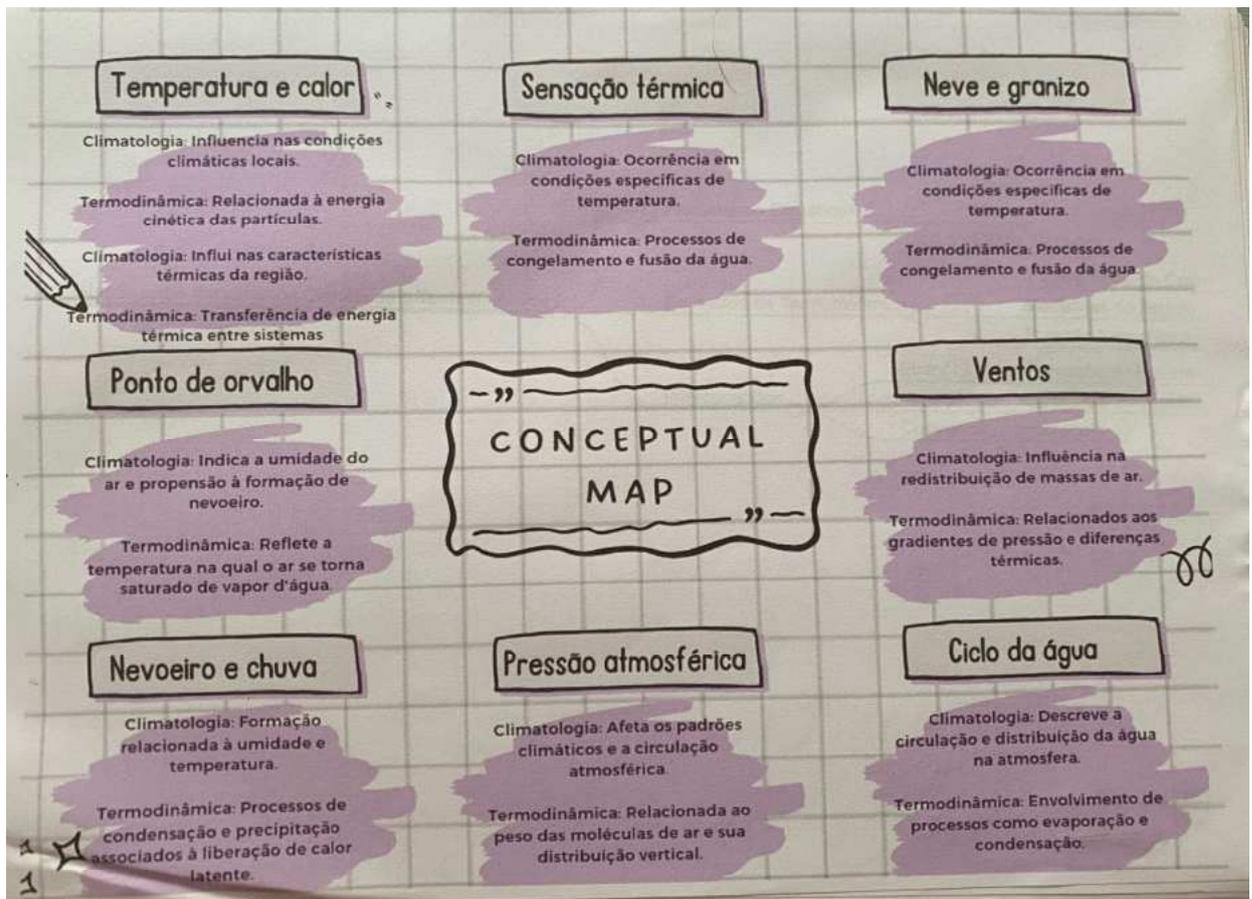
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 67 - Mapa Conceitual 5



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 68 - Mapa Conceitual 6



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Percebeu-se que os discentes em sua maioria conseguiram realizar o mapa de forma adequada, colocando no centro o tema, e descrevendo os fenômenos climáticos de acordo com os conceitos de física da forma hierárquica que acharam conveniente. Ressaltando que a aula expositiva e apresentação dos vídeos e simulação foram bem aproveitados por eles.

### 5.3.2 Leitura complementar e resolução de quizz

Neste momento, os alunos se organizam em grupos de 4 a 6 estudantes, se reunindo de acordo com eles mesmos, Figura 69. Em sequência, foram distribuídos os textos didáticos, a fim de discutirem entre si as principais ideias relevantes de cada um dos textos, para que posteriormente pudessem responder um quiz com questões criadas a partir dos textos didáticos. Assim, com os textos os alunos puderam confirmar que os fenômenos climáticos são diferentes em cada região e estes apresentam características bem definidas de modo que existem locais propícios ao cultivo de morango e café enquanto outros que possuem outras especificidades como geração de energia eólica, dentre outros aspectos que os discentes observaram.

**Figura 69** - Reunião dos grupos

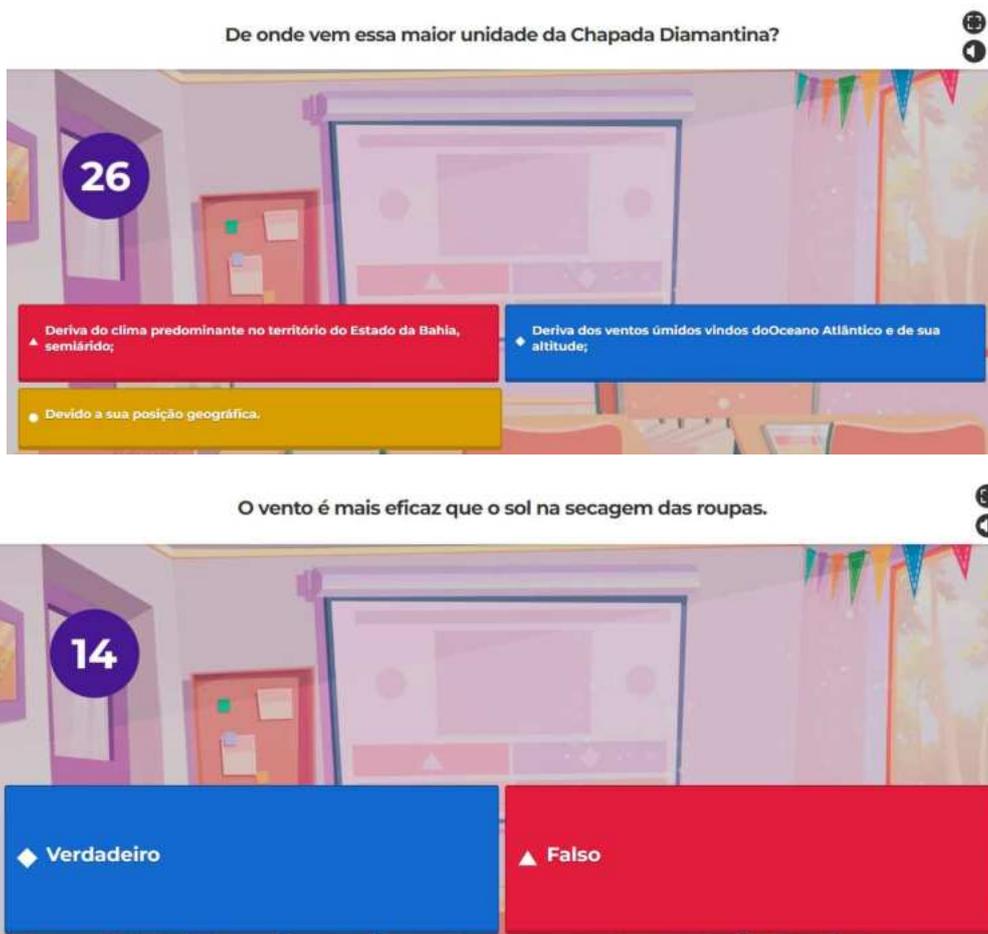


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O quiz Kahoot, Figura 70, possui quinze questões, com três a quatro alternativas, e questões de verdadeiro e falso, sendo duas questões teóricas/orais, e com cinco questões do Enem, ou seja, o grupo deveria se reunir e apresentar a resposta correta, enquanto o tempo “passava”. Durante esse momento, a internet da escola não estava conectada ao notebook, inviabilizando que os alunos conectassem ao site/aplicativo para responderem.

Para não prejudicar o andamento da atividade, as questões e alternativas do quiz foram ditadas, e foi indicado que os alunos prestassem bastante atenção e levantassem fichas com a alternativa correta, pois o tempo estava sendo cronometrado.

**Figura 70** - Pergunta realizada no quiz Kahoot

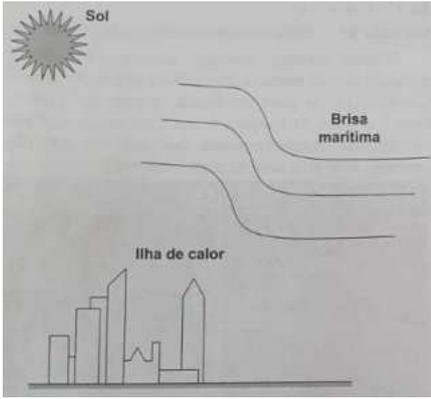


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Nesta atividade, percebeu-se uma interação muito grande entre os discentes, pois além de quererem responder corretamente eles queriam ‘ganhar’ uns dos outros, ou seja, havia uma competitividade entre eles.

Como o quiz apresentava uma diversidade em perguntas, a análise desse momento foi feita em três etapas, as questões do ENEM, as questões orais, e as com múltipla escolha e verdadeiro ou falso. As questões do ENEM por apresentarem uma estrutura maior foi dedicado um tempo maior para que os estudantes pudessem compreender a pergunta e identificar a resposta, Quadro 14.

**Quadro 14** - Questões do quiz kahoot com perguntas do ENEM

<p>Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles. A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque</p>	<p>a) possui a propriedade de gerar calor.  b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.  c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.  d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.</p>
<p>Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais.</p> 	<p>A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno. No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima. Esses mecanismos são, respectivamente,</p> <p>a) irradiação e convecção.  b) irradiação e irradiação.  c) condução e irradiação.  d) convecção e irradiação.  e) convecção e convecção.</p>
<p>É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?</p> <p>a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.</p>	<p>b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.  c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.  d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.  e) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes</p>
<p>Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e</p>	<p>a) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.  b) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.  c) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.  d) facilita a circulação das correntes de ar frio</p>

<p>sofrem um deslocamento descendente. A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque</p>	<p>e quente dentro do cômodo. e) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.</p>
--	--

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Dessa forma, os grupos conseguiram de forma unânime acertarem as perguntas, pois a maior dificuldade estava em ler o comando da questão, pois são grandes, mas foi possível observar que estes associaram com o texto “Bahia terra de sol e de brisa”, “Bahia de todos os ventos – O Potencial Eólico da Bahia”, “O Calorão da Bahia” que foram discutido na aula anterior, bem como da aula expositiva.

As perguntas orais, Quadro 15, possuem uma formulação simples para que os discentes pudessem se reunir com os colegas e apresentar a resposta de forma clara e objetiva.

#### Quadro 15 - Perguntas orais do quiz Kahoot

<p>O que é o nevoeiro ou neblina e o que causa a sua maior recorrência, principalmente em cidades mais elevadas?</p>
<p>Uma das principais cachoeiras se encontra na Bahia, e possui o nome de Cachoeira da Fumaça. Porquê do nome da Cachoeira da Fumaça?</p>

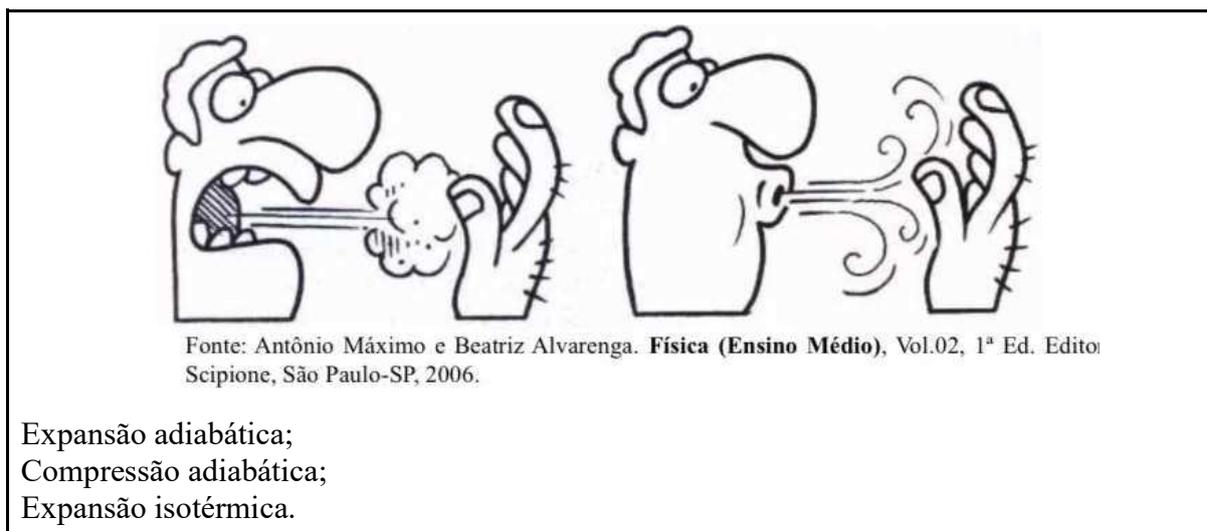
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Observou-se que nesse momento o grupo se recordou dos textos “Pode fazer frio em cidades baianas?” e “As serras e cachoeiras da Bahia”. As respostas consistiam em “nuvens que estão próximas à superfície”, e sua recorrência se dava “pelo fato da grande umidade do ar”. Outros discentes citaram ainda o ciclo da água, demonstrando que regiões mais próximas de rio possuíam maior frequência na ocorrência dos nevoeiros, como no Morro do Ouro, morro que se situa na cidade de Barra da Estiva. Quanto à pergunta sobre o nome Cachoeira da Fumaça, os estudantes argumentaram que o nome se dava pela queda d’água da cachoeira, e que devido a sua altura a água evapora com muita rapidez.

As demais questões realizadas no quiz continham perguntas de verdadeiro ou falso e múltipla escolha, Quadro 16.

**Quadro 16** - Questões do quiz Kahoot de múltipla escolha

<p>Qual processo de propagação de calor está envolvido na formação dos ventos?          Convecção          Condução          Irradiação</p>
<p>De onde vem essa maior unidade da Chapada Diamantina?          Deriva do clima predominante no território do Estado da Bahia, semiárido;          Deriva dos ventos úmidos vindos do Oceano Atlântico e de sua altitude;          Devido a sua posição geográfica.</p>
<p>O vento é mais eficaz que o sol na secagem das roupas.          Verdadeiro          Falso</p>
<p>Qual fenômeno físico ocorre na formação de orvalho?          Sublimação;          Condensação;          Evaporação</p>
<p>Como explicar essa mudança diária do sentido do vento?          o calor específico da água é igual do que o da areia;          o calor específico da água é muito maior do que o da areia;          o calor específico da areia é muito maior do que o da água;</p>
<p>Os grãos de café mais resistentes, saborosos e aromáticos são produzidos em regiões mais elevadas.          Verdadeiro          Falso</p>
<p>A Chapada é uma boa referência na produção de morango e Barra da Estiva vem se destacando por qual motivo?          O cultivo se dá ao clima ameno da Chapada Diamantina;          O cultivo se dá às temperaturas elevadas;          O cultivo se dá pela pressão atmosférica</p>
<p>A ocorrência de granizo na Bahia não é um fenômeno incomum.          Verdadeiro          Falso</p>
<p>Mas situações abaixo temos uma diferença de temperatura isso se deve a:</p>



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Das questões apresentadas os alunos tiveram dúvidas na seguinte pergunta: “O vento é mais eficaz que o Sol na secagem das roupas, verdadeiro ou falso?” diversos grupos indicaram falso, pois muitos associam a secagem da roupa a evaporação devido ao Sol, mas os ventos são mais eficazes, pois esta consegue secar mesmo a noite sem ação do Sol. Outra questão que houve uma divergência nas respostas foi referente a mudança dos ventos neste momento eles não conseguiram se recordar ao exemplo da brisa marítima que é um exemplo prático da ocorrência dos ventos. As demais perguntas os estudantes conseguiram responder com grande efetividade, pois a cada pergunta eles discutiam entre si e argumentavam sobre as alternativas corretas.

Ao finalizar esta sequência didática pude perceber que os alunos conseguiram aprender com êxito os conceitos de Termodinâmica, apesar de terem algumas dificuldades em uma ou outra situação e que estes conceitos estão presentes quando os fenômenos climáticos estudados forem visualizados em seu cotidiano.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa concluímos que o produto educacional produzido contribuiu de forma significativa, pois disponibilizamos para os professores do ensino básico, seja ele médio ou fundamental, uma sequência didática em consonância com os Três Momentos Pedagógicos que venha, além de contribuir para entendimento dos conceitos de temperatura, calor, e outras grandezas da Termodinâmica, possa desmistificar as ideias de que a Física é uma ciência acabada, tal como apresentada em livros textos e que os modelos apesar de necessários, não são infalíveis e perfeitos para descrever a realidade, apresentando relação entre o cotidiano do estudante com a teoria e o conhecimento científico.

Levando em consideração o caminho percorrido para o desenvolvimento dessa proposta de ensino por meio dos Três Momentos Pedagógicos nos permitiu visualizar e observar a relação encontrada entre a abordagem aplicada com a rotina dos estudantes. E através de diálogos e discussões foi possível aproximar a turma e a professora do tema, contribuindo para o seu desenvolvimento apresentando uma relevância ao longo das problematizações. Nessa perspectiva, o tratamento utilizado nesta pesquisa utilizando os Três Momentos Pedagógicos demonstra algo além de uma simples proposta de ensino.

Os recursos utilizados para a problematização, como imagens locais, vídeos, e simulações, foram essenciais para a identificação das situações locais e regionais com o problema proposto no início da pesquisa. De forma, que contribuiu para a valorização dos aspectos regionais.

Diante dos resultados apresentados, destacou-se as atividades realizadas no início da sequência didática, o questionário de sondagem. Nesse momento foi visível que situações rotineiras dos estudantes não eram percebidas por um aspecto científico, apenas aconteciam sem eles buscarem o que havia por trás. A interação deles durante a aula expositiva com a demonstração e aplicação do simulado, notou-se uma grande curiosidade acerca da interação dos átomos e moléculas que não podem ser vistas a olho nu. E por fim, ao final com a aplicação do quiz, os alunos discutiam entre si para explorar o conhecimento adquirido sobre o tema. Desse modo a abordagem dialógica problematizadora foi fundamental para conduzir os alunos a compreenderem os fenômenos físicos que existem na sua realidade sem que exijam complexidades em consonância dos 3MPs.

Destacamos a preocupação nesta pesquisa em selecionar conteúdos de Física fundamentais para que houvesse uma ligação entre o contexto inserido dos estudantes daquela região, evitando que o conhecimento a ser desenvolvido ali fosse promovido de forma abstrata e solta. Dessa forma, a abordagem da física utilizada permitiu que esta sequência não apresentasse apenas em aspectos conceituais, mas aspectos práticos e visíveis.

Portanto, é possível dizer que a pesquisa realizada utilizando-se dos Três Momentos Pedagógicos apresentou resultados satisfatórios de forma que a aprendizagem se torna significativa, pois promove a disseminação de conteúdo da física sobre a Termodinâmica no ensino médio, além de trazer contato dos discentes com a sua realidade conforme foi esperado consolidando os objetivos propostos. Assim, destacamos que o ensino de Física contribui para a compreensão e pensamento crítico do estudante. Além disso, a pesquisa evidencia a importância do aprofundamento nessa área, buscando contribuir na ampliação do ensino de física.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. D. S. **Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática**, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/69843918-Os-tres-momentos-pedagogicos-como-possibilidade-para-inovacao-didatica.html>. Acesso em: 16 fev. 2024
- ALVARENGA, Beatriz e MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**, volume 2. Ed. Scipione, 2006.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro, Zahar, 1977.
- BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. **Por que a pesquisa de desenvolvimento na Educação Matemática?**. Perspectivas da Educação Matemática, v. 8, n. 18, 18 dez. 2015.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- Canva. (2024). Canva: Design anything. Publish anywhere. Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- DA SILVA, G.GUIMARÃES ERROBIDART, N. **A construção histórica conceitual da Termodinâmica para o Ensino Médio**. Revista Insignare Scientia - RIS, v. 3, n. 5, p. 540-559, 18 dez. 2020.
- DE PAULO, I. J. C. **O TEXTO DIDÁTICO DE APOIO COMO UM PRODUTO EDUCACIONAL - UMA OPÇÃO VIÁVEL**. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/anexospagina/Orientacoes-Texto-Didatico-MNPEF.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2024
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed.da UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**, São Paulo. Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17a Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física Ondas, Óptica e Termodinâmica**. 2. ed. São Paulo: Ed. Ática, 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1ª. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRASSELLI, E.C.; GARDELLI, D. O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da Teoria à prática. **Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor**. v. 1, p. 99-120, ISBN 978-85-8015-080-3, 2014.

GRAF, Física. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1996. v. 2.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Vol. 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LUZ, A. M. R d.; ÁLVARES, B. A. **Física: contexto & aplicações: ensino médio**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

MOREIRA, M. A. **GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA**. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MUENCHEN, Cristiane. **A Disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93822>. Acesso em: 15 de fev. 2024.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”**, Bauru, 2014. 617-638. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 fev. 2024.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio**. Monografia - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2010. Disponível em: <https://www.uece.br/posla/wp->

content/uploads/sites/28/2021/08/tiago\_lessa\_nascimento.pdf. Acesso em: 16 de fev. 2024.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: Fluidos, Oscilações e ondas, Calor**. São Paulo: E. Blücher, 2002;

SASSERON, L. E. **Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física 2: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

SEARS, Francis Weston; SALINGER, Gerhard L. **Termodinâmica, Teoria cinética e Termodinâmica Estatística**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S. A, 1979.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009, p. 31

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, termodinâmica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

**APÊNDICES**

## **APÊNDICE A - TERMOS**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Eu,

---

aceito participar das aulas em formato de sequência didática e também permito a coleta de dados das produções e das ocorrências em sala de aula que serão interpretados em pesquisa para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física polo 62 UESB pela mestranda Laila Silva Alves. Tenho toda a liberdade de me recusar a participar da pesquisa bem como retirar meu consentimento a qualquer momento. Fui também esclarecido(a) de que meu nome não será divulgado nos resultados da pesquisa sendo-me garantido total confidencialidade dos dados.

---

Assinatura do Participante

Barra da Estiva, 16 de outubro de 2023

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO

A discente Laila Silva Alves do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, estará desenvolvendo Produto educacional (sequência didática) no Colégio Estadual Nercy Antônio Duarte (CENAD), tendo como orientador Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>o</sup> Luizdarcy de Matos Castro e coorientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristina Porto Gonçalves. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem num encadeamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo, estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu, \_\_\_\_\_, fui esclarecido(a) sobre a pesquisa citada acima e concordo com estes dados sejam utilizados na realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

---

Assinatura do Responsável (com carimbo se tiver)

Barra da Estiva/Ba, 09 de outubro de 2023

## **APÊNDICE B - PRODUTO EDUCACIONAL**



**UESB**  
Universidade Estadual  
do Sudoeste da Bahia

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



C A P E S

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**A DIVERSIDADE DO CLIMA NAS CIDADES BAIANAS -**  
**UMA ABORDAGEM DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS PARA UM**  
**PASSEIO PELA TERMODINÂMICA**

**LAILA SILVA ALVES**

Produto Educacional submetido ao Programa de Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro  
Coorientador (a): Dr. Cristina Porto Gonçalves

VITÓRIA DA CONQUISTA/BA

2024

## A (O) PROFESSOR (A)

Caro (a) Professor (a),

Compartilho aqui uma abordagem pedagógica como alternativa no ensino de Termodinâmica com ênfase nos conceitos de temperatura, calor, pressão e a relação com os fenômenos climáticos favoráveis à ocorrência de brisas marítimas, geadas, nevoeiros, granizos, chuvas e as mudanças climáticas. Assim, esta sequência didática foi organizada através dos Três Momentos Pedagógicos, proposta por Delizoicov e Angotti, caracterizada em três etapas individuais, mas conectadas entre si pelos temas abordados, principalmente por situações reais que os alunos conhecem.

A sequência didática inicia-se com o docente apresentando questões e/ou situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam. Esta etapa é caracterizada pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema e encontrar as possíveis dificuldades relacionadas com o conhecimento a ser construído.

A etapa seguinte consiste na exposição de conceitos utilizando de recursos e materiais apropriados para apresentar os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial transformando os conhecimentos prévios em conhecimentos científicos, promovendo um olhar e pensamento crítico ao visualizar fenômenos da natureza.

Por fim, o último momento o professor deve desenvolver atividades, não tradicionais, para a fixação do conteúdo, visto que estes poucos estimulam reflexões críticas, buscando instigar o educando a utilizar os conhecimentos científicos, aprendidos no segundo momento pedagógico, a fim de elucidá-los com situações que fazem parte do seu cotidiano visto que estes poucos estimulam reflexões críticas.

Assim, essa abordagem pedagógica confeccionada para o Ensino Médio poderá ser adaptada para o Ensino Fundamental, pois este trabalho possui uma abordagem qualitativa, a fim de abordar e elucidar conceitos que são amplamente utilizados em nosso cotidiano.

Prof<sup>a</sup> Laila Silva Alves

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	7
PROGRAMAÇÃO.....	8
ETAPA 1 - PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	9
ETAPA 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	11
ETAPA 3 – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	14
REFERÊNCIAS .....	16

## INTRODUÇÃO

A Física é uma área abrangente na qual nos permite investigar e interpretar sobre os fenômenos da natureza passando pela Mecânica Clássica no estudo do universo macroscópico ao da Física Moderna com a parte microscópica, sendo essa muito importante para o crescimento tecnológico. Esta ciência nos permite compreender o mundo à nossa volta através dos fenômenos naturais que são explicados a partir de leis, teorias e modelos capazes de despertar curiosidade, desenvolvimento cognitivo e social.

O ensino da Física na educação básica contemporânea apresenta como principal desafio: não estabelecer uma relação dos conceitos, aprendidos em sala de aula e sua prática, contexto social e rotina, assim “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para a formação de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (PCN, 2002, p. 34). Sendo de suma importância que os estudantes tenham a perspectiva crítica e consciente através da ciência para atuar em sociedade.

O debate sobre as novas formas de aplicação das ideias pedagógicas nas aulas, buscando tornar o aprendizado mais agradável e instigante ao aluno é cada vez mais aplicado. A utilização de metodologias ativas, contribui significativamente para o processo de aprendizagem, além de fugir ao modelo tradicional, buscando o interesse dos alunos em meios alternativos.

Ao ensinar ciências proporcionamos aos estudantes contemporâneos oportunidades de realizarem pesquisas sobre questões que os aflijam, e a partir das informações encontradas poderem construir seu posicionamento (SASSERON, 2019). Desse modo, é importante nos afastar de questões simples, pois os alunos possuem uma gama de recursos tecnológicos capazes de realizarem pesquisas rapidamente e obtendo respostas sem esforço, o que não contribui para sua formação.

O aluno possui uma relação e interage constantemente com fenômenos relacionados à Física. Sabe-se que há uma distância muito grande entre a construção de novos conceitos e o conhecimento prévio que o estudante no ensino básico já possui, pois diversas vezes, estes se diferem das leis, teorias e modelos ensinados. De modo que, tais concepções podem atrapalhá-los no ensino e aprendizado do estudante, como indica Grasseli e Gardelli (2014, p. 2) em:

Os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos

educandos, ou seja, estabelecer vínculo entre a teoria e a prática, o que gera desinteresse que pode ser manifestado na aversão à disciplina.

O docente deve, no entanto, saber estimular e instigar a curiosidade de cada um deles para que em suas turmas tenham melhor engajamento na realização de atividades durante a aula é necessário inserir alguns aspectos da modelagem no ensino-aprendizagem de Ciências e Física. Como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica: “é importante motivá-los com desafios cada vez mais abrangentes, o que permite que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados.” (BRASIL, p. 343).

Assim, buscamos analisar os conceitos Termodinâmicos devido a diversidade dos climas encontrados em cidades no estado da Bahia, se destacando por ter temperaturas baixas e altas favoráveis a ocorrência de fenômenos climáticos e facilitando o cultivo de algumas plantações, principalmente na Chapada Diamantina e região.

A pesquisa realizada desempenha uma abordagem qualitativa, pois não se preocupa com a representatividade numérica, a fim de abordar e elucidar conceitos que são amplamente utilizados em nosso cotidiano, de forma equivocada, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Assim, este trabalho se refere também a uma pesquisa de desenvolvimento educacional, uma vez identificado o problema, foi possível criar uma intervenção, materializada através de um produto educacional, este é avaliado e revisado de forma a ser utilizado por professores e pesquisadores (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015).

Esta pesquisa possui como abordagem qualitativa, como determina Gerhardt e Silveira (2009, p. 32) preocupando-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.

A sua natureza é dada por uma pesquisa aplicada, tendo como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, focando na solução de problemas determinados. Tendo em vista, que a pesquisadora busca realizar um estudo acerca do ensino de termodinâmica com aplicações em fenômenos climáticos, apresentando tal proposta que é pouco utilizada no ensino básico. De modo que, este trabalho propõe um produto educacional a ser utilizado por outros colegas de trabalho, diante das suas realidades, contribuindo para o ensino prático e visual da termodinâmica.

Deste modo, apresentamos neste produto educacional a construção de uma sequência didática como pressuposto didático metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs)

para o ensino dos conceitos fundamentais da Termodinâmica em uma sala de aula do ensino médio. Utilizando de textos didáticos, como indicado pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Tal trabalho possibilita ao professor uma estratégia de ensino voltado para as condições climáticas, indispensáveis para o cotidiano do ser humano, levando em conta uma interdisciplinaridade dos conteúdos.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O presente trabalho se trata de um produto educacional que aborda uma sequência didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti com foco qualitativo, pois não se preocupa com a representatividade numérica, a fim de abordar e elucidar conceitos que são amplamente utilizados em nosso cotidiano.

O objetivo de ensino desta sequência é apresentar métodos didáticos a serem aplicados aos estudantes, por meio de atividades lúdicas e investigativas ressaltando a importância da Termodinâmica para além da sala de aula, mostrando que os conceitos de temperatura, calor e pressão estão embutidos em nossa vida sem percebermos. Assim, serão abordados os seguintes pontos:

- A diferença entre sensação térmica, temperatura e calor;
- Quais são os processos de propagação de calor;
- Como ocorre as mudanças de fase, relacionando com a energia fornecida para o sistema;
- Relacionar os fenômenos climáticos (brisas marítimas, geadas, nevoeiros, granizos, chuvas e as mudanças climáticas) com os conceitos de Termodinâmica.

O procedimento metodológico utilizado, busca, além de realizar as etapas dos Momentos Pedagógicos, verificar se o aluno adquiriu a capacidade de argumentar e de participar, de forma crítica, das decisões que envolvem os temas/problemas contemporâneos, expondo seu ponto de vista quando o professor propõe questões durante as aulas.

## PROGRAMAÇÃO

Quadro 1 - Etapas da sequência didática

ETAPAS	MOMENTO PEDAGÓGICO	AULA	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
Etapa 1	Problematização inicial	1 e 2	Aplicação um questionário de sondagem;
		3	Debater questões relacionadas aos efeitos climáticos, por meio de breves textos didáticos;
Etapa 2	Organização do conhecimento	4 e 5	Aula expositiva e dialogada partindo das ideias iniciais sobre sensação térmica, temperatura e calor, abordando os processos de propagação de calor, como ocorre as mudanças de fase e sobretudo como ocorre os fenômenos climáticos; Apresentação de vídeos com a demonstração de fenômenos climáticos em cidades baianas Simulação através do PhET;
Etapa 3	Aplicação do conhecimento	6	Construção de mapas conceituais, e post para o Instagram;
		7	Leitura compartilhada e discussão a respeito dos textos didáticos, retomando as questões do debate inicial;
		8	Aplicação de quiz - Através da plataforma Kahoot realizar um quiz com perguntas direcionadas aos textos didáticos voltados para as questões do ENEM.
<b>TOTAL</b>			8

Fonte: Elaborado pela autora, 2024

O quadro 1 pode ser alterado pelo professor de modo que possa expandir ou reduzir o tempo conforme a necessidade da turma.

## ETAPA 1 - PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

### OBJETIVOS

- Apresentar a proposta de trabalho e conceitos a serem abordados;
- Estimular a participação e compromisso dos estudantes;
- Aplicar um questionário de sondagem;
- Instigar o pensamento dos estudantes através de situações simples da sua realidade;
- Realizar uma discussão e debates com as perguntas do questionário.

### METODOLOGIA

A aula será iniciada com a introdução do trabalho a ser desenvolvido na turma.

Posteriormente, terá aplicação do **questionário de sondagem** para conhecer quais são as concepções iniciais dos alunos acerca de conteúdos relacionados à física térmica. O professor deve determinar que os estudantes não poderiam acessar a internet como recurso para obter as respostas, pois o formato da questão já conduziria eles a pensarem e desenvolverem suas respostas de acordo com seus conhecimentos prévios.

Neste momento é importante que haja um diálogo entre o docente e os estudantes, de forma que os informem sobre a importância de eles expressarem com suas próprias palavras, de forma que os estudantes possam desenvolver suas respostas de acordo com seus conhecimentos prévios, evitando utilizar a internet como recurso para obter as respostas.

A **Problematização Inicial** apresenta questões e/ou situações para discussão com os alunos, relacionando o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente.

Acesse aqui o **Questionário de sondagem**, com questões contextualizadas sobre situações encontradas no cotidiano e realidade dos estudantes.



### RECURSOS

Materiais impressos  
(Questionário de sondagem).

Além do Questionário de Sondagem o professor poderá realizar um **debate** entre os estudantes.

Para o desenvolvimento desta atividade o docente utilizará como auxílio **textos didáticos**, em que são apresentados trechos de poemas, textos e imagens com perguntas, que o professor pode fazer aos estudantes que podendo ser impressas ou exibidas na TV, conforme disponibilidade de recursos do professor.

Assim, essa atividade proporciona conhecer o repertório dos alunos, sobre as aplicações da termodinâmica, e fenômenos climáticos, estabelecendo um diálogo. Logo, o professor possui um papel de mediador sem apresentar as respostas aos alunos.

**Figura 1 - Questionário para debates**



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O **debate** é uma atividade em que os alunos discutem ideias sobre um tema específico, defendendo pontos de vista opostos, desenvolvendo habilidades como argumentação, pensamento crítico, expressão oral e respeito às opiniões alheias.

Os **Textos didáticos** configuram-se como gênero textual não figurativo e conceitual, sem deixar margens para duplo sentido.

Acesse aqui o **Texto Didático**, com questões contextualizadas sobre situações encontradas no cotidiano dos estudantes.



## ETAPA 2 – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

### OBJETIVOS

- Apresentar o conceito de sensação térmica a fim de introduzir a ideia de temperatura;
- Conceituar temperatura como o grau de agitação da energia cinética das moléculas de um material;
- Determinar que o calor é um tipo de energia que pode ser transferida para materiais com temperaturas diferentes;
- Estabelecer uma diferença entre temperatura e calor;
- Expor sobre as mudanças de fase da matéria e como são fundamentais para que ocorra os fenômenos climáticos;
- Sobre os processos de propagação do calor;
- Mostrar como ocorre a mudança de fase através de simulação no PhET;
- Apresentar os fenômenos climáticos que ocorrem na região da Bahia;

### METODOLOGIA

Nesta etapa os estudantes deverão ser instigados a estudar os conceitos relacionados à Termodinâmica como Sensação Térmica, Temperatura, Calor e Pressão Atmosférica.

#### 1. Aula Expositiva

O professor deve iniciar sua aula provocando e instigando os alunos a pensarem sobre situações do cotidiano em que há relação de temperatura e calor, de forma que facilite o andamento da aula. Assim, apresente os conceitos de Sensação Térmica, Temperatura, Calor e Pressão Atmosférica, de forma fluida apresentando ilustrações.

Na **Organização do Conhecimento**, temos que os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial devem ser sistematicamente estudados sob orientação do professor. As definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados. Delizoicov e Angotti (1990) ressaltam a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

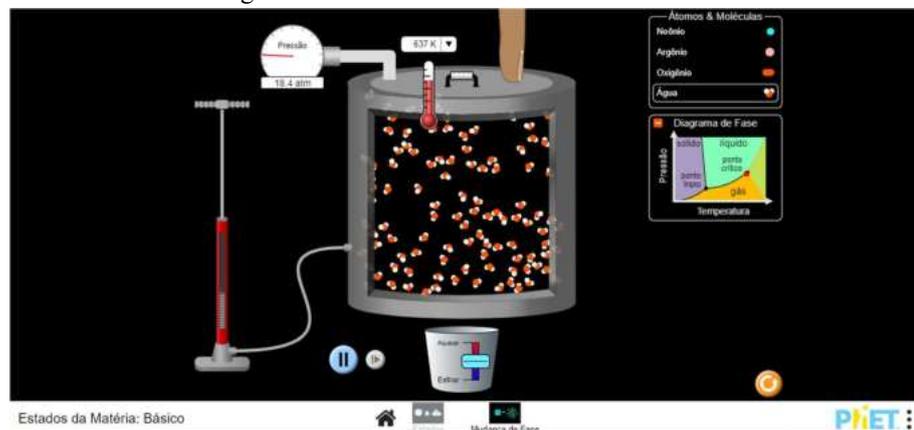
Acesse aqui os **materiais** utilizados para elaborar a **aula expositiva**



## 2. Simulação PhET

Neste momento o docente apresentará o **simulador PhET Estados da Matéria: Básico**.

Figura 2 - Simulador PhET Estados da Matéria



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics)

Desse modo, os alunos podem observar e verificar a temperatura indicada no termômetro que se encontra acima do recipiente quando se muda o estado físico. Em seguida responderão as perguntas:

1. O que acontece com todos os átomos e moléculas conforme passamos do estado sólido para o líquido e depois para o vapor? O que aconteceu com a temperatura nessa troca?
2. Como a temperatura (seu aumento ou diminuição) está relacionada com o grau de agitação das partículas?

Em sequência, o professor deve apresentar quais são os Fenômenos Climáticos presentes no cotidiano como brisas marítimas, geadas, nevoeiros, granizos, chuvas e mudanças climáticas, ressaltando a diversidade presente nas cidades baianas.

O que é um **simulador PhET**?

Os simuladores permitem que o usuário interaja diretamente com elementos do ambiente virtual, manipulando variáveis e observando os resultados em tempo real. Facilitando a compreensão de conceitos complexos, pois o aluno pode visualizar como as coisas funcionam.

O **simulador PhET Estados da Matéria: Básico** permite visualizar os três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) bem como observar como os átomos e moléculas passam de um estado para outro ao serem aquecidos, resfriados e comprimidos.

Acesse aqui o **simulador PhET Estados da Matéria: Básico**



### 3. Apresentação de vídeos

Neste momento o professor deverá inicialmente realizar as seguintes perguntas:

- Qual o clima predominante no estado da Bahia?
- O que é necessário para defini-lo?
- Porque existem cidades que possuem características peculiares no Nordeste, como temperaturas amenas, sendo estas como Barra da Estiva, Piatã e Vitória da Conquista?
- Já ocorreu chuva de granizo na Bahia? Como elas se formam?
- Como ocorre a geada e o orvalho, são a mesma coisa?

Nesta etapa é importante dialogar e incentivar a participação dos alunos, o ideal é não realizar todas as perguntas de uma vez, pois o diálogo pode evoluir.

Em seguida, o professor deve apresentar vídeos de modo a esclarecer algumas curiosidades acerca das cidades baianas.

Acesse aqui o **link dos vídeos**



#### **ATENÇÃO**

Os vídeos selecionados correspondem as cidades baianas em que há ocorrência dos fenômenos climáticos abordados na aula, próximas a convivência dos estudantes. O professor poderá alterar esses vídeos de acordo com a região que se encontra.

#### **RECURSOS**

Notebook;  
Televisão  
(datashow/retroprojeto);  
Slides;  
Simulador PhET;  
Vídeos.

## ETAPA 3 – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

### OBJETIVOS

- Elaborar mapas conceituais a partir da aula expositiva apresentada sobre o tema;
- Realizar uma leitura coletiva com os estudantes dos textos didáticos;
- Discutir os principais conceitos abordados nos textos;
- Aplicar um quiz com perguntas direcionadas aos textos didáticos e questões do ENEM;

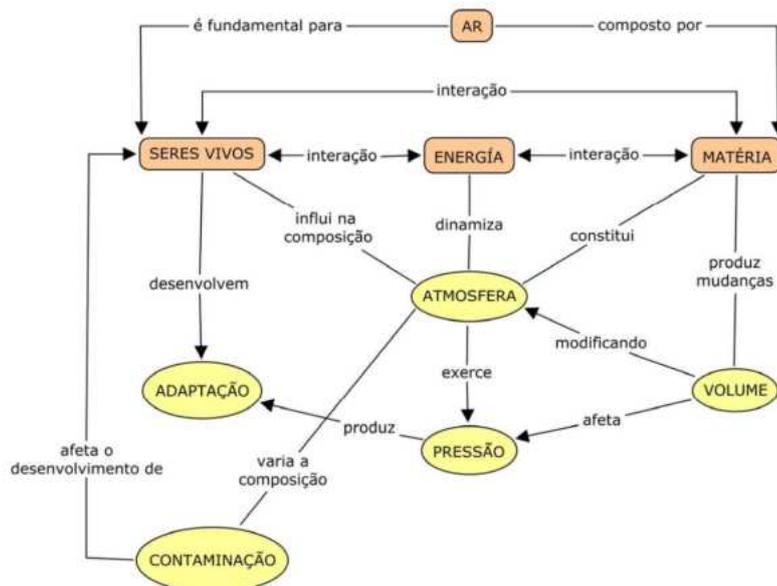
### METODOLOGIA

#### 1. Mapa Conceitual

Neste momento solicita-se a construção de um mapa conceitual em que os alunos apresentem a relação entre os fenômenos climáticos estudados com os conceitos construídos durante as aulas e discussões anteriores.

Assim, nesta etapa, inicialmente o professor deve realizar o esclarecimento sobre a diferença entre mapas mentais de mapas conceituais, de modo que eles descrevam os conceitos e as relações pertinentes a sua aplicação, ressaltando a classificação que pode ser realizada pelos estudantes.

Figura 3 – Exemplo de mapa Conceitual



**Aplicação do Conhecimento** é a última etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinaram o seu estudo (Delizoicov e Angotti, 1990, p. 31).

O **mapa conceitual** é uma ferramenta visual usada para organizar e representar o conhecimento sobre um determinado tema. Ele consiste em conceitos principais, que são frases curtas, conectados por linhas e palavras de ligação que mostram as relações entre eles.

### OBSERVAÇÃO

É importante ressaltar a diferença entre Mapa Conceitual e Mapa Mental, o professor poderá mostrar a Figura 3 como um exemplo de mapa conceitual.

## 2. Leitura Textos Didáticos

Sugerimos iniciar a aula retomando as problematizações iniciais.

Em sequência, a turma deve ser dividida em grupos com cinco a seis alunos, devendo ser realizada uma leitura coletiva dos textos didáticos, construídos anteriormente, levando em consideração os conceitos apresentados, as diferentes cidades baianas e condições climáticas que ali existem.

O docente deve mediar a discussão entre os discentes facilitando a interação entre eles, por meio de perguntas contidas nos textos didáticos de modo que os estudantes consigam construir suas respostas por meio dos conceitos ensinados na etapa 2 Organização do conhecimento.

## 3. Quiz

Para finalizar a sequência didática, o professor deve realizar com a turma um novo questionário, a sugestão é que se faça de uma forma mais dinâmica como um quiz (**Kahoot**) em plataforma online com questões sobre os textos didáticos, e também questões do ENEM, este quiz poderá ser modificado de acordo com a necessidade do docente.

O quiz possui o objetivo de não só instigá-los, mas também tornar esse momento dinâmico e divertido para os discentes.

O professor pode dividir a turma em grupos para facilitar a discussão e interação entre eles, mas pode ser realizado individual.

O **Kahoot** é uma plataforma online de aprendizagem interativa que permite criar e participar de quizzes, ou seja, questionários de perguntas e respostas. Os quizzes podem incluir perguntas de múltipla escolha, verdadeiro ou falso, entre outros formatos. A plataforma usa uma abordagem gamificada, em que os participantes competem entre si, ganhando pontos por responder corretamente e rapidamente.

Clique aqui e acesse as **perguntas** utilizadas no **questionário**



## RECURSOS

Notebook;

Televisão

(datashow/retroprojektor);

Slides;

Plataforma **Kahoot**.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. **Por que a pesquisa de desenvolvimento na Educação Matemática?**. Perspectivas da Educação Matemática, v. 8, n. 18, 18 dez. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. (2018). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília,
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. (1990). **Física**. São Paulo: Cortez.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A (2002). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1ª. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- GRASSELLI, E.C.; GARDELLI, D. O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da Teoria à prática. **Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor**. v. 1, p. 99-120, ISBN 978-85-8015-080-3, 2014.
- SASSERON, L. E. **Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.
- SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 31.

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM

	<p><b>Colégio Estadual Nercy Antônio Duarte – CENAD</b> Rua Francisco Santana Sobrinho, Barra da Estiva-BA.</p>	
---	---	---

### Questionário de Sondagem

Este questionário tem por objetivo fazer um teste a respeito do conhecimento que a turma possui sobre o tema que trabalharemos na disciplina. O referido estudo faz parte da etapa de definição da metodologia e instrumentos de coleta de dados a serem utilizados na minha pesquisa como mestranda do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia sob orientação do Prof. Luizdarcy de Matos Castro e da Profa. Cristina Porto Gonçalves. Antes de responder às perguntas que se seguem identifique-se com alguns dados. Desde já agradeço a sua colaboração e assegurar a confidencialidade das informações obtidas e a sua privacidade como participante deste estudo. Prof<sup>a</sup>. Laila Silva Alves

Nome: \_\_\_\_\_

1. Observe esse belo filtro de barro no interior de uma casa no Parque Nacional da Chapada Diamantina, em Barra da Estiva – Ba. Quem já tomou água de um filtro de barro sabe que essa é bem mais fresca que as colocadas em recipientes de vidro, plástico ou metal. Por que a água nos filtros de barro se mantém fria?

Interior de uma casa no Parque Nacional da Chapada Diamantina em Barra da Estiva - Ba



Fonte: [https://www.tripadvisor.com.br/VacationRentalReview-g2352246-d6890967-Cozy\\_home\\_in\\_Park\\_National\\_Chapada\\_Diamantina-Barra\\_Da\\_Estiva\\_State\\_of\\_Bahia.html](https://www.tripadvisor.com.br/VacationRentalReview-g2352246-d6890967-Cozy_home_in_Park_National_Chapada_Diamantina-Barra_Da_Estiva_State_of_Bahia.html).

2. A região da Chapada Diamantina, já conhecida pelas suas belas paisagens e inúmeros atrativos naturais, vem ganhando espaço internacional pela qualidade e excelência das variedades de cafés produzidos, em sua maioria, por agricultores familiares. Os grãos colhidos nos morros da Chapada Diamantina produzem cafés com características singulares e se tornaram muito conhecidos pela sua qualidade e sabores especiais. Os cafés da Chapada colecionam prêmios nacionais e internacionais, a título de exemplo, entre os vários prêmios recebidos em 2018, está o Cup Of Excellence 2018, um concurso para avaliar cafés especiais. Entre os 37 premiados na categoria “Pulped Naturals”, de cerejas úmidas despulpadas ou descascadas, 46% saíram de cafezais da Chapada Diamantina. Na figura abaixo mostramos um delicioso café oriundo da Chapada Diamantina sendo coado em um pequeno coado de pano. Observamos que o café está bem “quentinho” devido a visualização de uma fumacinha branca. O que é essa fumacinha branca?

Coando café



Fonte: Fotografia C. P. Gonçalves.

3. O Rio Paraguaçu é o maior rio genuinamente baiano. Seu nome Paraguaçu é de origem indígena e significa “água grande, mar grande, grande rio”. Nasce no Morro do Ouro, Serra do Cocal, município de Barra da Estiva, Chapada Diamantina - Ba, segue em direção norte passando pelos municípios baianos de Ibicoara, Mucugê e até cerca de 5km a jusante da cidade de Andaraí, quando recebe o rio Santo Antônio. O Morro do Ouro possui 1550 metros de altitude e se impõe na paisagem do município, de forma que podemos apreciar todo o município do seu topo. Por uma trilha repleta de plantas endêmicas, flores, pequenas nascentes e esculturas naturais formadas pelas chuvas mais

abundantes que na região. Abaixo podemos observar a Névoa e o frio no alto do Morro do Ouro localizado na cidade de Barra da Estiva.

Névoa e frio no alto do Morro do Ouro na cidade de Barra da Estiva na Chapada Diamantina



Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/32452/nevea-frio-no-alto-morro-do-ouro-pela-manha-em-barra-da-estiva--bahia>.

Mas como explicar essa grande formação de nuvens e a grande incidência de chuvas nesse Morro?

4. Na figura abaixo podemos ver um forte nevoeiro que cobriu a cidade de Barra da Estiva. Mas o que é nevoeiro ou neblina? O nevoeiro é o mesmo garoa ou chuvisco? Já que falamos de chuvisco, como são formadas as chuvas? Você já viu chuva de granizo (chuva de gelo)? Você sabe como são formadas as chuvas de granizo?

Nevoeiro em Barra da Estiva - Ba



Fonte: <https://www.climatempo.com.br/participe/25928/nevoeiro-em-barra-da-estiva-ba>.

5. A Chapada Diamantina é reconhecida mundialmente por sua biodiversidade, dezenas de unidades de conservação e centenas de espécies, cerca de 24 espécies de animais e plantas que só existem na Chapada Diamantina. Abaixo podemos apreciar a esponjinha mucugeana (*Calliandra-cf.-mucugeana*), essa linda planta é Arbusto comum no campo rupestre, entre rochas da Chapada Diamantina, sendo identificada em Mucugê-BA. As gotas de orvalho na esponjinha tornam a imagem muito mais linda, além disso, nas regiões onde chuvas são escassas, o orvalho exerce importante papel de umidificação dos terrenos. Mas o que vem a ser o orvalho? Ele cai como chuva ou chuvisco? Como dito na letra da música abaixo:

***O orvalho vem caindo.  
Vai molhar o meu chapéu.***

Noel Rosa – O Orvalho Vai Caindo



Credito: Noel Rosa. Foto sem assinatura. Coleção Almirante, Acervo MLS.

Será que Noel Rosa e Kid Pepe viram o orvalho cair? Será que o orvalho cai? Como e quando ele aparece?

Esponjinha mucugeana (*Calliandra-cf.-mucugeana*)



Foto: Rodrigo Dantas – <https://www.guiachapadadiamantina.com.br/24-especies-que-so-existem-na-chapada-diamantina/> .

6. Segundo o jornal Correio 24 horas, foi concedida no dia 04 de janeiro de 2022, pelo Instituto do Meio Ambiente da Bahia (Inema), a Licença Prévia (LP) ao Complexo Híbrido Eólico e Solar Alfazema, que está sendo desenvolvido na região sudoeste da Bahia. Considerado o segundo maior projeto híbrido em desenvolvimento no Brasil, o Alfazema está sob responsabilidade da empresa Quinto Energy. Ao todo, serão 340 aerogeradores e 850 mil módulos solares, que serão instalados nos municípios de Ituaçu, Barra da Estiva, Jussiape, Tanhaçu, Ibicoara e Mucugê. A capacidade instalada será de 1,5 GW/ano - o equivalente à quantidade necessária para abastecer 2,8 milhões de residências. Mas como são formados os ventos? Como diferentes regiões podem apresentar diferentes velocidades e direções do vento?

7. Na figura abaixo podemos ver a Cachoeira do Bom Jardim localizada em Barra da Estiva – BA. A bela queda d'água desce por um paredão rochoso e forma um amplo poço para banho e nado. O passeio até a cachoeira pode ser realizado a partir dos assentamentos rurais vizinhos ao Parque Nacional, que oferecem aos visitantes roteiros de turismo de base comunitária que adicionam experiências autênticas ao turismo de natureza através do dia a dia das comunidades. Além de conhecer as cachoeiras, ainda é possível, por exemplo, visitar uma fábrica artesanal de rapadura e fazer uma colheita em hortas agroecológicas. Os roteiros “Em Cantos da Chapada Diamantina” foram elaborados a partir de um projeto realizado pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) com o intuito de promover o desenvolvimento e renda das comunidades que moram e guardam o patrimônio ambiental.

Cachoeira Bom Jardim localizada em Barra da Estiva – BA



Fonte: <https://www.guiachapadadiamantina.com.br/cachoeira-do-bom-jardim-2/>

Você já deve ter notado que a água que cai de uma cachoeira é muito mais fria que a água do Rio antes da queda d'água ou das piscinas naturais abaixo da cachoeira. Mas o que torna essa água tão fria? Você já ouviu falar da Cachoeira da Fumaça? Ela está no Vale do Capão, localizada na Chapada Diamantina, entre os municípios de Lençóis e

Palmeiras, no estado da Bahia, veja figura abaixo. Mas, por que o nome Cachoeira da Fumaça? Será que a água se aquece até virar “fumaça”?

Cachoeira da Fumaça no Vale do Capão



Fonte: <https://www.bahia.ws/cachoeira-da-fumaca-vale-do-capao/>.

8. Segundo a matéria de 20/05/2022 do site **Muita Informação**, o frio atingiria pelo menos cinco cidades do sudoeste da Bahia, com temperaturas abaixo de 10°C. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o fenômeno em pleno Outono é efeito da massa polar que gerou a onda de frio na região há pouco mais de 24 horas. Em Rio de Contas, Barra da Estiva e Ibicoara, os termômetros devem marcar 7°C. Já em Maracás, a temperatura deve ficar em 8° C, enquanto Barra do Choça tem mínima prevista de 9° C.

A matéria também informou que Inmet também fazia um alerta importante: além da baixa temperatura, os municípios podem ser atingidos por fortes ventos, entre 15 km/h e 30 km/h, o que provoca uma sensação térmica de quatro graus a menos que o registrado pelos termômetros. Disponível em <https://muitainformacao.com.br/post/55830-invernou-em-pleno-outono--cidades-do-sudoeste-baiano-podem-ter-temperaturas-abaixo-de-10-c-nesta-sexta-feira.>

Uma pergunta que fica é: o que você entende por sensação térmica?

9. Barra da Estiva, possui um clima Oceânico, criado por sua elevada altitude (1050 m acima do nível do mar) e sua posição no agreste baiano que leva a cidade a receber, ainda uma influência marítima, das massas nebulares vindas do oceano atlântico e das massas polares oceânicas advindas do Brasil meridional. Apesar de ter uma quantidade de chuvas inferior a diversas cidades com este tipo de clima, Barra da Estiva, chove anualmente o mesmo que o Clima Oceânico de Paris, na França. No entanto, o território de Barra da Estiva é composto 100% pelo bioma Caatinga, ou seja, Barra da Estiva é um município do Semiárido Brasileiro e muitas comunidades circunvizinhas a Barra da Estiva que possui menor altitude tem clima predominante quente e seco, como podemos ver na imagem comparativa abaixo. A comunidade de Ponto Velho, por exemplo, possui um clima de sertão apesar de estar bem próxima da Barra da estiva.

Mas, se o ar quente sobe e o frio desce: por que a temperatura geralmente diminui quando a altitude aumenta?

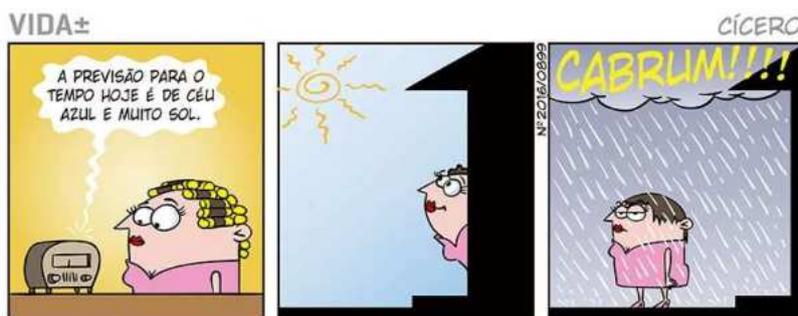
Print da tela Dendê na Mochila - Barra da Estiva/BA - Episódio 089 - 24.02.18 - 4ª Temporada



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=HHV7Ua\\_GynU](https://www.youtube.com/watch?v=HHV7Ua_GynU).

10. Analise as figuras abaixo:

Previsão do tempo tirinha humor



Fonte: <https://www.metropoles.com/sai-do-serio/tirinhas/previsao-do-tempo>.

Previsão do tempo Barra da Estiva - BA



Fonte: <https://informebarra.com.br/v2/chuvas-intensas-diminuem-temperatura-e-causestragos-em-barra-da-estiva-confira-a-previsao/>.

Você já ouviu dizer que o clima está doido? Você acredita que é possível prever o tempo a longo prazo?

**APÊNDICE D - TEXTOS DIDÁTICOS**