



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO ARAGUAÍNA**

**MARCOS VINICIUS VASCONCELOS FREITAS**

**ABORDAGENS DE CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOMETRIA POR MEIO DA**  
**APLICAÇÃO DE UEPS**

Araguaína, TO

2024

**MARCOS VINICIUS VASCONCELOS FREITAS**

**ABORDAGENS DE CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOMETRIA POR MEIO DA  
APLICAÇÃO DE UEPS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Danilo da Silva Olivier  
Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Érica Cupertino  
Gomes

Araguaína, TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT  
**Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

V331a VASCONCELOS FREITAS, MARCOS VINICIUS.  
ABORDAGENS DE CONCEITOS BÁSICOS DA  
TERMOMETRIA POR MEIO DA APLICAÇÃO DE UEPS /  
MARCOS VINICIUS VASCONCELOS FREITAS. - Centro de  
Ciências Integradas - CCI, TO, 2024.  
121 f.  
  
Dissertação (Mestrado Profissional) (Pós-Graduação - Programa  
Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF) --  
Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2024.  
  
Orientador: DANILO DA SILVA OLIVIER.  
Coorientador: ÉRICA CUPERTINO GOMES.  
  
1. TERMOMETRIA. 2. UNIDADES DE ENSINO  
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS. 3. LITERATURA  
DE CORDEL.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de  
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada  
a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo  
artigo 184 do Código Penal.


**MARCOS VINICIUS VASCONCELOS FREITAS**

**ABORDAGENS DE CONCEITOS BÁSICOS DA TERMOMETRIA POR MEIO DA  
APLICAÇÃO DE UEPS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.


Aprovado em: 19/11/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **ERICA CUPERTINO GOMES**  
Data: 17/02/2025 17:43:30-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Érica Cupertino Gomes  
Universidade Federal do Norte do Tocantins

Documento assinado digitalmente  
 **REGINA LELIS DE SOUSA**  
Data: 17/02/2025 18:35:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina Lélis de Sousa - Examinadora 1  
Universidade Federal do Norte do Tocantins

Documento assinado digitalmente  
 **SHEYSE MARTINS DE CARVALHO**  
Data: 18/02/2025 16:54:16-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sheyse Martins de Carvalho - Examinadora 2  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dedico à minha família, amigos e a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram ao cruzarem meu caminho nesses últimos anos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me proporcionar inúmeras conquistas. Agradeço aos meus amados pais, Maria Ivaneuda Vasconcelos Freitas e José Itamar de Freitas por toda dedicação e amor dedicado a mim, a eles o meu eterno amor e gratidão.

Ao querido Kaique Sampaio Santos por toda a sua parceria nesta jornada, por estar presente e apoiar durante todo o percurso. Se cheguei até aqui foi porque ele estava ao lado. Obrigado por todas as conversas, apoio e segurança passada. Você é especial.

Aos meus amados irmãos, Matheus Vasconcelos Freitas e Vanessa Vasconcelos Freitas por estarem comigo em toda a caminhada. Sou lisonjeado por tê-los como irmãos, serão sempre meus protegidos e amados.

Não poderia deixar de mencionar meus avós paternos Pedro José de Freitas (em memória) e Raimunda Adélia de Freitas por estarem presentes em toda a minha vida. E também meus avós maternos, João Bosco de Vasconcelos e Maria Edna de Vasconcelos.

As minhas tão queridas tias Maria Luzimar de Freitas e Maria Zulene de Freitas por serem mulheres tão encantadoras e por terem me ensinado tanto.

Ao meu orientador Danilo da Silva Olivier e minha coorientadora Érica Cupertino Gomes, por todos os ensinamentos, paciência e impecável trabalho de orientação e coorientação durante todo esse tempo. Com certeza eles proporcionaram uma caminhada mais segura diante de tantos obstáculos.

A querida Ayla Pinheiro dos Reis de Souza por sua parceria nesses anos de mestrado. Com certeza seu apoio me fez persistir e ir mais longe. Com suas conversas, parceria e companhia, os dias de aula em Araguaína tornaram-se especiais e memoráveis. Além de colega, tornou-se uma amiga para a vida toda. A você, minha eterna gratidão.

Aos amigos Larissa Sá Mota e João Paulo de Melo Lins. João me acompanhou desde o início e seus conselhos foram primordiais, Larissa chegou um pouco depois, mas com certeza foi o gás necessário para a conclusão desse projeto. Vocês são muito queridos por mim, obrigado.

À Sociedade Brasileira de Física – SBF, por proporcionar o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física - MNPEF, e a Universidade Federal do Norte do Tocantins – UFNT, que tornou realidade esse sonho. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.

(João Guimarães Rosa)

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a aplicabilidade e eficácia de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS no ensino da Termometria. A sequência foi aplicada em aulas regulares no ano de 2023 em uma turma de 35 alunos. Esses estudantes estavam matriculados no segundo ano do Ensino Médio da rede estadual de ensino do Maranhão em uma escola na cidade de Açailândia. A sequência idealizada por Marco Antônio Moreira (2011) tem como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e é repleta de metodologias que visam o êxito na aplicação do conteúdo em questão. Ademais, a utilização de Sequências de Ensino Investigativo – SEI, também foi inserida na UEPS. Ao final da aplicação, foi proposta a criação de literatura de cordel a partir das aulas aplicadas, fazendo a junção da cultura cordelista com os conteúdos de Física. Toda a sequência está estruturada em um *e-book* para proporcionar aos demais professores a oportunidade de utilizar o material em suas aulas. Para a criação desse material, foi utilizado a plataforma on-line Canva. A escolha de uma UEPS, aliada à possibilidade do uso da SEI, está diretamente relacionada com as vivências do docente em sala de aula, sobretudo pela necessidade de inovação nas metodologias e pela ausência de laboratórios de Física. Com relação a escolha da Termometria, deve-se ao fato de que o assunto estava escalado na matriz curricular e articulado entre a equipe de área para os meses em que ocorreria a aplicação do produto. Esse projeto mostrou-se satisfatório de acordo com os dados coletados, as aulas com abordagens diferenciadas instigaram os alunos a participarem e mergulharem nas atividades propostas pelo professor. Ademais, o aprendizado e criatividade dos alunos ficaram expressas na participação em sala, realização de atividades, como a criação de suas próprias escalas de temperatura e também pela criatividade na elaboração dos cordéis.

**Palavras-chave:** UEPS, SEI, Termometria, literatura de Cordel.

## ABSTRACT

The aim of this study was to verify the applicability and effectiveness of a Potentially Significant Teaching Unit (PSU) in the teaching of thermodynamics. The sequence was applied in regular classes in 2023 in a class of 35 students. These students were enrolled in the second year of secondary school in the Maranhão state education system at a school in the city of Açailândia. The sequence designed by Marco Antônio Moreira (2011) is based on Ausubel's Significant Learning Theory and is full of methodologies aimed at successfully applying the content in question. Furthermore, the use of Investigative Teaching Sequences (SEI) was also included in the UEPS. At the end of the application, a proposal was made to create Cordel Literature based on the lessons applied, combining Cordel culture with physics content. The entire sequence is structured in an e-book to give other teachers the opportunity to use the material in their classes. The online platform Canva was used to create this material. The choice of a UEPS, together with the possibility of using the SEI, is directly related to the teacher's experiences in the classroom, especially given the need for innovation in methodologies and the lack of physics laboratories. The choice of Thermometry was due to the fact that the subject was included in the curriculum and had been agreed by the area team for the months in which the product would be used. According to the data collected, this project proved to be satisfactory. Classes with different approaches encouraged students to participate and immerse themselves in the activities proposed by the teacher. In addition, the students' learning and creativity were expressed in their participation in class, in carrying out activities such as creating their own temperature scales and also in their creativity in making the strings.

Keywords: UEPS, SEI, Thermometry, Cordel literature.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Os 4 macroestados possíveis para um sistema de três moedas com dois estados possíveis, cara ou coroa .....	26
Figura 3.2 - Distribuição de Boltzmann para uma maior temperatura (linha pontilhada) e uma menor temperatura (linha cheia) .....	32
Figura 5.1 - Foto à esquerda mostra um texto que foi destacado pelos estudantes, foto à direita mostra a turma dividida em grupos para realizar a atividade .....	41
Figura 5.2 - Experimento de termometria sendo realizado por estudantes voluntários em frente à turma .....	42
Figura 5.3 - À esquerda, estudantes utilizam o pirômetro para medir a temperatura da água. À direita, anotações de um grupo de estudantes a respeito dos dados para elaboração do gráfico .....	42
Figura 5.4 - Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma .....	43
Figura 5.5 - Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma .....	44
Figura 5.6 - Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma .....	45
Figura 5.7 - Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma .....	45
Figura 5.8 - Foto do quadro em que foi registrada a nuvem de palavras com termos ditados pelos estudantes. Em preto, os termos destacados no texto da primeira aula; em azul, os termos associados .....	46
Figura 5.9 - Fotos de duas atividades entregues pelos estudantes .....	47
Figura 5.10 - Fotos de duas atividades entregues pelos estudantes .....	47
Figura 5.11 - Fotos de atividades respondidas pelos estudantes em seus cadernos .....	48

Figura 5.12 - Registro do experimento com metais. À esquerda vê-se a montagem do experimento na mesa do professor. À direita, um estudante se aproxima e observa o experimento .....	49
Figura 5.13 - Estudantes realizam a medição de temperatura das latas com o auxílio de um pirômetro .....	51
Figura 5.14 - Registros da aula sobre escalas termométricas. À esquerda, o professor explica o conteúdo aos estudantes com o auxílio de slides; à direita, estudantes apresentam a resolução de uma questão no quadro .....	51
Figura 5.15 - Registro de nova escala de temperatura criada por estudantes .....	52
Figura 5.16 - Experimento de dilatação volumétrica sendo realizado e observado por estudantes .....	53
Figura 5.17 - Aula ministrada pela professora de Língua Portuguesa sobre literatura de cordel .....	53
Figura 5.18 - Fotos de produções textuais realizadas pelos estudantes e corrigidas e comentadas pela professora de Língua Portuguesa .....	54

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABP Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)
- BNCC Base Nacional Comum Curricular
- CEP Conselho de Ética e Pesquisa
- UFT Universidade Federal do Tocantins
- CAAE Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
- SEI Sequência de Ensino Investigativo
- UEPS Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
- TALE Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
- TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- POE Prever, Observar, Explicar
- COVID-19 Coronavirus Disease 2019 (Doença do Coronavírus)
- CRV Centro de Referência Virtual do Professor

**LISTA DE SÍMBOLOS**

$T$	Temperatura
$T_f$	Temperatura final
$E$	Energia total do sistema
$E_1$	Energia do sistema 1
$E_2$	Energia do sistema 2
$\Omega$	Microestado
$P$	Probabilidade
$k_B$	Constante de Boltzmann
$S$	Entropia
$\epsilon$	Energia do sistema do caso Ensemble Canônico
$c$	Número total de estados microscópicos acessíveis ao sistema composto global

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Metodologia.....	15
<b>2 TEORIAS DE ENSINO.....</b>	<b>18</b>
2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativas.....	18
2.2 Sequência de Ensino Investigativo (SEI).....	20
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Aplicação de UEPS no ensino.....	25
3.2 Aplicação de SEI no ensino.....	27
<b>4 UM TRATAMENTO ESTATÍSTICO DA TEMPERATURA.....</b>	<b>30</b>
4.1 Sistemas termodinâmicos.....	30
4.2 Equilíbrio térmico.....	31
4.3 Conceitos de mecânica estatística.....	33
4.4 Uma Definição Estatística da Temperatura.....	34
4.5 Distribuição de Boltzmann.....	37
<b>5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>40</b>
5.1 Descrição do produto educacional.....	40
5.2 Relato da aplicação do produto.....	40
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Professores de pé, carteiras enfileiradas, cartazes colados nas paredes, livros abertos, quadro cheio e alunos anotando o que é solicitado. Essa descrição é de um modelo educacional visto em uma sala de aula comum no início do século XX, porém, a mesma descrição serve para os dias atuais, nos trazendo uma reflexão: por que os anos passam e temos o mesmo formato de ensino se perpetuando, sobretudo no que diz respeito ao contexto da escola pública?

Apesar de resultados insatisfatórios, a metodologia pautada na fala do professor se perpetua principalmente por questões de logística como o tempo e o próprio espaço físico disponibilizado. Porém, não podemos deixar que tais empecilhos sejam naturalizados. Pois, uma vez que tais circunstâncias são postas como barreiras, servem de comodismo para se perpetuar tal prática de aulas apenas expositivas. Podemos tomar como exemplo o fato de em grande parte das salas de aulas brasileiras, tanto na educação básica como superior, ainda se incentivar a prática de anotações no quadro e em cadernos, uma vez que tal prática existia pela falta de acesso a informações, hoje tal barreira não existe mais, porém a prática ainda é empregada (Araujo *et al.*, 2021).

Quando pensamos em educação, nos transportamos para reflexões que vão muito além da transposição de conhecimento. O livro “O que é a educação”, de Carlos Rodrigues Brandão, traz uma reflexão que mescla a educação e a sabedoria da cultura indígena. O autor conta que há muitos anos nos Estados Unidos foi assinado um tratado de paz entre lideranças indígenas e governamentais. Após o trato, os governantes escreveram aos indígenas lhes convidando a enviar jovens para estudarem em suas escolas. As lideranças tribais logo responderam afirmando que recusariam o convite, pois o aprendizado ofertado apenas atrasaria seus jovens, lhes privando dos conhecimentos que realmente seriam eficazes e que só poderia ser absorvido a partir do contato com os sábios da tribo, pois o aprendizado só seria efetivado a partir das situações de aprendizagem ofertadas na aldeia (Brandão, 2017).

A situação demonstra a necessidade da educação ser aplicada de forma prática, uma vez que é importante que ela seja executada e relacionada diretamente com situações do dia a dia do discente. Ademais, é válido ressaltar que isso deve ser essencial também para o professor que aplica o conteúdo, é fundamental que esse indivíduo tão determinante seja capaz de visualizar na prática o que está sendo repassado.

Essa desconexão com a realidade tornou a disciplina de Física vilã dentre as disciplinas da grade curricular. Somado ao uso de fórmulas que representam apenas variáveis,

sem ligação com algum tipo de fenômeno, fez com que estudantes e professores se prendessem apenas na repetição exaustiva de cálculos e mais cálculos. Mas, nos últimos anos, a necessidade de mudanças e novas metodologias tem sido uma preocupação entre os especialistas da área, sobretudo por aqueles que devem ser os mais preocupados com a questão, o professor. Metodologias como as Sequências de Ensino Investigativo (SEI), (Carvalho, 2018) e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, (Moreira, 2011), têm contribuído significativamente para tais avanços.

Ao realizar estudos sobre essas metodologias, somado ao desejo de melhorar o ensino em sala de aula, escolhemos a Termometria como assunto para ser desenvolvido, sobretudo por se tratar do conteúdo vigente na matriz curricular do estado.

Ademais, não se pode esquecer que além de focar nos conceitos e fórmulas, a compreensão do contexto histórico é um fator determinante para o estudo da Termometria, sobretudo dos fatos e personagens que contribuíram para o crescimento e desenvolvimento dessa área tão significativa da Física. Com isso, não podemos deixar de tomar como ponto de partida a Revolução Industrial, sendo importante observar que, embora tenha-se o ano de 1760 como seu início, pesquisas mais recentes apontam 1780 como sendo, de fato, o despontar da Revolução Industrial (Hobbsbawn, 2009).

Ademais, foi nessa revolução que grandes estudiosos se destacaram, como o idealizador da moderna máquina a vapor, James Watt. Porém, eram necessários conhecimentos mais aprofundados em Física para aprimoramentos na máquina, que ficaram ao encargo do francês Sadi Carnot que, na década de 1820, deu contribuições significativas. Com isso, a partir dos problemas teóricos relacionados a essa máquina e de estudos que trouxessem a relação entre calor e energia, obteve-se as duas leis da Termodinâmica, consideradas como o maior avanço físico do século XIX (Hobbsbawn, 2009).

Os resultados alcançados por este trabalho tiveram como ponto de partida a reflexão cotidiana do professor de Física: como ensinar Física de forma atrativa e envolvente? Tendo como objetivo geral a proposta de abordar a UEPS de Moreira (2011) e a SEI de Carvalho (2018), como estratégia capaz de oferecer aos estudantes uma experiência de ensino atrativa e significativa, produzindo um *e-book* ao final da pesquisa que contemple os conceitos estudados, alinhados a uma proposta de diálogo com o gênero cordel.

Além de se inserir em uma discussão maior, o recorrente debate sobre as limitações do ensino tradicional pautado em fórmulas e temáticas distantes do cotidiano do estudante, o pontapé inicial da problemática deste trabalho foi dado frente à necessidade concreta de encontrar alternativas não-tradicionais para o ensino de Física dentro da sala de aula em uma

escola que não possui estruturado um laboratório para aulas experimentais.

## 1.1 Metodologia

Na busca por oferecer aos estudantes uma experiência de ensino atrativa e significativa, buscou-se abordar as UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, como estratégia a ser trabalhada. A UEPS, de autoria do professor Marco Antonio Moreira (2011), baseia-se na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, e os trabalhos são referenciais importantes para este projeto. Além disso, o repositório de dissertações a serem consultadas no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física<sup>1</sup> mostrou-se uma importante fonte de referenciais em teorias e em produtos.

Com base nos referenciais estudados, têm-se o objetivo de produzir um material didático sequenciado para o ensino da Termometria. Este tema foi escolhido por sua adequação à grade curricular do Estado do Maranhão para o 2<sup>a</sup> ano do Novo Ensino Médio, etapa de ensino em que o autor deste trabalho lecionava, mas o motivo da escolha vai mais além: considerou-se que, dentre os conteúdos trabalhados no ensino da Física na Educação Básica, a Termometria mostrou-se como o assunto com a maior dificuldade em produzir experimentos práticos pela complexidade em concretizá-los com segurança e eficácia, uma vez que na maioria das situações há necessidade do uso de material inflamável para produção de calor.

Experiências pregressas do autor deste trabalho sustentam essa conclusão. Em 2022, como finalização de um bimestre sobre Termometria, foi solicitado que os estudantes construíssem experimentos que ilustrassem as teorias aprendidas. Como resultado nenhum experimento foi bem sucedido. Foi possível concluir que, além da dificuldade em produzir experimentos sobre calor, não houve uma satisfatória construção progressiva de conteúdos e práticas até chegar à construção do experimento. O professor notou um desalinhamento entre a teoria e a prática de Termometria, o que levou à necessidade de se aprimorar o método de ensino deste importante assunto.

Ainda a esse respeito, é importante salientar as limitações impostas pela estrutura do Novo Ensino Médio, instituído pela Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. A carga horária reduzida para o ensino de Física (apenas uma aula semanal de 50 minutos) impôs a necessidade de replanejar o tempo em sala de aula para o maior aproveitamento possível.

---

<sup>1</sup> <https://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes?msckid=6b7ef271c01f11ec933efc39f2d4d0b5>, Acesso em 11/01/2024.

Além disso, o material didático disponível, focado na orientação para projetos, tornou mais escasso o conteúdo teórico de física, o que obriga à necessidade de buscar materiais externos e alternativos ao livro didático.

Frente a todas essas necessidades, foi planejada a construção de um Produto Educacional para o ensino da Termometria com o referencial das UEPS, (Moreira, 2011), e da SEI (Carvalho, 2018). Isso porque não apenas buscou-se compreender a melhor forma de realizar experimentações no ensino da Termometria, mas inseri-las em uma sequência de aprendizados significativos e contextualizados.

O produto também alinha-se aos princípios da BNCC, a Base Nacional Comum Curricular, (Brasil, 2018), ao propor um aprendizado interdisciplinar: a elaboração de um Cordel por parte dos estudantes. Tendo como principal referencial o escritor Patativa do Assaré, os poemas de Cordel foram apresentados pela professora de Português da escola aos estudantes, que produziram, em grupos, um cordel sobre as teorias da termometria, que foram corrigidos pela mesma professora. Os resultados serão apresentados no capítulo 05.

Como instrumento tecnológico para elaboração do produto foi utilizada a plataforma Canva<sup>2</sup>. Frente à dificuldade de formatação do material no início da elaboração, optou-se pela utilização do formato *e-book*, em orientação retrato. O produto trata-se de uma UEPS voltada para utilização, por parte de professores de Física, para o ensino da Termometria. O material prevê a utilização entre 06 e 14 aulas para realização de atividades como exercícios, debates em sala, atividades individuais e em grupo, resolução de situações-problema e atividades experimentais. O *e-book* também propõe a utilização de recursos didáticos diversos como vídeos da plataforma YouTube e reportagens de jornal.

O presente trabalho foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), de Palmas na Universidade Federal do Tocantins (UFT), sendo aprovado e portando o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - (CAAE), de número 63879022.5.0000.5519. Para a aplicação do produto foi escolhida a turma 201 Vespertino de um Centro Educacional, em Açailândia-MA, turma de 2º ano do Ensino Médio, que contava com 35 estudantes. O motivo da escolha foi a compreensão de que a quantidade de estudantes da turma era mais adequada a um trabalho rendoso (as outras turmas do professor contavam com maior número de estudantes). O andamento das aulas e os resultados alcançados pela turma, bem como a impressão deles a respeito da UEPS, serão expostos no capítulo 04.

Por fim, a análise de resultados deste trabalho segue abordagem qualitativa, uma vez que permite a reflexão a respeito da utilização de metodologias não-tradicionais para o ensino

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.canva.com/>

da Física e sua eficácia na promoção de aprendizado significativo e contextualizado. Utiliza-se nesta dissertação, a definição de Creswell (2021) para método qualitativo. O autor aponta que com a pesquisa qualitativa é possível entender os significados que os sujeitos atribuem a um problema social. Por meio da coleta de material no ambiente do próprio participante. A análise dos dados ocorre de maneira indutiva pelo pesquisador ao interpretar os dados coletados, dando atenção à complexidade das situações estudadas (Creswell, 2021). A pesquisa qualitativa, ao utilizar práticas interpretativas e naturalistas, ao passo que insere o observador no mundo, tem também o potencial de transformação do contexto no qual a pesquisa está inserida (Denzin e Lincoln, 2011).

## **2 TEORIAS DE ENSINO**

### **2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativas**

Desde o início do século XXI, muitas foram as discussões no âmbito da educação a respeito do ensino de ciências. Seja através da noção de letramento científico ou de alfabetização científica (Sasseron e Carvalho, 2008), estabeleceu-se um consenso em torno da ideia de que o interesse pelas ciências deve ser estimulado no indivíduo desde os primeiros anos do ensino fundamental como uma condição para a estruturação de um saber a ser desenvolvido ao longo das etapas escolares. A alfabetização científica visa conduzir o estudante a uma compreensão dos conceitos científicos de forma a dar significado para estes conceitos em suas vivências cotidianas (Brito e Fireman, 2016) e auxiliar na construção de uma consciência crítica em relação ao mundo (Sasseron e Carvalho, 2008); é, portanto, tarefa que exige a adoção de metodologias ativas.

Dentre os métodos didáticos elaborados e debatidos, compreende-se a necessidade de que a matriz curricular seja trabalhada a partir dos conhecimentos que os estudantes trazem de casa, tendo como pano de fundo suas vivências cotidianas, pois “tais experiências são o ponto de partida para possibilitar a construção das primeiras noções sobre os materiais, seus usos e suas propriedades, bem como sobre suas interações com luz, som, calor, eletricidade e umidade, entre outros elementos” (Brasil, 2018, p. 325). Marco Antonio Moreira compreende o conhecimento prévio como o fator que mais influencia na aprendizagem significativa (Moreira, 2011), processo em que o ensino é o meio, a aprendizagem é o fim, e esta só acontece quando é significativa, ou seja, quando os materiais de ensino mostram a potencial relacionalidade entre novos conhecimentos e conhecimento prévios. Este é um dos pontos de partida para a elaboração do que Moreira (2011) chama de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - as UEPS.

A necessidade de considerar os conhecimentos prévios se relaciona diretamente com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000). Os estudos do autor propõem explicar como ocorre o processo de aprendizagem no sistema cognitivo humano. Nessa teoria, o indivíduo irá aprender significativamente a partir da conexão do que já se sabe com as novas informações captadas. Frente a isso, cabe ao docente conhecer e usar estratégias e metodologias educacionais a fim de tentar fazer com que seus alunos compreendam, de maneira significativa, os diferentes temas abordados. Ausubel, dentre seus trabalhos, propõe o uso de mapas mentais para auxiliar no processo de investigação do que os alunos sabem e compreendem (Farias, 2022).

Nessa perspectiva observa-se a necessidade do professor conhecer seu aluno sobretudo no que diz respeito aos conhecimentos prévios bem como a disposição dele para aprender. Ao levar em consideração tais conhecimentos o professor estará contribuindo para o discente desenvolver sua autonomia que será fundamental para este exercer seu papel na sociedade como cidadão crítico e consciente. Por isso é importante identificar quais metodologias são mais propícias para aquele contexto e qual será melhor aceita em sala de aula objetivando o êxito. Nessa escolha, é importante pensar em estratégias que contemplem a interação entre a turma, a troca de conhecimento, interações que não prevaleçam respostas prontas e sim a busca do conhecimento. Ademais, para que o êxito seja alcançado é importante que tais metodologias proporcionem um ambiente seguro e confortável (Honorato; Dias; Dias, 2018).

Para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário o uso de materiais significativos, pois até mesmo o material considerado significativo pode ser apenas memorizado e, ao falarmos de aprendizagem por memorização, estamos falando de um método arbitrário sendo que o que é assimilado chega ao sistema cognitivo sem alterações relevantes e sem a obtenção de novos significados. É necessário, dessa forma, alinhar o uso de materiais significativos com mecanismos significativos para se chegar na aprendizagem esperada. Ademais, é válido pontuar que o material não deve ser aplicado de forma aleatória e que o indivíduo que está aprendendo possua conhecimento prévios ancorados que possam se relacionar com o material em questão (Ausubel, 2003).

Diante das múltiplas possíveis interpretações do que se pode compreender como material significativo, neste trabalho, consideramos o que apresenta Silva (2020). Logo, um material significativo deve

apresentar significado lógico, coerente, plausível, suscetível de ser logicamente relacionável com qualquer estrutura cognitiva apropriada. O material utilizado pelo professor (slides, apostilas, livros, simuladores virtuais, vídeos, aplicativos, jogos, entre outros) deve ser planejado antecipadamente para atingir seus objetivos. Sendo que, os conteúdos abordados nesses materiais têm que de alguma forma estabelecer relações com os conhecimentos prévios do aluno, isso é o que torna esse material potencialmente significativo (Silva, 2020, p. 9-10).

Os materiais significativos utilizados devem estar diretamente relacionados com situações-problemas que sejam contextualizadas. Em estudos realizados por Friggi e Chitolina (2018) com o objetivo de abordar as separações químicas por meio de situações-problemas e realização de experimentos, percebeu-se contribuições satisfatórias para a aprendizagem na adoção de fatores como a iniciativa pessoal do estudante e a tomada de decisões em momentos cruciais do experimento, como a realização de pesquisa, por exemplo. A criatividade dedicada para a criação dos materiais, bem como o desenvolvimento de hipóteses

que visavam explicar os fenômenos presentes também contribuíram como evidência de aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

Ainda falando sobre subsunçores, esses servem como base para novos aprendizados, ou seja, funcionam como conceitos gerais de determinados temas que proporcionarão a conexão entre o novo e o que já se sabe. Subsunçores podem surgir a partir de organizadores prévios do conhecimento que funcionam como uma ponte entre o saber que está presente no sistema cognitivo e a nova informação. Geralmente os subsunçores são verificados a partir de testes realizados por meio de questões abertas ou fechadas - no entanto, Joseph Novak, na década de 1970 trouxe as ideias de mapas conceituais e estes são fortes candidatos para captação dos subsunçores presentes no sistema cognitivo (Silva Filho; Ferreira, 2022). Pontua-se que, neste trabalho, tivemos a preferência pelo uso de mapas mentais, visto a menor complexidade deste gênero.

Com base nesses aspectos da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, Moreira (2011) propõe como sequência para organização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, sequências de ensino que visam atuar como facilitadoras da aprendizagem significativa. As UEPS devem ser construídas com fundamento nos seguintes princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem;
- a aprendizagem significativa depende da intencionalidade do aprendiz;
- os materiais e as estratégias de ensino devem ser potencialmente significativos;
- são as situações que dão sentido aos conceitos;
- a primeira ação cognitiva para resolver uma situação-problema é a construção de um modelo mental na memória de trabalho;
- o professor é o organizador do ensino, provedor de situações potencialmente significativas e mediador da captação de significados;
- a avaliação deve buscar evidências de aprendizagem significativa; esta é progressiva;
- um episódio educativo envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos dentro de um contexto;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica (Moreira, 2011, p. 6).

Moreira (2011) destaca que, com a proposição da construção de UEPS, sua intenção é a de contribuir para a melhora de um cenário em que teorias de aprendizagem e resultados de pesquisa sugerem abordagens de ensino ativas que, porém, jamais chegam às salas de aula, instituição que segue ainda, por modelo, os métodos de aprendizagem mecânica.

## **2.2 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)**

Por longas décadas a escola, sobretudo representada no papel do professor, foi responsável por transmitir às novas gerações os conhecimentos acumulados pela humanidade. Com isso, era comum como prática pedagógica decorar nomes de cientistas e fórmulas que

deveriam ser aplicadas. No entanto, com o passar dos anos a produção de conhecimento foi intensificada, tornando insustentável a manutenção de um sistema no qual o professor era visto como o detentor de todo o conhecimento a ser despejado nas mentes dos estudantes, “tábulas rasas” depositárias de informações. Ademais, os estudos dos campos psicológicos e epistemológicos apontaram que o conhecimento surgiria em nível individual e também da interação. Com isso, passou-se a privilegiar o processo pelo qual se obtinha conhecimento e como saber buscá-lo ao invés de apenas ouvir e memorizar (Carvalho, 2018).

Nesse processo, é relevante mencionar a importância de problemas na construção da aprendizagem, uma vez que esse método proporciona condições para o processo educativo. Dessa forma, o docente deixa de ser expositor e toma como função direcionar as ideias e reflexões do aluno, fazendo assim o exercício do raciocínio para chegar a uma conclusão (Carvalho, 2018).

Esses problemas propostos pelo professor irão impactar no letramento científico dos alunos tornando possível a compreensão da atividade, a partir das interações entre alunos e até mesmo entre o professor e discente. Para isso, é essencial que o docente vista a camisa de mediador da atividade, mediador esse que estará imerso na situação e que promova a motivação e interatividade. Ademais, a partir da situação inicial, surgirão novas situações problemas e isso irá intensificar a proposta inicial. Esses novos problemas servirão para intensificar o processo de aprendizagem no quesito de significação uma vez que vão ao encontro com os elementos significadores de Vygotsky (Solino; Sasseron, 2018).

Nessa perspectiva observa-se a importância de entender os processos de interação dentro da sala, ao adotar metodologias baseadas em investigação, tendo em vista o quanto esse ambiente é complexo e dinâmico. Por isso, o professor é essencial no quesito de promover um ambiente interativo, instigando a elaboração de justificativas e elaboração de hipóteses (Ferraz; Sasseron, 2017). Os autores ainda complementam pontuando que

ao compreender a necessidade de os alunos terem espaço para fornecerem e elaborarem múltiplas explicações e que a argumentação é um processo interativo e colaborativo, o professor se torna apto a favorecer um espaço de compartilhamento de ideias e negociação de significados. Assim, por meio da argumentação, favorecida em abordagens que se pautam nos pressupostos do ensino por investigação, mais do que garantir a autonomia dos alunos frente aos seus avanços cognitivos, promove e valoriza a postura coerente com os objetivos do ensino de Ciências e da alfabetização científica, ambos amplamente discutidos por pesquisadores (Ferraz; Sasseron, 2017, p. 23).

Nas palavras de Carvalho (2018, p. 767), a SEI

é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. Este tema é investigado com o uso de diferentes atividades

investigativas (por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos). Em qualquer dos casos, a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações (Carvalho, 2018, p. 767).

Concordando com a proposta da SEI, Sasseron (2018) alerta sobre uma mudança necessária perante o modo de ensinar Ciências, de forma que seja possível a participação ativa da turma. Dentre os métodos, a ação investigativa é forte candidata para a promoção do letramento significativo tendo como foco a promoção do saber científico como também a independência intelectual para saber se portar perante a situações problema. No entanto, essa mudança nas metodologias ditas tradicionais ainda representam um desafio e tem como um dos principais empecilhos a falta de formação de qualidade (inicial e continuada) para professores. Isso tem reflexo direto na sala de aula, uma vez que a abordagem por meio da investigação é pouco efetivada.

O modelo tradicional de ensino da Física perpassa por um momento de crise, principalmente em razão da sua concepção na tradicional dialética do ensino aprendizagem utilizada no ambiente escolar. O atual espaço de construção de ideias não permite o diálogo interativo na disciplina, o que ocasiona a mecanização do ensino enquanto o aluno é bombardeado de informações técnicas que pouco contribuem para sua assimilação do conhecimento. Já em 1999, Candau afirmava que

a escola, tal como a conhecemos hoje, é uma construção histórica recente. Na América Latina, os sistemas escolares se constituíram praticamente neste século. A concepção de escola que se foi consolidando a apresenta como uma instituição orientada fundamentalmente a promover a apropriação do conhecimento considerado socialmente relevante e a formação para a cidadania. No entanto, estas duas funções básicas da escolarização hoje, se pode afirmar que estão em crise, seja pela dificuldade da escola de fato as realizar, seja, o que consideramos mais relevante para a nossa discussão, pelo seu próprio anacronismo em relação aos tempos presentes (Candau, 1999, p. 18).

Logo, temos a necessidade de adaptação das práticas pedagógicas que busquem romper com a dialética tradicional que incentivam o que Paulo Freire definiu como “educação bancária”, na qual o professor se insere neste contexto como transmissor de conhecimentos, e os alunos, desempenham papeis e valores sociais impostos pela cultura dominante, sem espaço para a criticidade (Freire, 1988, p.58-59).

Neste sentido, devemos considerar que a BNCC (Brasil, 2018) norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas

pedagógicas que devem ser implementadas na Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, referenciando as competências e habilidades que os alunos devem ter desenvolvido ao concluir a Educação Básica.

Podemos ainda citar, que um dos principais objetivos da BNCC, é atravessar as desigualdades ainda presentes no sistema de ensino brasileiro, buscando acarretar a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 10).

Sabemos que na etapa do Ensino Médio, os estudantes passam por um momento de transição na qual se deparam com diversos questionamentos relacionados a perspectivas futuras, sendo caracterizado por um momento de dúvidas, incertezas e inseguranças que comprometem todo o seu projeto de vida caso o ambiente escolar não proporcione uma aprendizagem acolhedora, que permita-o desenvolver o pensamento crítico e a argumentação de suas ideias.

Nesta concepção, devemos considerar as seguintes finalidades da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/1996), Art. 35:

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
  - II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
  - III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
  - IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.
- (Brasil, 2017, p. 24).

Na obra *Pedagogia da Autonomia*, o educador Paulo Freire nos remete a ideia de que não podemos estar no ambiente educacional apenas fazendo constatações, mas sim, temos a necessidade de agir conscientemente, motivando a libertação do oprimido através da intervenção, promovendo práticas educativas que modifiquem as estruturas culturais e sociais dos sujeitos envolvidos (Freire, 1996).

Embora este cenário seja bastante desafiador, podemos perceber uma saída por intermédio da lei 13.415/2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, propondo uma alteração na estrutura curricular do ensino médio, ampliando a carga horária mínima exigida para os alunos nas escolas, de 800 horas para 1.000 horas anuais, promovendo uma grade curricular flexível que esteja de acordo com a Base Nacional Comum

Curricular (Brasil, 2018) .

A nova proposta do currículo do ensino médio, que está em fase de implantação em diversas escolas públicas e privadas do Brasil, será composta pela base comum curricular e por itinerários formativos, disponibilizando a oferta de diferentes arranjos curriculares conforme a relevância para o contexto local e as possibilidades do sistema de ensino (Brasil, 2017). Os itinerários formativos são definidos na BNCC da seguinte forma:

Art. 36 . O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I - linguagens e suas tecnologias;
- II - matemática e suas tecnologias;
- III - ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV - ciências humanas e sociais aplicadas;
- V - formação técnica e profissional (Brasil, 2018, p. 475).

Os itinerários formativos são formados por conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, em que os estudantes poderão escolher no ensino médio, as redes de ensino poderão definir quais itinerários formativos irão ofertar, (Brasil, 2018), devendo a escola criar meios para diálogos com os estudantes, orientando nas escolhas dos itinerários formativos.

No currículo maranhense, os itinerários formativos são trajetórias constituídas pelos conhecimentos presentes em cada uma das áreas e orientadas por diversos campos de interesse, que projetam para o estudante as inúmeras possibilidades de atuação após a conclusão da educação básica. São organizados por meio da oferta de diferentes arranjos que atendem características peculiares e específicas, a exemplo dos cursos oferecidos pelas Instituições de Ensino Superior e Tecnológicas no estado do Maranhão, seja para a continuidade dos estudos em nível superior e/ou para a atuação em distintas esferas do mundo produtivo, como o empreendedorismo, entre outras.

Neste sentido, surgem as disciplinas eletivas de base, que, conforme critério dos sistemas de ensino e interesses dos estudantes, poderão compor a grade curricular dos itinerários formativos escolhidos pelo aluno, atendendo sobretudo, ao seu projeto de vida (Brasil, 2018). O trabalho com as eletivas promove a experimentação do conhecimento científico na prática, proporcionando o movimento ação-reflexão-ação. Além de serem mais lúdicas, as eletivas devem ter intenções pedagógicas, objetivando desafiar os estudantes, promovendo o desenvolvimento de seus conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aplicação de UEPS no ensino

Em estudos realizados por Hammel, Miyahara e Santos (2019), a aplicação de uma UEPS no ensino de eletrodinâmica obteve resultados significativos, uma vez que foi possível observar, a partir da apresentação de mapas mentais elaborados pelos estudantes e de suas participações ativas, que eles conseguiram conectar os novos saberes com seus conhecimentos prévios. Ademais, é relevante destacar o papel do docente em direcionar os estudos trazendo atividades como seminários, visitas técnicas, leituras e situações-problema que valorizaram os conhecimentos. Como forma de evidenciar o êxito da aplicação, foram observados pontos fortes de uma UEPS como assimilação, diferenciação progressiva, retomadas e conexão de conceitos. Todos estes aspectos permitiram a centralização do estudante no papel de protagonista do processo de aprendizagem, permitindo a solidificação de significados consistentes para conceitos físicos.

A reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são dois processos relacionados que ocorrem no curso da aprendizagem significativa. Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas (Moreira, 2012, p. 6).

Em pesquisa semelhante, Ferreira *et al.* (2020) trabalharam a óptica geométrica a partir de uma UEPS em duas salas de aula de turmas de segundos anos da rede privada de ensino do Distrito Federal. Preocupado com a era digital e com a necessidade de adequação à nova realidade da sala de aula, os pesquisadores utilizaram um jogo chamado “Glass” disponibilizado para as plataformas Android como uma das atividades da UEPS. O intuito do jogo, que possui 91 fases com 9 etapas, é trabalhar fenômenos ou instrumentos ópticos, abordando temas como fontes de raios de luz, espelhos planos, lentes divergentes e convergentes e prismas.

A expectativa é que o jogador consiga desviar esses raios utilizando os recursos mencionados. A sequência foi aplicada em 10 aulas, intercalando apresentação de conteúdos por meio de vídeos, debates e experimentos que auxiliavam nas etapas do jogo. Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que o aplicativo permitiu o engajamento e interação dentro de situações-problema propostas. Outrossim, a representação correta de fenômenos e o sucesso em completar as fases do jogo em tempo recorde mostraram a aquisição dos conceitos

por parte dos alunos e reafirmaram a presença de aprendizagem significativa (Ferreira *et al.*, 2020).

Ao criar sua UEPS, Batista (2024) dividiu sua sequência em 8 etapas. A aplicação ocorreu em 5 encontros por meio de uma sala virtual, o Google Classroom, com momentos assíncronos e síncronos, uma vez que, a aplicação ocorreu no período da pandemia. Houve também um encontro presencial para aprofundamento do conteúdo. Na ocasião, foram tomadas as medidas necessárias como forma de se proteger do contágio. Nessa UEPS, foram disponibilizados textos e atividades para serem realizadas no decorrer da aplicação. Dentre as etapas, destaca-se pontos fortes de uma UEPS, como o levantamento dos conhecimentos prévios, proposição de situações problemas, diferenciação progressiva, aprofundamento de conceitos, reconciliação integradora e avaliação.

Para auxiliar os encontros, os avisos eram colocados no mural do google sala de aula, bem como eram reforçados no grupo de Whatsapp. No primeiro momento foi apresentado um vídeo curto e introdutório, em seguida, um formulário sobre Física Moderna para o levantamento dos conhecimentos prévios. A atividade continha três questões, a primeira estava voltada para o tipo de lâmpada que os alunos possuíam em suas casas, a segunda solicitava que a turma pontuasse os tipos de lâmpadas que existem no mercado atualmente, e a terceira abordava a diferença entre as lâmpadas fluorescentes, incandescentes e de LED (Batista, 2024).

Dentre os três questionamentos, damos ênfase à questão três. Com as respostas obtidas, foi possível perceber que a indagação serviu como organizador prévio, pois foi chave para a integração de novos conhecimentos a partir do que os alunos já sabiam. Com a questão, foi possível perceber que os estudantes conseguem destacar pontos que diferenciam os tipos de lâmpadas, no entanto, não foi possível evidenciar em suas respostas a clareza dos conceitos físicos acerca do funcionamento de uma delas (Batista, 2024).

Souza e Ribeiro (2024) realizaram estudos voltados para a Primeira Lei da Termometria com uma turma de 23 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de Poço Verde – Sergipe. O trabalho buscava investigar a evolução da aprendizagem de alunos a respeito desta lei, a partir de simulações educativas com o método POE (Prever, Observar, Explicar) inserido dentro de uma UEPS.

A pesquisa foi aplicada em seis encontros. No primeiro, intitulado “Situação inicial”, foi aplicado um teste inicial para verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Tratava-se da leitura de partes de uma notícia intitulada: “Maior termelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe”. Feita a leitura coletiva, solicitou-se que os alunos, de forma

individual e sem consulta, respondessem ao seguinte questionamento: “Você sabe qual função de uma usina termoeletrica?”. Com os resultados obtidos, tabulou-se que 48% dos alunos responderam que a usina converte gás natural em energia, 17% disse que a usina produzia energia renovável e sustentável, 17% falaram sobre a produção de energia, mas sem associar a energia térmica, 13% não souberam responder e 5% falaram que transforma matéria-prima em fonte de energia (Souza e Ribeiro, 2024).

Como observado, nenhum dos participantes respondeu claramente. Alguns não souberam responder e deixaram em branco, enquanto outros fizeram recortes do texto para apresentarem como resposta. Dentre os alunos, apenas uma estudante resolveu responder a partir da reflexão do termo “termoeletrico”, deduzindo que seria uma máquina voltada para a transformação de matéria-prima em fonte de energia, mas sem explicitar que matérias seriam essas e como ocorria essa geração de energia (Souza e Ribeiro, 2024).

A partir desses resultados, foi seguida a aplicação da UEPS. No segundo encontro, foi apresentada uma situação problema, com a introdução de dois temas, sendo estes: “Como funciona uma locomotiva” e “Energia Termoeletrica”. No terceiro e quarto encontros houve a exposição do conteúdo voltado para as transformações termométricas. Para finalizar, no quinto encontro aconteceu uma simulação com o PHET e por fim, um teste final foi aplicado. Com os resultados obtidos, foi possível verificar que as simulações com o método POE, inseridos dentro da UEPS, proporcionaram maior engajamento dos alunos, essa disposição foi um dos pontos que podem sugerir uma aprendizagem significativa (Souza e Ribeiro, 2024).

### **3.2 Aplicação de SEI no ensino**

Em estudos sobre a aplicação de conteúdos de Biologia utilizando a SEI, Trivelato e Tonidandel (2015) destacaram elementos fundamentais para a construção de uma sequência eficaz. Como primeiro tópico foi apontado a importância de uma situação-problema que permita o engajamento do estudante para a sua resolução. Posteriormente, grupos devem ser formados e hipóteses debatidas, seguidas de duas novas etapas, que são o levantamento de dados obtidos a partir de experimentos, observações ou mesmo pesquisa e o debate desses dados. Por fim, tem a elaboração de conclusões acerca da atividade que possua argumentos válidos dentro da área em questão. Seguindo essa linha, Tonidandel (2013, p. 210) em seus estudos sobre a área da evolução biológica fala em seus resultados que os alunos “apresentam indicadores significativos de alfabetização científica com relação à melhoria da construção argumentativa, do uso de evidências alicerçadas em dados, da natureza biológica para a construção da argumentação”.

Bellucco e Carvalho (2014), pontuam que os momentos de argumentação devem ser favorecidos. Os autores também alertam sobre a necessidade do gerenciamento das etapas e da classe, bem como levar em consideração as diferentes etapas de cada atividade para que a sequência não se transforme em uma aula expositiva tradicional. A quantidade de aulas também deverá ser observada, pois elas podem variar de acordo com o número de estudantes e os conteúdos que o professor quer abordar e sua profundidade.

Moura e Silva (2019, p. 43) alertam sobre a importância do professor realizar seu planejamento e estar em constante adaptação, de acordo com as necessidades do seu contexto, pois para desenvolver uma boa sequência o docente “precisa mudar sua postura e atitudes principalmente ao planejar as atividades investigativas, pois, ao aceitar que o aluno é o investigador da situação, precisa encontrar meios para propiciar êxito a essa investigação de situações-problema”.

Com foco no planejamento, Alvarenga, Neto e Coelho (2022) também elaboraram uma SEI, mas não aplicaram, entretanto verificaram com os estudantes e professores a aplicabilidade de cada etapa e o que poderia ser implementado ou modificado. A SEI em questão estava voltada para a teoria gravitacional, abordando os modelos geocêntrico e heliocêntrico, as três Leis de Kepler, lei da gravitação universal, dentre outros. Assuntos como buracos negros e relatividade geral também foram abordados.

A sequência foi composta por 11 aulas, a primeira tratava de uma atividade introdutória, com o intuito de captar os conhecimentos prévios dos estudantes, seguida por quatro atividades com questões abertas, uma atividade voltada para a parte histórica-investigativa e posteriormente, uma demonstração experimental de cunho investigativo. A SEI não foi aplicada devido às complicações causadas pela COVID-19. No entanto, foram realizadas consultas com os professores e alunos, foram interpretadas as respostas de alunos e professores. Com as respostas de ambos, foi possível adaptar as atividades e situações, bem como adaptar o tempo em cada atividade.

Segundo Azevedo e Fireman (2017) a metodologia é eficaz uma vez que promove o letramento científico. Em seus estudos, aplicaram uma SEI com alunos de uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental abordando a eletricidade. Em seus resultados, constataram que as aulas tornaram-se mais atrativas e chamativas, fazendo os alunos se envolverem com o assunto, sobretudo a imersão deles dentro do problema direcionado. O método também foi importante para desenvolver o raciocínio lógico, cooperação, escuta, levantamento de ideias e hipóteses para a resolução de problemas. É válido ressaltar que para criar uma SEI não é necessário que a experimentação esteja dentre os passos da sequência, o professor pode

pensar em outras estratégias como vídeos, artigos e imagens.

Ao buscar metodologias ativas para o ensino da Termometria, Braga e Carvalho (2021), tiveram como objetivo investigar as potencialidades de uma (SEI) como metodologia eficaz para o ensino da Termometria, em três turmas do segundo ano do ensino médio, na cidade de Sete Lagoas - MG. Para isso, as aulas contavam com situações-problemas e discussões que visavam reflexões por parte dos alunos, objetivando suas participações e a alfabetização científica da turma.

Para a coleta de dados foram usados instrumentos como: diário de bordo, gravações de vídeos e áudios, produções dos alunos e fotografias. Para elaborar as atividades, as pesquisadoras focaram no conceito de calor, transferência de energia térmica, e máquinas térmicas. Para organizar a SEI, foram consultados livros presentes no Centro de Referência Virtual do Professor (CRV), que tem como abordagem o ensino por investigação. Ao final da elaboração, a SEI estava organizada em cinco unidades, que foram aplicadas em 16 aulas (Braga e Carvalho, 2021).

Para analisar os dados, tópicos como o conhecimento prévio da turma, engajamento dos alunos nas atividades, conexão do que era falado e escrito e se, com a aplicação da SEI, foi possível alcançar os objetivos de cada proposta. A partir dos resultados obtidos, foi possível pontuar que inicialmente os estudantes estavam receosos em emitir suas opiniões. Ademais, no início da aplicação, as turmas mostravam-se preocupadas com relação às notas que seriam obtidas com as atividades e não com a atividade em si, pois, para muitos, só seria interessante participar se as atividades fossem contabilizadas e gerassem uma nota. Ademais, os momentos de debates com exposição dos conhecimentos prévios dos alunos, mostraram-se riquíssimos (Braga e Carvalho, 2021).

Outro ponto de destaque foram as atividades escritas, pois, a partir das análises verificou-se a dificuldade dos estudantes em exporem suas ideias no papel, sobretudo quando se trata da linguagem científica. Ademais, não se pode deixar de destacar que a partir dos resultados é possível apontar que houve construção de saberes e a SEI mostrou-se uma ótima estratégia de ensino, pois houve aceitação e participação no processo por parte dos alunos. Com a aplicação, foi perceptível que os conceitos foram sendo assimilados pelos alunos a partir de suas participações. Foi possível observar que estudantes que não participavam das aulas no modelo tradicional, mostraram-se dispostos a participar da aplicação da SEI, ganhando autonomia para contribuir com a aula (Braga e Carvalho, 2021).

## 4 UM TRATAMENTO ESTATÍSTICO DA TEMPERATURA

Neste capítulo, vamos explorar como dois sistemas com um grande número de partículas se comportam em contato térmico entre si a partir de uma visão estatística. Isso nos leva a pensar sobre as propriedades que definem um sistema termodinâmico e como elas variam com o tempo. Veremos como um conjunto de muitas partículas com velocidades e posições distintas podem ser descritas de forma satisfatória usando conceitos de estatística. Essas definições abrirão um novo horizonte para compreender o significado da temperatura de um conjunto de corpos.

Apesar da ideia de temperatura ser muito usada no dia a dia para mensurar o quão “quente” ou quão “frio” um objeto está (Nussenzveig, 2014), não é tão simples pensar na temperatura de uma única partícula, por exemplo. Explorar a estatística envolvida no comportamento de um grupo de partículas e como a distribuição de Boltzmann nos dá uma nova perspectiva de temperatura será nosso objetivo.

### 4.1 Sistemas termodinâmicos

Para estudar um conceito termodinâmico precisamos primeiro encerrar nossos estudos em um corpo limitado no qual possamos analisar suas propriedades. A esse corpo damos o nome de “sistema”, que nada mais é que um porção limitada de espaço com propriedades bem definidas. O espaço de um sistema é limitado por seu volume ( $V$ ), que confina uma certa quantidade de matéria descrita em termo do número de mols de partículas ( $N$ ) contida nesse volume (Silvio, 2005).

Além disso, as partículas presentes em nosso sistema termodinâmico possuem uma determinada quantidade de energia associada ao seu movimento cinético, suas interações mútuas e suas propriedades intrínsecas. A compreensão de como essa energia se distribui entre as partículas envolvidas em nosso sistema nos permitirá organizar partículas dentro de um modelo estatístico que servirá de base para a Termometria a partir de uma análise probabilística. No próximo tópico, falaremos sobre a associação de mais de um sistema termodinâmico e como essa associação evolui no tempo até alcançar um equilíbrio, mas antes precisamos definir o tipo de sistema que estamos lidando, em relação à sua interação com o exterior. Os sistemas podem ser de três tipos:

**Sistemas abertos:** Quando é permitida a troca de matéria e energia entre o sistema e o meio externo.

**Sistemas fechados:** Quando não é permitida a troca de matéria com o meio externo,

mas ainda é possível trocar energia.

**Sistemas isolados:** Quando não é possível a troca nem de matéria nem de energia entre o sistema e o meio externo.

Em geral, ao estudar a associação entre sistemas, lidaremos apenas com sistemas isolados em que há troca de matéria e energia apenas entre uma associação de sistemas envolvidos, porém sem a troca de energia com o meio externo a esses sistemas.

Em um sistema com muitas partículas, a temperatura pode variar em diferentes partes do sistema e representar a temperatura estatisticamente permite uma descrição mais precisa dessas variações e das distribuições de energia cinética das partículas. Além disso, a temperatura está associada com outras grandezas termométricas como a entropia e a pressão, tratá-la estatisticamente nos ajuda a entender como as grandezas se relacionam e como as mudanças em uma delas afetam as outras (Greiner; Neise; Stocker, 1935).

## 4.2 Equilíbrio térmico

Antes de explorar conceitos mais complexos da mecânica estatística, precisamos definir algumas ideias básicas que usaremos ao longo deste capítulo. Vamos considerar o que acontece com corpos de maior e menor temperatura quando postos em contato térmico um com o outro. A partir da nossa experiência cotidiana, vemos a água esquentar quando posta numa panela quente ou vemos o brigadeiro quente esfriar quando posto na geladeira. É natural a ideia de que a **energia flui dos corpos de maior temperatura para os corpos de menor temperatura**. Nossa própria percepção térmica da realidade se baseia nesse conceito: quando há energia fluindo do nosso corpo para o exterior sentimos frio pois o ambiente externo está numa temperatura menor que a nossa (Callen, 1985).

Após algum tempo em contato térmico, chegamos numa situação em que as propriedades macroscópicas dos dois corpos não estão mais mudando com o tempo. Se alguma energia flui do primeiro corpo para o segundo corpo, ela é igual à energia fluindo do segundo corpo para o primeiro corpo; portanto, não há fluxo líquido de calor entre os dois corpos. Os dois corpos estão em **equilíbrio térmico**, o que significa que a energia e temperatura dos dois corpos não mudarão mais com o passar do tempo.

É interessante notar a irreversibilidade do processo ocorrido. Dois corpos, um numa temperatura  $T_1$  e outro numa temperatura  $T_2$ , quando postos em contato térmico, tendem ambos a uma temperatura intermediária final  $T_f$ . Na ausência de energias externas, esse processo sempre ocorre, inevitavelmente. Além disso, esses corpos não voltam naturalmente à

temperatura inicial em que se encontravam, ou seja, esse processo é irreversível (Greiner; Neise; Stocker, 1935).

Essa discussão, que a princípio parece óbvia e intuitiva, nos leva a formular uma lei termométrica que será fundamental para compreender as escalas de temperatura e a importância de existir uma escala absoluta de temperatura.

**Lei zero da Termodinâmica:** Se dois sistemas separados estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, então eles estão em equilíbrio térmico entre si (Nussenzveig, 2014). Essa lei formaliza o que conhecemos no dia a dia como termômetros. Se um termômetro de mercúrio, por exemplo, possuir a mesma dilatação quando em contato térmico com dois corpos diferentes, então os dois corpos estão à mesma temperatura.

Um tipo comum de termômetro utiliza o fato de que os líquidos se expandem quando são aquecidos. Galileu Galilei utilizou um termômetro de água baseado nesse princípio em 1593, mas foi Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736) quem concebeu termômetros baseados em álcool (1709) e mercúrio (1714) que se assemelham mais aos termômetros domésticos modernos. Ele introduziu sua famosa escala de temperatura, que até hoje é usada nos Estados Unidos. Posteriormente, Anders Celsius (1701–1744) criou uma escala mais lógica, baseada nos mesmos elementos, que se tornou bem mais usada no dia a dia da maioria dos países (Sears F. and Young; Zemansky, 2008).

Mais tarde, quando os estudos da Termodinâmica se tornaram mais conhecidos, muitos resultados apontavam para a existência de uma temperatura mínima que um corpo poderia alcançar. A discussão de todos esses fenômenos foge ao escopo deste capítulo. O resultado principal que importa à nossa compreensão da escala absoluta é uma lei experimental do comportamento de gases ideais.

A Lei de Charles para os gases perfeitos, que diz que, numa transformação a pressão constante, o volume de um gás ideal varia linearmente com a temperatura, ou seja  $V = aT + b$ . A partir desse resultado experimental, extrapolando a curva de volume por temperatura, pode-se calcular a temperatura em Celsius para a qual o volume do gás teoricamente seria igual a zero. Nessa condição, a mínima temperatura encontrada é de  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Assim, a escala Kelvin foi concebida tendo seu zero em menor temperatura teoricamente possível para um gás (Callen, 1985).

Toda essa discussão nos dá uma ideia de como a temperatura foi inicialmente pensada. Todavia, os conceitos se baseiam em extrapolações experimentais e situações ideais, longe de uma definição mais precisa, que parta de princípios mais básicos. Nos próximos tópicos, iremos explorar conceitos básicos da mecânica estatística e como esses conceitos nos ajudarão

a dar uma melhor definição de temperatura, a partir dos estudos de sobre Entropia de Ludwig Boltzmann.

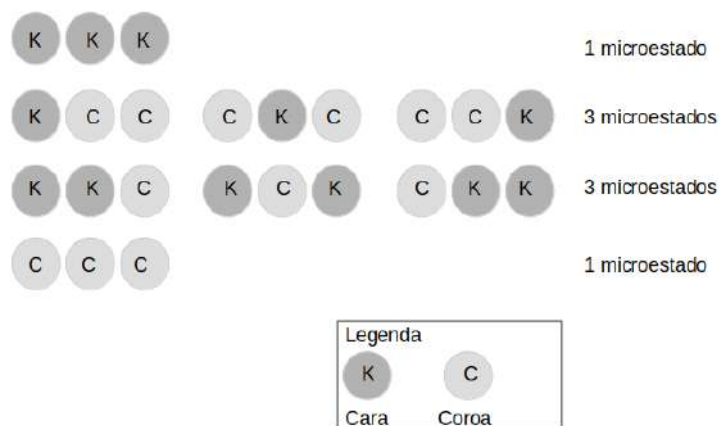
### 4.3 Conceitos de mecânica estatística

O conceito de temperatura absoluta apresentado pelo estudo dos gases rendeu muitas invenções engenhosas durante a Revolução Industrial. Todavia, para nossos propósitos científicos, é necessário mais do que considerar o comportamento de gases em máquinas ideais. Para compreender melhor o comportamento de um grupo de partículas de um sistema, precisamos introduzir o conceito de microestados e macroestados (Silvio, 2005).

A melhor forma de entender o conceito de micro e macroestados é por meio de um exemplo. Suponha que numa caixa existam 3 moedas e que, com a tampa fechada, a caixa é balanceada de forma a virar todas as moedas de forma aleatória. Ao abrir a caixa, você encontra duas moedas com a cara para cima e uma moeda com a coroa para cima. Essa configuração é apenas um dos macroestados possíveis para as moedas da caixa, pois poderíamos ter também três caras, ou três coroas, ou duas coroas e uma cara.

Note que há mais de uma forma possível de se obter um mesmo macroestados utilizando as 3 moedas. Por exemplo, no nosso caso de duas caras e uma coroa, poderíamos ter a primeira moeda sendo cara, a segunda sendo cara e a terceira sendo coroa, ou também poderíamos ter a primeira sendo cara, a segunda sendo coroa e a terceira sendo cara, ou ainda o caso da primeira ser coroa e as outras duas serem cara. Cada um desses casos se chama de microestado. Vários microestados diferentes podem configurar um mesmo macroestado. Esses casos estão mais claros na Figura 3.1.

Figura 3.1: Os 4 macroestados possíveis para um sistema de três moedas com dois estados possíveis, cara ou coroa.



Fonte: autor, 2024.

Nesse exemplo, usamos apenas 3 moedas para simplificar a compreensão. Mas, no caso dos sistemas físicos estudados na Termometria, é possível termos sistemas com números muito grandes de microestados possíveis, na ordem de  $10^{30}$  (Blundell; Blundell, 2006). O mais importante a se compreender desse exemplo são as seguintes características:

- Um sistema pode ser descrito por um número muito grande de microestados igualmente possíveis. (Essa característica é conhecida como o Teorema Fundamental da Mecânica Estatística);
- O que nós medimos, na realidade, são as propriedades dos macroestados de um sistema, que não são igualmente prováveis. O macroestado mais provável em que o sistema irá se encontrar é o estado com o maior número de microestados.

#### 4.4 Uma Definição Estatística da Temperatura

Se considerarmos dois grandes sistemas isolados, com energias  $E_1$  e  $E_2$ , que trocam energia apenas entre si, sem interação com um sistema externo, então a energia total do sistema conjunto deve permanecer constante. Isso significa que a soma das energias de cada um dos sistemas,  $E = E_1 + E_2$  é invariante. O número de microestados acessíveis aos sistemas 1 e 2 são funções de sua energia e são dados por  $\Omega_1(E_1)$  e  $\Omega_2(E_2)$ , respectivamente. Perceba que o número de microestados é uma função combinatorial, portanto o número de microestados acessíveis ao sistema composto, constituído pelos dois sistemas simples totalmente independentes, é dado pelo produto:

$$\Omega = \Omega_1(E_1)\Omega_2(E_2) \quad (1)$$

Em que, o sistema 1 pode ocupar qualquer um dos microestados  $\Omega_1(E_1)$ , enquanto o sistema 2 pode ocupar qualquer um dos microestados  $\Omega_2(E_2)$ . Portanto, o sistema como um todo pode ocupar qualquer combinação dos microestados (SILVIO, 2005).

O número de possíveis configurações de estados microscópicos do sistema composto, numa situação em que o sistema 1 tenha energia  $E_1$  e o sistema 2 tenha energia  $E_2 = E - E_1$ , nos permite analisar o sistema composto em função apenas da variável  $E_1$ , reescrevendo nossa equação como:

$$\Omega(E, E_1) = \Omega_1(E_1)\Omega_2(E - E_1) \quad (2)$$

Assim, utilizando o postulado fundamental da mecânica estatística, no qual todos os microestados acessíveis a um sistema fechado em equilíbrio são igualmente prováveis (Reif, 2009), a probabilidade de encontrar o sistema composto num estado microscópico em que a energia do P subsistema, 1 e 2 são dados por  $E_1$  e  $E - E_1$ , respectivamente, pode ser escrita como:

$$P(E_1) = \frac{\Omega(E_1)}{\sum_i \Omega(E^i)} \quad (3)$$

Nessa expressão,  $E^i$  indica cada estado de distribuição de energia possível para o sistema. Perceba que o denominador dessa fração é uma constante, pois há um número limitado de estados de energia possíveis para os sistemas 1 e 2, dado que a energia de cada estado depende do número de microestados possíveis e esse número é limitado. O inverso dessa constante, que chamaremos de  $c$ , é o número total de estados microscópicos acessíveis ao sistema composto global. Assim:

$$\frac{1}{\sum_i \Omega(E^i)} = \frac{1}{\sum_i \Omega_1(E_1^i)\Omega_2(E - E_1^i)} = c \quad (4)$$

Substituindo (4) na expressão (3) temos:

$$P(E_1) = \Omega(E_1)c \quad (5)$$

Assim, a probabilidade de encontrar o sistema numa dada distribuição de energia  $E_1$  e  $E_2$  nada mais é que o número de microestados desse sistema conjunto pelo total de microestados possíveis para qualquer distribuição de energia.

De maneira geral, o número de microestados  $\Omega(E_i)$  deve aumentar ou diminuir à medida que a energia  $E_i$  aumenta ou diminui, pois a energia é proporcional aos microestados que estão disponíveis. Assim, estamos interessados em saber como o número de microestados varia com a energia dos sistemas. Para isso, vamos supor que o sistema tende sempre ao estado mais provável. Esse estado pode ser encontrado calculando-se o máximo da função de probabilidade. Mas antes de calcular a derivada, vamos usar um artifício matemático para

eliminar a influência da constante  $c$  nos nossos cálculos. Seja:

$$f(E_1) = \ln [P(E_1)] \quad (6)$$

Observe que, quando  $P(E_1)$  é máximo, a função  $f(E_1)$  também é máxima. Derivando a nossa equação (6) em função da energia  $E_1$ :

$$\frac{\partial f}{\partial E_1} = \frac{\partial \ln [P(E_1)]}{\partial E_1} = \frac{\partial \ln [\Omega_1(E_1)\Omega_2(E - E_1)]}{\partial E_1} = \frac{\partial \ln [\Omega_1(E_1)]}{\partial E_1} + \frac{\partial \ln [\Omega_2(E - E_1)]}{\partial E_1} \quad (7)$$

Como queremos o estado de máximo, então queremos que essa derivada se iguale a zero.

$$\frac{\partial \ln [\Omega_1(E_1)]}{\partial E_1} + \frac{\partial \ln [\Omega_2(E - E_1)]}{\partial E_1} = 0 \quad (8)$$

Lembrando que  $E = E_1 + E_2$ , temos então que, como a energia total  $E$  é constante, um pequeno aumento  $dE_1$  na energia  $E_1$  ocasionará num pequeno decréscimo  $-dE_2$  na energia  $E_2$  de mesma magnitude, ou seja,  $dE_1 = -dE_2$ . Perceba que as variáveis da nossa equação são  $E_1$  e  $E_2$ , mas como ambas estão correlacionadas então suas derivadas parciais são equivalentes a suas derivadas diretas e podemos substituir mantendo a notação de derivadas parciais, por formalidade. Escrevendo então  $\Omega_2$  em função de  $E_2$  e substituindo em (8):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln [\Omega_1(E_1)]}{\partial E_1} - \frac{\partial \ln [\Omega_2(E_2)]}{\partial E_2} &= 0 \\ \frac{\partial \ln [\Omega_1(E_1)]}{\partial E_1} &= \frac{\partial \ln [\Omega_2(E_2)]}{\partial E_2} \end{aligned} \quad (9)$$

A expressão (9) estabelece a divisão de energia mais provável entre os dois sistemas que trocam energia entre si, uma vez que isso maximiza o número total de microestados. Essa é uma propriedade muito importante para a compreensão do comportamento do sistema

conjunto. Vamos então definir a variável:

$$\beta_i = \frac{\partial \ln[\Omega_i(E_i)]}{\partial E_i} \quad (10)$$

A partir dessa propriedade, iremos finalmente definir nossa relação com a temperatura, sendo  $\beta_i = \frac{1}{k_B T}$ . Essa definição tem forte conexão com a definição de entropia dada pela fórmula da entropia de Boltzmann,  $S = k_B \ln(\Omega)$ , mas um estudo mais aprofundado da noção de entropia foge ao escopo deste capítulo. A partir da definição de temperatura dada, temos que, no equilíbrio,  $\beta_1 = \beta_2$ , ou seja, podemos eliminar a relação de índices e escrever:

$$\frac{1}{k_B T} = \frac{\partial \ln \Omega}{\partial E} \quad (11)$$

$$\frac{1}{T} = \frac{k_B \partial \ln \Omega}{\partial E}$$

$$\frac{1}{T} = \frac{\partial S}{\partial E} \quad (12)$$

$k_B$  é a constante de Boltzmann que é dada por  $k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$ . Desse modo, a maximização da probabilidade corresponde diretamente à maximização da entropia Termodinâmica (Blundell; Bludell, 2006).

#### 4.5 Distribuição de Boltzmann

Visto que a temperatura de um sistema se relaciona diretamente com o estado de organização de suas partículas, vamos agora compreender como a energia se distribui entre eles. Considere o caso anterior, em que os sistemas 1 e 2 possuem energias  $E_1$  e  $E_2$ . Agora imagine que o sistema 2 é tão grande que a sua energia e temperatura não variam significativamente até alcançar o equilíbrio e vamos, a partir de agora, chamar o sistema 2 de reservatório térmico, denotando a energia do reservatório por  $E - \epsilon$  e a energia do sistema 1 de  $\epsilon$ .

Essa situação, de um sistema em contato com um reservatório térmico com energia

muito superior, é conhecido como conjunto canônico, ou ensemble canônico, como é usualmente referido (Blundell; Blundell, 2006). A probabilidade  $P(\epsilon)$  do sistema ter energia  $\epsilon$  é proporcional ao número de microestados acessíveis ao reservatório multiplicado pelo número de microestados acessíveis ao sistema. No nosso caso, vamos considerar apenas um microestado possível para cada nível de energia. Portanto:

$$P(E) \propto \Omega(E - \epsilon) \times 1 \quad (13)$$

Como temos uma expressão para a temperatura em termos do logaritmo de  $\Omega$ , na equação 11, e como  $E \gg \epsilon$ , podemos realizar uma expansão Taylor de  $\ln \Omega(E - \epsilon)$  em torno de  $\epsilon = 0$ , de modo que:

$$\ln \Omega(E - \epsilon) = \ln \Omega(E) - \frac{d \ln \Omega(E)}{dE} \epsilon + \frac{d^2 \ln \Omega(E)}{dE^2} \epsilon^2 + \dots \quad (14)$$

Usando a equação 11, lembrando que  $E$  é nossa única variável e, portanto, podemos considerar a derivada parcial como total, temos então que:

$$\ln \Omega(E - \epsilon) = \ln \Omega(E) - \frac{\epsilon}{k_B T} + \dots \quad (15)$$

Sendo  $T$  é a temperatura do reservatório. Os outros termos da expansão podem ser negligenciados, visto que  $\epsilon$  é muito pequeno. Portanto, ao elevarmos  $e$  por ambos os lados da equação 15 teremos:

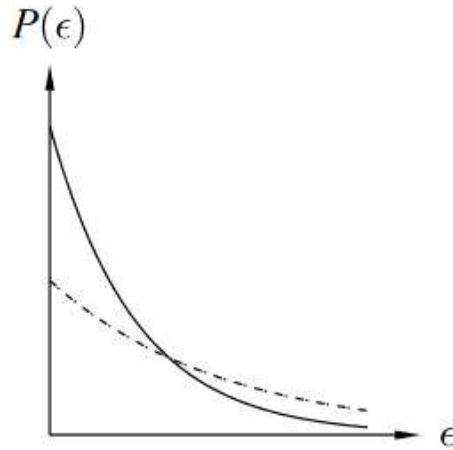
$$\Omega(E - \epsilon) = \Omega(E) e^{-\epsilon/k_B T}.$$

Chegamos ao seguinte resultado para a distribuição de probabilidade que descreve o sistema, que é dada por:

$$P(E) \propto e^{-\epsilon/k_B T} \quad (16)$$

Observe que, no estado final, o sistema se encontra na temperatura de equilíbrio  $T$ . Todavia, sua energia  $\epsilon$  não é fixa, mas varia conforme uma distribuição de probabilidade. Essa distribuição é conhecida como a **Distribuição de Boltzmann** e o termo  $e^{-\epsilon/k_B T}$  é chamado de **Fator de Boltzmann**.

Figura 3.2: Distribuição de Boltzmann para uma maior temperatura (linha pontilhada) e uma menor temperatura (linha cheia).



Fonte: Silvio, 2005.

A partir dessa distribuição de probabilidade, podemos agora compreender que a temperatura funciona como um sistema constituído com partículas que possuem várias energias diferentes, modeladas por uma distribuição estatística que define a forma como as partículas se comportam (Blundell; Blundell, 2006). Ou seja, a temperatura não provém de um sistema estático, mas de uma distribuição modelada de energias que propiciam uma agitação média do sistema.

## **5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

### **5.1 Descrição do produto educacional**

O produto educacional de que se trata esta dissertação foi aplicado em uma escola pública de Ensino Médio regular, na cidade de Açailândia no Maranhão, para uma turma de 2º ano que contava com 35 estudantes. Devido ao seguimento do cronograma de estudos e planejamento didático, o produto foi aplicado no 2º bimestre do ano de 2023. Foram utilizadas as aulas de Física da turma, que tiveram a frequência de uma vez na semana com duração de 50 minutos.

Apesar do sucesso final dos trabalhos, a aplicação sofreu alguns entraves por problemas estruturais, o que fez com que algumas aulas tivessem sua duração reduzida; alguns estudantes tiveram seu acesso à escola impossibilitado por falta de ônibus escolar; uma aula foi suspensa por mau-funcionamento das centrais de ar da sala de aula. Considera-se que tais ocorrências não tiveram importante impacto no resultado do projeto, porém sua menção se justifica pela importância de se considerar aspectos estruturais no planejamento de projetos e produtos.

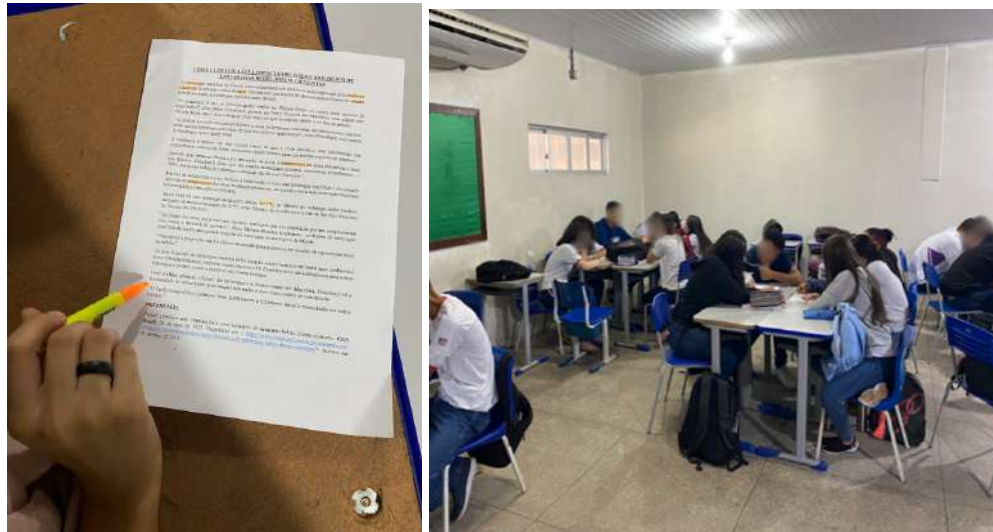
Para a aplicação do produto foram utilizadas 06 aulas com duração de 50 minutos, organizadas em uma sequência didática. A sequência seguiu os passos definidos por Moreira (2012), que sugere a definição do objeto de conhecimento a ser estudado, proposição da situação inicial, proposição da situação problema de nível introdutório, aprofundamento no conhecimento do tema em estudo, novas situações problemas com maior nível de complexidade, realização de uma reconciliação integrativa, avaliação somativa individual, avaliação de aprendizagem na UEPS e avaliação da UEPS (Moreira, 2011).

### **5.2 Relato da aplicação do produto**

AULA 01: Situação introdutória a Termometria

A primeira aula tratou de apresentar aos estudantes uma situação inicial (APÊNDICE A, p. 4) através da leitura da notícia que tem por título: "CRISE CLIMÁTICA ESTÁ IMPACTANDO O SEXO BIOLÓGICO DE TARTARUGAS BEBÊS, DIZEM CIENTISTAS". Os estudantes foram incentivados a destacar no texto as palavras que, em seu parecer, teriam relação com Termometria; esperava-se que destacassem palavras como Temperatura, Calor, etc. Os estudantes realizaram essa atividade em pequenos grupos, conforme pode ser observado na figura 5.1.

Figura 5.1: Foto à esquerda mostra um texto que foi destacado pelos estudantes, foto à direita mostra a turma dividida em grupos para realizar a atividade.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Em seguida, como progressão da situação inicial, foi realizado um experimento (APÊNDICE A, p. 5-6). Na sala de aula, sobre uma mesa, havia três recipientes: um com água aquecida em  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , outro com água em temperatura ambiente e o último com água gelada. Dois estudantes foram convidados a, voluntariamente, comparecer na frente da turma e colocar suas mãos nos recipientes sem que soubessem previamente sobre as diferentes temperaturas. Primeiramente, foram orientados a colocar a mão esquerda no recipiente com água quente e, ao mesmo tempo, a mão direita no recipiente de água gelada (figura 5.2). Em seguida, deveriam colocar as duas mãos na água em temperatura ambiente.

Conforme realizavam as ações, o professor fez aos estudantes voluntários as seguintes perguntas: 1 - Qual sensação você sentiu em cada uma das mãos?; 2 - Quando você colocou a mão na água com gelo, ela forneceu ou cedeu calor? E na água morna?; 3 - Qual a sensação ao colocar as mãos na água em temperatura ambiente?

Para a pergunta 1, a resposta de ambos os estudantes foi a de que “sentiram uma mão quente e uma gelada” - resposta esperada, uma vez que serviria para elucidar para a turma a provável diferença de temperatura entre as águas dos diferentes recipientes. Em relação à pergunta 2, os estudantes demonstraram dificuldade em compreender o questionamento devido à falta de uma base sólida a respeito dos conceitos da Termometria como fornecer ou ceder calor; pela dificuldade em elaborar respostas científicas, reiteraram as afirmações “minha mão está ficando gelada / minha mão está ficando quente”. Sobre a pergunta 3, foram obtidas respostas interessantes. Ao colocar as mãos na água em temperatura ambiente, o primeiro estudante relatou ter sentido “choque térmico”, “formigamento e cãibra”, e o



ambiente tivesse pouca ou nenhuma variação no tempo, e que a água gelada tivesse temperatura aumentada conforme o tempo. Foi possível observar, a partir dos resultados, dificuldades inerentes à elaboração da atividade por parte dos estudantes.

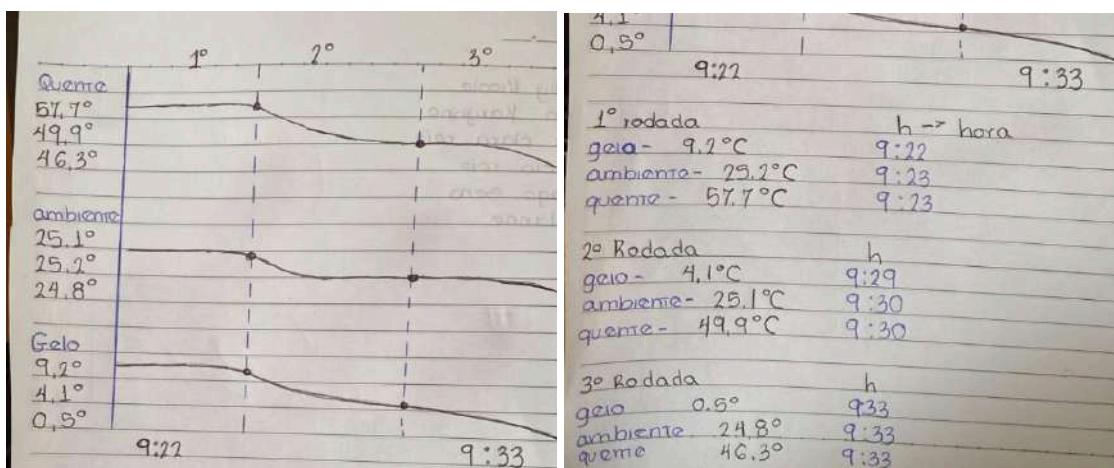
Em um dos gráficos entregues, que pode ser observado na figura 5.4, nota-se a dificuldade no estabelecimento de escala de valores em ambos os eixos, o que pode ter resultado no desenho de curvaturas não coerentes com a evolução dos dados.

Deve-se levar em consideração que, embora a quantidade de dados coletados pareça diminuta, resultam das condições oferecidas pela realidade da sala de aula. Destacam-se como fortes determinantes para o resultado desta experiência, o tempo de somente 50 (cinquenta) minutos das aulas de Física no ensino básico, falta de equipamentos adequados (a escola não possuía pirômetro) e a agitação dos estudantes durante a aula, que dificultou a organização do experimento.

Assim, mesmo com um tempo de coleta razoável (10 minutos), apenas 3 medidas foram coletadas para que os alunos pudessem observar o comportamento da curva. Com as três medidas, os alunos só podiam observar se tratava-se de uma curva crescente ou decrescente, não sendo possível definir o desenho da curva.

Além disso, é notável a ausência de especificação da unidade de medida de grau celsius e da relação entre temperatura e tempo. Também chama a atenção a curva da temperatura da água gelada, que diminuiu com o tempo, contrariando as expectativas de resultado, revelando um erro de medição dos alunos.

Figura 5.4: Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma.

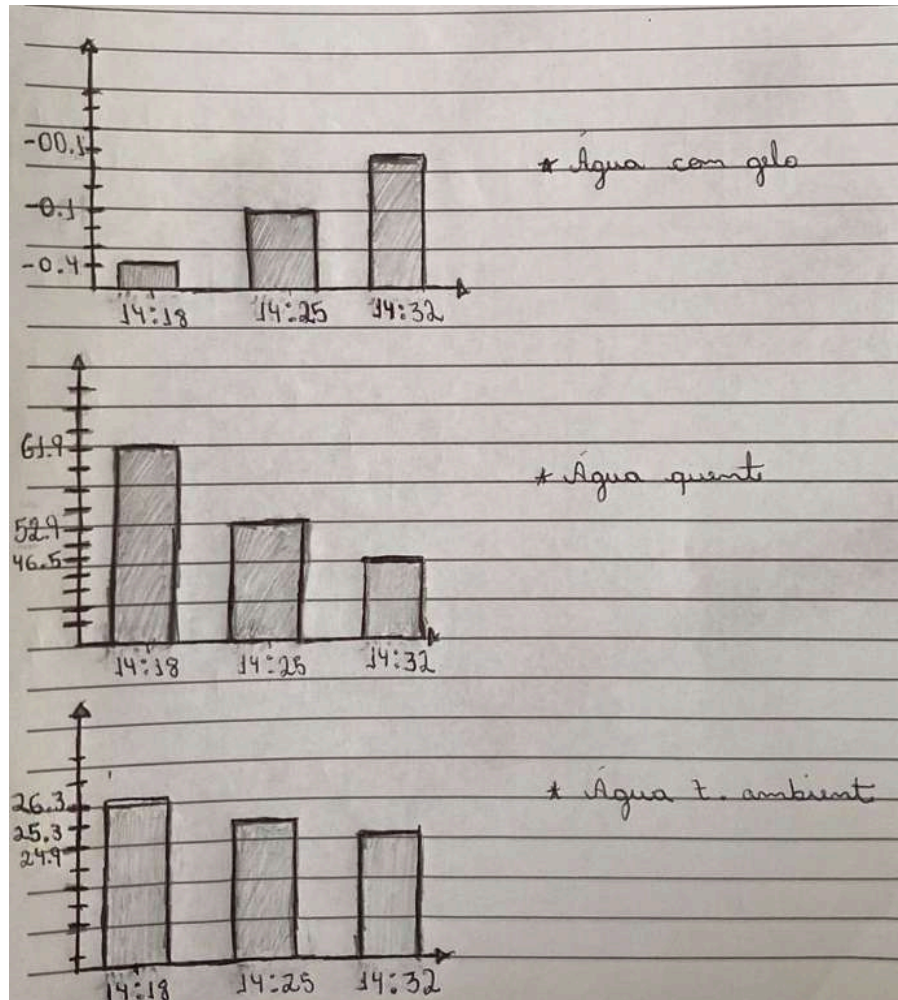


Fonte: Acervo próprio, 2023.

Em outro gráfico entregue - figura 5.5 - é possível observar mais uma vez a dificuldade com escalonamento de valores, com a definição de unidades de medida e a

especificação da relação Temperatura x Tempo. Além disso, no gráfico referente à água com gelo, nota-se a presença de valores negativos no eixo y acima da linha do eixo x, assim como certa imprecisão no uso das casas decimais.

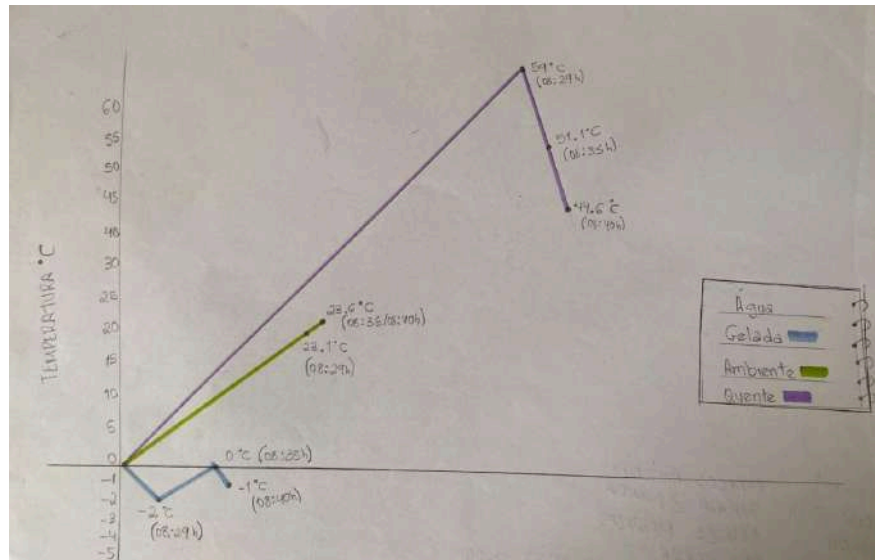
Figura 5.5: Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Já em um terceiro exemplo de atividade feita pelos estudantes, que pode ser visto na figura 5.6, vê-se a especificação da Temperatura em graus Celsius no eixo vertical, apesar da ausência da especificação do Tempo no eixo horizontal. Nota-se a inclusão dos dados sobre as três águas com a utilização de legenda em cores em um mesmo e único gráfico, diferentemente dos exemplos anteriores. Porém, ainda se faz notável a imprecisão no tracejamento das linhas de gráfico em relação aos eixos - como a linha da água em temperatura ambiente, cujos pontos não acompanham os valores do eixo Temperatura e não se diferenciam em relação ao Tempo nas duas últimas medições, que deveria resultar em uma reta contínua, não ascendente.

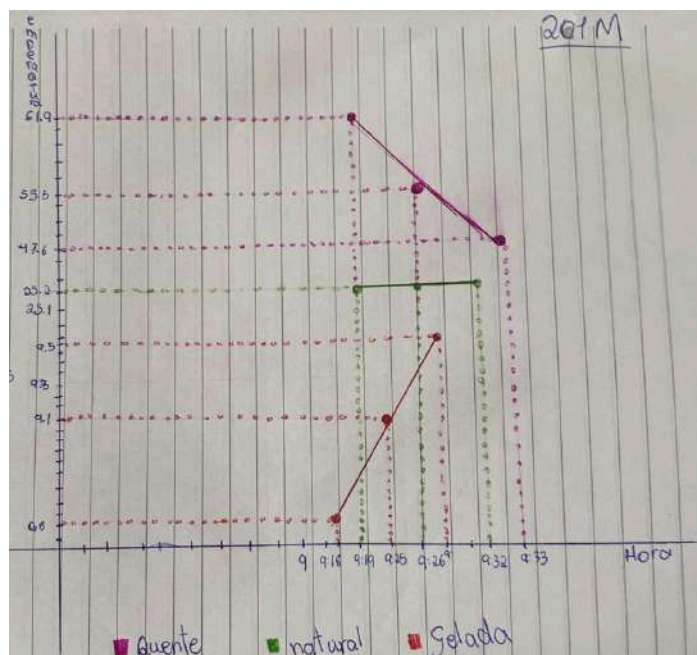
Figura 5.6: Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Ao final, em um quarto exemplo que pode ser visto na figura 5.7, vê-se um resultado satisfatório em relação às expectativas: especificação da relação Temperatura x Tempo e legenda com cores, apesar de mais uma vez fazer-se notar a dificuldade no estabelecimento de proporção e escala. Por fim, trata-se do gráfico que apresenta o melhor dos resultados da atividade por exibir o desenho das retas conforme o esperado: decrescente para a água quente, contínua para a água ambiente e crescente para a água gelada.

Figura 5.7: Fotografia de atividade de elaboração de gráfico feita por um grupo de estudantes da turma.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

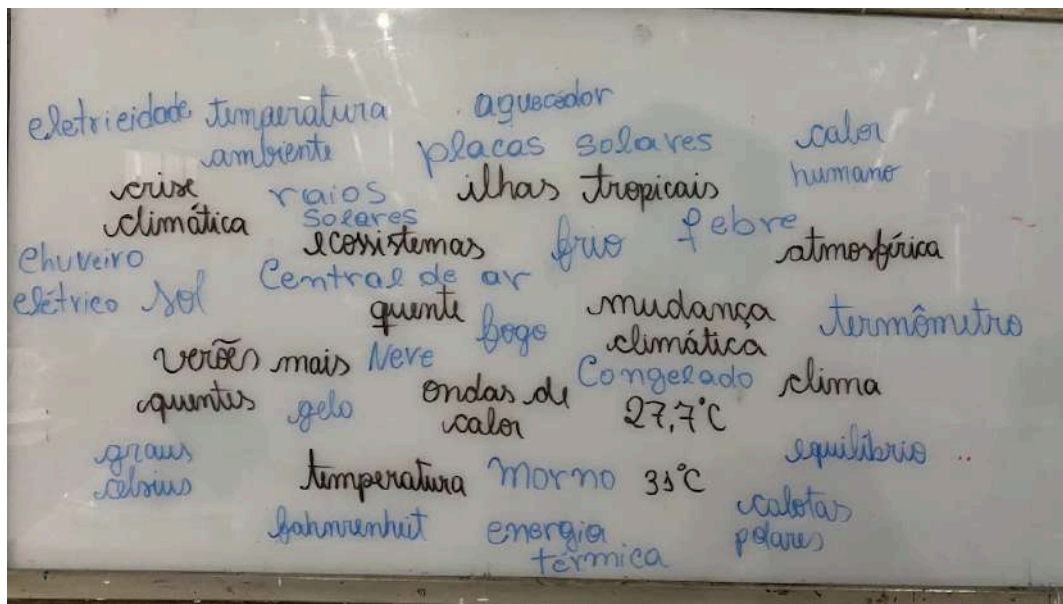
Em um segundo momento, na mesma aula e com o objetivo de retomar conteúdos já

vistos, os estudantes da turma toda foram instigados a debater a relação ou semelhança que poderiam observar entre o caso do texto lido na aula anterior e a atividade já feita nesta aula. Para fomentar a discussão, o professor orientou que os estudantes resgassem o texto e relatassem as palavras em relação à Termometria que haviam nele destacado.

O professor registrou no quadro as palavras e termos ditados pelos estudantes. Instigados a debater, os alunos pontuaram que a atividade do dia se relacionava com o texto pois ambos tratavam de temperaturas; alguns apontaram a semelhança de que ambas as atividades seriam sobre aumento de temperatura, ao que um estudante, discordando, pontuou ser na verdade a respeito de “mudança” de temperatura.

Para encaminhamento da atividade, o professor solicitou que, em adição às palavras já escritas no quadro, os estudantes dissessem outros termos que possam vir à mente em relação aos já ditos, de modo a criarem uma *brainstorming*. A partir dos termos ditos pelos estudantes, formou-se no quadro uma nuvem de palavras com termos relacionados a Termometria, que pode ser visto na figura 5.8.

Figura 5.8: Foto do quadro em que foi registrada a nuvem de palavras com termos ditados pelos estudantes. Em preto, os termos destacados no texto da primeira aula; em azul, os termos associados.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

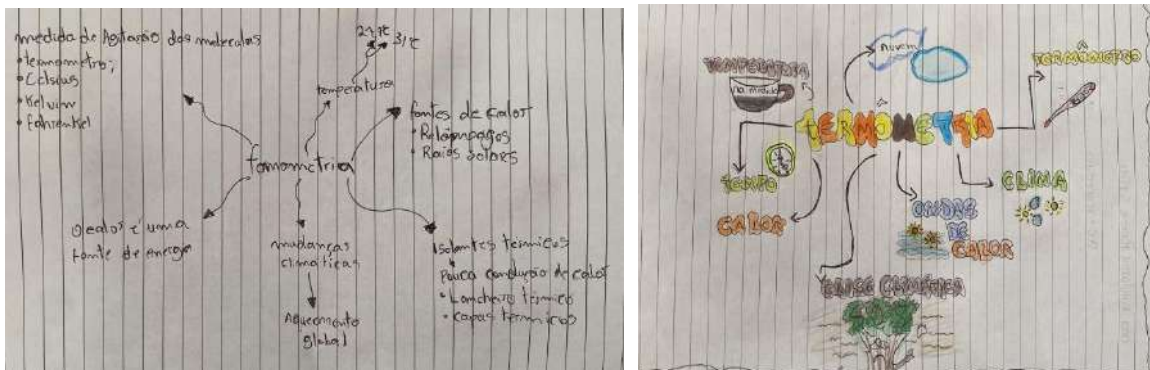
Por fim, foi recomendada aos estudantes uma atividade de casa: construir um mapa conceitual organizando as palavras registradas no quadro. A atividade deveria ser entregue individualmente na próxima aula.

AULA 3: Mapas mentais e novas situações problema

A aula seguinte iniciou-se com a entrega dos mapas mentais feitos pelos estudantes como tarefa de casa. Notou-se que alguns estudantes copiaram o mapa de algum colega ou fizeram na sala de aula, no momento da entrega. Dentre os mapas entregues se fez notável que os estudantes não possuíam domínio da atividade didática de construir mapas mentais. Destaca-se que, embora necessário, o ensino de como mapas mentais são produzidos e suas características não foi possível. No entanto, observando os resultados desta atividade, sugere-se que em uma futura aplicação, o professor de Física busque estabelecer um diálogo interdisciplinar com o componente de Língua Portuguesa. O professor do citado componente curricular, então, poderá trabalhar previamente este gênero com os alunos e prepará-los para que esta etapa do produto seja mais eficiente.

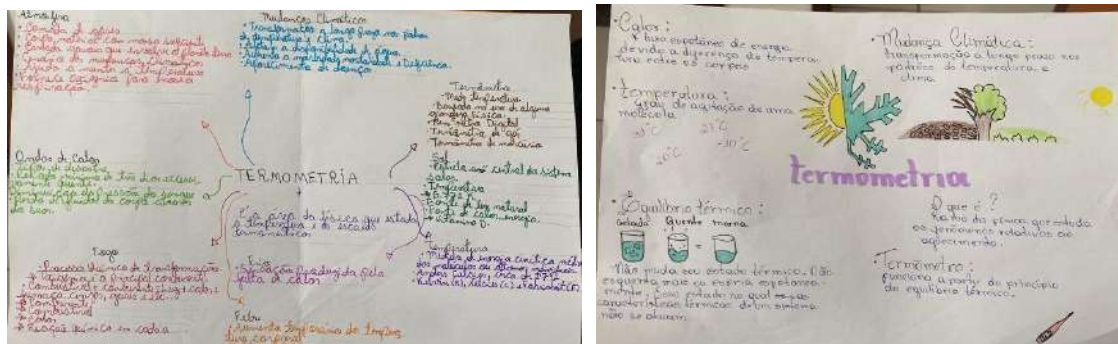
Os exemplos das imagens abaixo são ilustrativos: na figura 5.9, vemos esquemas de conceitos que não são acompanhados por suas definições; na figura 5.10, vemos conceitos e suas longas definições, nem sempre precisas, mas não organizados de forma lógica e encadeada.

Figura 5.9: Fotos de duas atividades entregues pelos estudantes.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

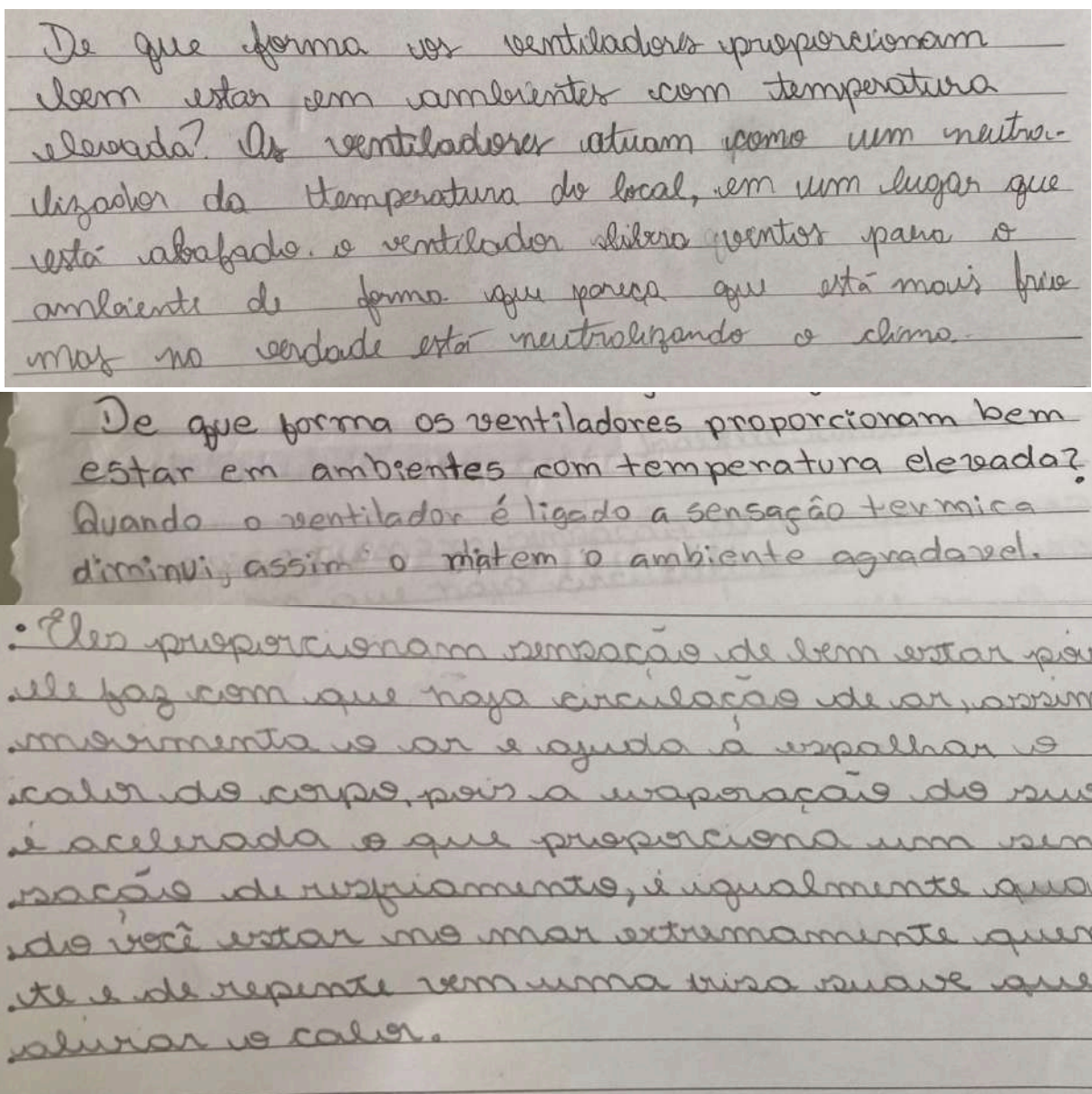
Figura 5.10: Fotos de duas atividades entregues pelos estudantes.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Dando andamento à aula, o professor entregou aos estudantes o texto disponível no ANEXO B do Produto (APÊNDICE A), que se trata da notícia “Sem ventilador nem janela, corredor de upa vira 'forno' para pacientes na Guaicurus”. Os estudantes deveriam realizar leitura individual e então responder por escrito no caderno à pergunta: de que forma os ventiladores proporcionam bem estar em ambientes com temperatura elevada? Apesar de alguns estudantes terem se apresentado dispersos e desatentos durante a leitura, outros apresentaram leitura atenta e respostas satisfatórias, como nos exemplos da figura 5.11.

Figura 5.11: Fotos de atividades respondidas pelos estudantes em seus cadernos.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Durante a conferência das respostas, por parte do professor, três estudantes da turma

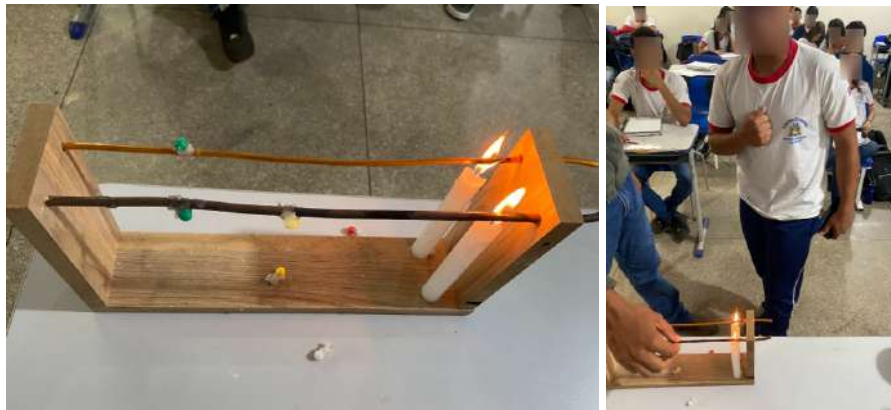
conversaram em voz alta sobre o assunto do texto, trazendo reflexões a respeito da ventilação do hospital da cidade onde moram e sua comparação com a sala de aula. Perceberam que em um ambiente quente como o hospital, que não conta com o recurso de ar condicionado, o ventilador teria um efeito diferente da sala de aula, ambiente que conta com ar condicionado e que, por isso, teria ventilação mais fresca.

O professor, neste momento da aula, realizou a revisão prevista na página 17 do APÊNDICE A, reforçando as diferenças entre os conceitos de Calor, Temperatura e Sensação Térmica. Foi possível notar que os estudantes tinham ainda dificuldades na diferenciação entre os conceitos, especialmente entre Calor e Temperatura.

Acredita-se que tal dificuldade se deva à fixação a ideias do senso comum, que considera tais termos como sinônimos, o que pode ser observado no uso das frases “estou com calor” e “o dia está quente”. Para que os estudantes aprofundassem sua compreensão sobre os conceitos, foi enviado a eles o texto presente no ANEXO C do produto (APÊNDICE A), orientando para uma leitura e pesquisa mais avançada.

Para finalizar a aula, o professor propôs um rápido experimento de condução, cujas instruções se encontram na página 19 do produto. Os estudantes observaram o experimento, (ver Figura 5.12).

Figura 5.12: Registro do experimento com metais. À esquerda vê-se a montagem do experimento na mesa do professor. À direita, um estudante se aproxima e observa o experimento.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Após o experimento, duas perguntas foram feitas aos estudantes: (1) Por que os cliques caíram? e (2) O que influenciou no experimento ao ser realizado com a barra de ferro e com a barra de cobre? Os estudantes notaram acertadamente que os cliques caíram mais rápido quando utilizado o cobre, e demoraram mais para cair quando utilizado o ferro, e mostraram

satisfatória compreensão de que o calor é conduzido mais rapidamente em um material do que em outro. Porém, foi importante perceber como, apesar de terem tido uma percepção cientificamente correta do ocorrido no experimento, os estudantes não conseguiram mobilizar linguajar e vocabulário científico na explicação, utilizando frases como “a propagação será melhor no cobre”.

#### AULA 4: Análise de imagens e notícias

A aula seguinte iniciou-se com a dinâmica proposta na página 20 do produto. Foram mostradas aos estudantes as imagens do ANEXO D do APÊNDICE A, ao que foi perguntado: o que as imagens têm em comum? Os estudantes responderam que as imagens mostram movimentos - o movimento da água fervente, das correntes do ar condicionado e do vento nas árvores. O professor, então, realizou uma explicação sobre o que são correntes de convecção, retomando também a noção de condução para que os estudantes diferenciassem os conceitos.

Em seguida foi realizado o experimento de radiação (instruções na página 21 do Produto). Enquanto as latas branca e preta estiveram expostas ao sol, o professor apresentou aos estudantes o vídeo “Câmera térmica monitora passageiros do aeroporto de Fortaleza”<sup>1</sup> e, como situação-problema, foi iniciado um debate em que os estudantes foram estimulados a lançar hipóteses sobre como se daria o funcionamento desse tipo de câmera. Os estudantes disseram que a câmera capta diferentes temperaturas no calor do corpo humano. Com base no debate, o professor mais uma vez conduziu uma explicação sobre o conceito de Radiação.

Passado o tempo do debate, os estudantes foram orientados a sair da sala e ir até as latas expostas ao Sol para realizar medição de temperatura com o auxílio de um pirômetro (Figura 5.13). Conforme previsto, os estudantes aferiram que a lata pintada de preto apresentava temperatura mais elevada do que a lata pintada de branco. No retorno à sala de aula, o professor mais uma vez conduziu discussão sobre a relação entre o experimento observado e o conceito de radiação.

Figura 5.13: Estudantes realizam a medição de temperatura das latas com o auxílio de um pirômetro.

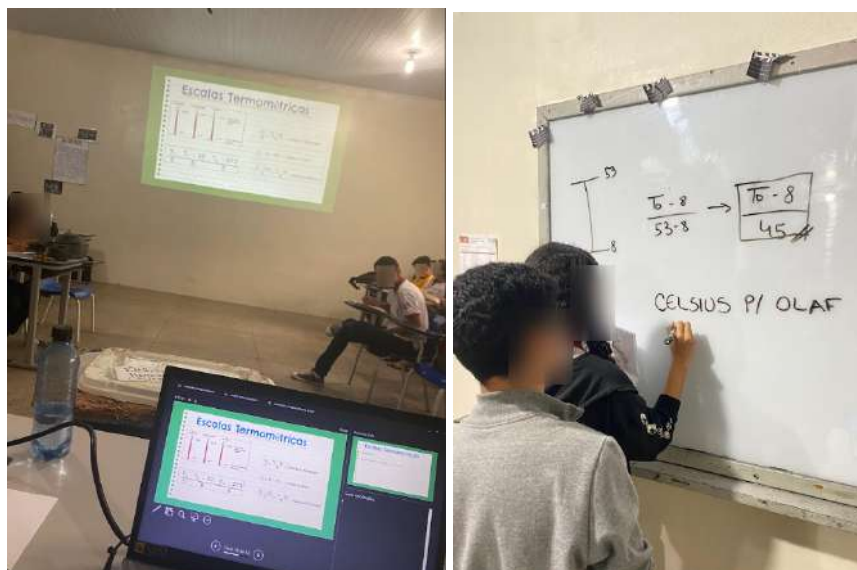


Fonte: Acervo próprio, 2023.

#### AULA 5: Criação de escalas termométricas

A quinta aula teve como tema as Escalas Termométricas. O professor iniciou explicando para os estudantes como fazer a conversão da escala Celsius para Fahrenheit; então, com base no texto do ANEXO E do APÊNDICE A, foram apresentadas novas fórmulas para conversão entre diferentes escalas, inclusive a escala de Olaf Romer. Em seguida, os estudantes resolveram a lista de questões propostas no ANEXO F do APÊNDICE A e foram convidados a apresentar suas resoluções no quadro para toda a turma, bem como apresentar como chegar nas fórmulas de conversão da escala Olaf.

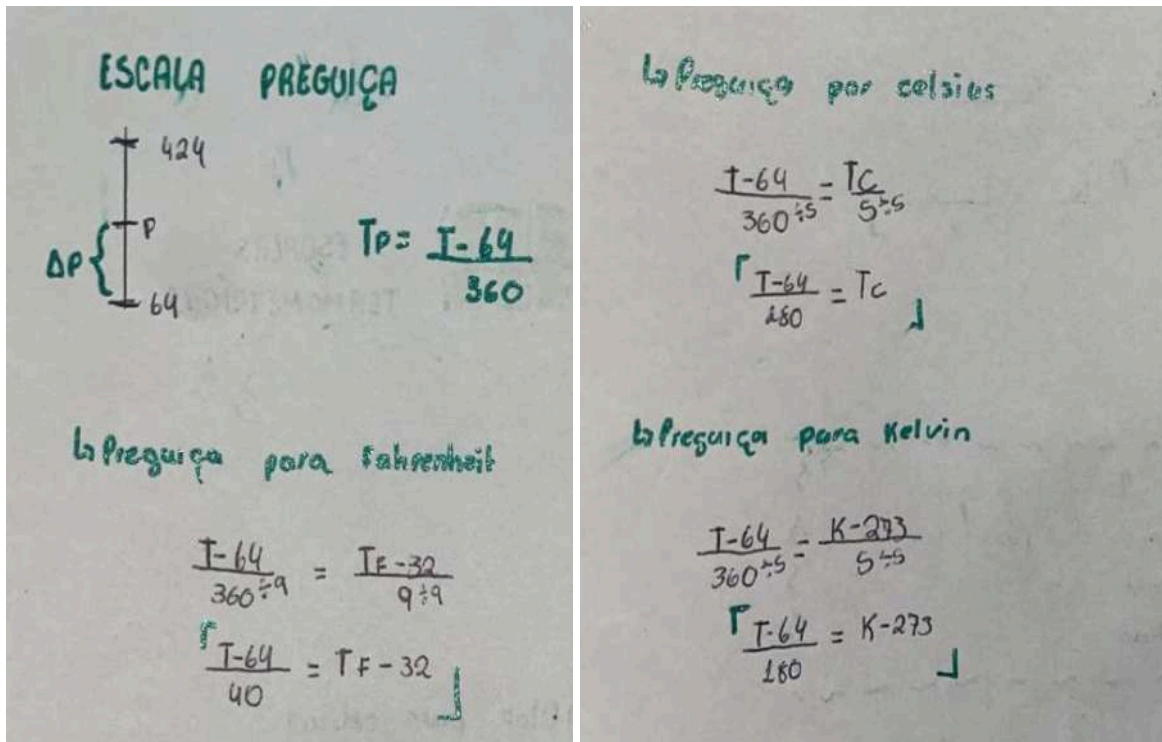
Figura 5.14: Registros da aula sobre escalas termométricas. À esquerda, o professor explica o conteúdo aos estudantes com o auxílio de slides; à direita, estudantes apresentam a resolução de uma questão no quadro.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Como aprofundamento do tema, foi proposto aos estudantes a atividade de criar uma nova escala de temperatura, assim fórmulas para conversão desta nova escala para as já conhecidas. A figura 5.15 apresenta a escala “preguiça” criada por um grupo de estudantes.

Figura 5.15: Registro de nova escala de temperatura criada por estudantes.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

#### AULA 6: Literatura de cordel

A última aula da sequência didática iniciou-se com o tema da dilatação de sólidos. O professor apresentou para os estudantes a *charge* presente na página 23 do Produto e solicitou que os estudantes formulassem hipóteses para explicá-la. Alguns estudantes demonstraram conhecimento acerca do fato de que alguns materiais “aumentam de tamanho” quando quentes. Com base nessa discussão, o professor realizou, com o auxílio do quadro, explicação a respeito da dilatação linear e superficial.

Em seguida, o professor apresentou para a turma o experimento previsto na página 26 do produto (Figura 5.16) e solicitou que a turma elaborasse explicação sobre o experimento observado. A lista de exercícios presente no ANEXO E do APÊNDICE A foi enviada aos estudantes e sugerida como estudo complementar.

Figura 5.16: Experimento de dilatação volumétrica sendo realizado e observado por estudantes.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Por fim, na segunda parte desta última aula, a professora de Língua Portuguesa foi convidada a colaborar com os estudantes apresentando a Literatura de Cordel, em especial o trabalho do poeta Patativa do Assaré (Figura 5.17). Com base nos conhecimentos adquiridos nesta aula, foi proposto aos estudantes que criassem, como atividade final, um poema de Cordel a respeito dos conteúdos aprendidos ao longo das aulas sobre Termologia.

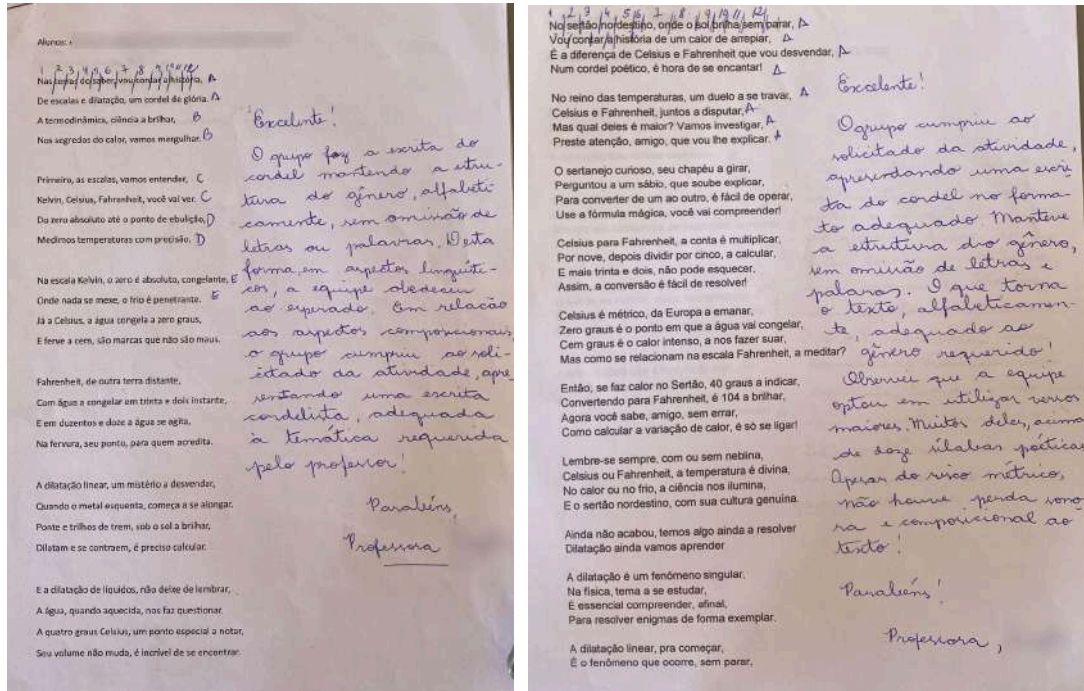
Figura 5.17: Aula ministrada pela professora de Língua Portuguesa sobre literatura de cordel.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Os estudantes realizaram o trabalho final em grupos, no contraturno. Após a entrega, foram avaliados por ambos, professor de Física e professora de Língua Portuguesa, de acordo com as habilidades previstas de cada disciplina. A figura 5.18 mostra a correção realizada pela professora de Língua Portuguesa para o trabalho de duas equipes:

Figura 5.18: Fotos de produções textuais realizadas pelos estudantes e corrigidas e comentadas pela professora de Língua Portuguesa.



Fonte: Acervo próprio, 2023.

### 5.1.3 Reflexão docente sobre o trabalho realizado

A partir da aplicação foi perceptível que os resultados foram satisfatórios. De início, os estudantes tinham certa resistência ao novo, sobretudo por estarem habituados a aulas tradicionais. Essas resistências se demonstravam em momentos como a demora em realizar os comandos dados, em focar na atividade, sobretudo pela constante necessidade de estar no celular. Ademais, o fato de a maioria das propostas estarem relacionadas a leitura e experimentação, lhes traziam dúvidas sobre “Quando vamos anotar no caderno?”.

Na aplicação, foi possível perceber que a leitura é a principal dificuldade para os estudantes, pois, ter uns minutos destinados para essa atividade que exige concentração mostrou ser uma tarefa difícil. No entanto, ao tomarmos como exemplo o primeiro texto que traz curiosidades sobre a vida reprodutiva das tartarugas, foi perceptível que a curiosidade era fator propulsor para seguir na investigação. A partir desse texto, foi possível observar também que a turma tinha consciência do que se tratava a Termometria, apesar da maioria não possuir

uma linha de raciocínio firme e segura em relação ao objeto de estudo, davam indícios que sabiam do que o tema tratava a partir de exemplos cotidianos.

Ao realizarem o experimento de colocar as mãos na água em diferentes temperaturas, a turma mostrou empolgação, apesar de que, a maioria mostrava resistência ao participar. Os estudantes que se dispuseram a ir, não conseguiam relatar de forma clara o que estavam sentindo e quais as sensações. Isso demonstra que o vocabulário científico ainda é escasso e demonstra uma fragilidade em relação aos conceitos da Termometria em razão do modelo de aula até então habituados. Entretanto, a partir do experimento, foi possível explicar o conteúdo de forma que os estudantes pudessem assimilar com facilidade o que estava sendo estudado.

Posteriormente, as medições de temperatura mostraram-se maçantes para os estudantes. A rotatividade dos representantes dos grupos durante quatro rodadas fez com que os estudantes questionassem o sentido daquela atividade. Para eles, destinar 10 minutos para que todos os grupos fizessem suas medições, parecia ser algo improdutivo e sem finalidade. No entanto, após coletarem todas as temperaturas, nos três recipientes distintos, e o docente solicitar a construção dos gráficos, foi possível sentir que compreenderam do que tratava-se a experiência científica, e que tudo faz parte de um processo, de coleta e análise do que foi verificado na atividade proposta. Para uma futura aplicação, seria interessante que o professor responsável pelo experimento explicasse com antecedência sobre os diferentes tipos de gráficos e determinasse o gráfico esperado para a atividade, isso poderá padronizar a produção dos alunos, facilitando uma análise posterior dessas produções.

Com os gráficos já mostrados no item “5.1.2, aula 2”, foi possível verificar que a maioria dos estudantes não conseguiram expressar de forma clara os resultados obtidos. Com isso, sugere-se que em futuras aplicações, o professor explique e reforce a construção gráfica.

Outro ponto forte foi a criação da nuvem de palavras e o mapa mental. No primeiro momento, ao solicitar que os estudantes falassem as palavras que lhes vinham à cabeça, a maioria da turma mostrou empolgação para falar palavras. O mapa mental feito em grupo mostrou-se diversificado e representou amplas vertentes sobre o conteúdo. Ademais, é válido ressaltar que a nuvem de palavras serviu de ponte para que os estudantes criassem seus mapas mentais de forma individualizada.

Os experimentos realizados também foram exitosos, a participação e atenção dos estudantes era maior quando na UEPS eram trazidos experimentos. Os estudantes ficavam instigados, ao que parecia, ao introduzir perguntas iniciais, aguçava a curiosidade a respeito do que iria acontecer. Posteriormente, ao abordarmos as escalas termométricas, tivemos

atenção para que os alunos conseguissem entender e aplicar os formalismos matemáticos necessários, mas também, chegar até as relações matemáticas que permitissem o desenrolar dos cálculos termométricos. O resultado exposto mostrou que ao criarem suas próprias escalas de temperatura, os alunos demonstraram compreensão a respeito da proposta lançada.

Finalmente, o cordel mostrou-se uma produção em grupo que mesclou colaboração, criatividade e trouxe vazão para o que foi assimilado durante toda a sequência. Ao fazer um apanhado geral da atividade proposta, o cordel trouxe resultados satisfatórios, demonstrando que podemos evoluir no ensino de Física com atividades adaptadas para a realidade das escolas. Apesar da caminhada ser longa, boas práticas como essas podem ser o diferencial no processo de ensino-aprendizagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sala de aula é um solo fértil e está repleta de universos distintos representados pela individualidade de cada aluno. As carteiras enfileiradas, o quadro branco, e o professor na posição de autoridade torna o espaço uma cópia fiel do que vem sendo aplicado nas últimas décadas ou mesmo nos primórdios da concepção de escola. Modificar uma cultura que está internalizada há tanto tempo não é uma tarefa fácil. Professores com uma extensa jornada de trabalho, sem formação continuada, com salas cheias e sem subsídios para realizar o que poderíamos chamar de um “bom trabalho”, ampliam ainda mais a distância para que essa mudança cultural seja alcançada.

No entanto, muito ainda pode ser feito para amenizar os déficits em sala de aula. A UEPS, vem como alternativa eficaz para obtenção de resultados positivos. Ademais, seu detalhamento em forma de *e-book* proporciona que os professores compartilhem boas práticas. Outrossim, é o fato de deixarmos de proporcionar aulas práticas por conta da falta de laboratórios. Com isso, a UEPS veio com a proposta de passar conhecimentos, mas também de mesclar outros pontos importantes para o desenvolvimento de um aluno cidadão e pesquisador. Podemos mencionar o foco em notícias, curiosidades e abordagens distintas de aplicabilidade do objeto de conhecimento. Somado a isso, a interdisciplinaridade a partir do trabalho em conjunto do professor aplicador com a professora de linguagens, permitiu a aproximação entre as duas áreas. Ademais, foi proporcionado o aprofundamento na literatura de cordel, que apesar de ser ponto forte na cultura nordestina, torna-se distante da cultura regional da cidade.

Durante as aulas, foi possível observar que ao inovar em metodologias, é aguçada a curiosidade nos estudantes. De início foi perceptível certa resistência nas novas aulas, sobretudo, por estarem habituados ao formato tradicional de aula. Esse fator foi evidenciado pela dificuldade dos alunos em participar, trazer suas dúvidas e seguir os comandos dados pelo professor. No entanto, a partir do momento em que os estudantes relacionaram as temáticas abordadas com situações do seu cotidiano, eles ficaram empolgados e demonstraram engajamento com a proposta pedagógica.

Pensando em ampliar o alcance da boa prática educacional observada, o produto educacional foi organizado em forma de *e-book* com atividades detalhadas que permitem a fácil compreensão por parte do professor leitor em relação ao objeto de estudo. Consiste em uma sequência didática que aborda o conteúdo de Termometria e que é baseada no modelo formulado pelo professor de Física, Marco Antônio Moreira, chamado de UEPS. Ademais,

notícias, experimentos e atividades, foram utilizadas durante toda a UEPS como estratégia de ensino, ao final, um cordel foi proposto como forma de conectar a Física com essa arte que é comum na cultura nordestina, mas que torna-se distante na realidade em que foi aplicada.

É válido ressaltar, que a Literatura de Cordel foi apresentada e explicada pela professora de Português, permitindo a interdisciplinaridade entre os componentes curriculares do Ensino Médio. A aplicação da UEPS, articulando essas propostas, proporcionou momentos dinâmicos de interação, com diálogo e participação de todos os alunos envolvidos no trabalho, tornando as aulas mais prazerosas e divertidas, segundo o relato dos estudantes, o que podemos evidenciar nos resultados obtidos. Conclui-se que, ao organizar atividades que sigam o que está previsto em uma UEPS, é possível obter bons resultados.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Flávio Gimenes; NETO, José Izaías Moreira Scherrer; COELHO, Geide Rosa. Processo de validação de uma sequência de ensino investigativa para o ensino de física moderna e contemporânea: da gravitação aos buracos negros. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 66-90, 2022.
- ARAUJO, I., ESPINOSA, T., MILLER, K., & MAZUR, E. (2021). Inovação didática no Ensino de Física em Nível Superior: o caso da disciplina Applied Physics<sup>50</sup> da Universidade de Harvard. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 43, e20210222.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, 2003.
- AZEVEDO, Lidiany Bezerra; FIREMAN, Elton Casado. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de ciências nos anos iniciais com conteúdos de eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 143-161, 2017.
- BATISTA, Michel Corci et al. Potencial pedagógico de uma UEPS sobre semicondutores para o ensino médio. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 8, p. e5101-e5101, 2024.
- BELLUCCO, Alex; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.
- BLUNDELL, S. J.; BLUDELL, K. M. **Concepts in Thermal Physics**. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- BRAGA, Mercia Cristina Félix Teixeira; CARVALHO, Regina Simplicio. Ensinando termodinâmica através de uma sequência de ensino investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 144-163, 2021.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação**. Brasiliense, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Senado Federal. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 2017.
- BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.
- CALLEN, H. B. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1985.
- CANDAU, Vera Maria. **Construir ecossistemas educativos. Reinventar a escola**. Nuevaamerica/Novamerica 84, Rio de Janeiro: Novamerica, dezembro de 1999.
- CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino

investigativas. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: **Cengage Learning**, 1, 1-19, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Penso Editora, 2021.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage, 2011.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 27, p. 58-76, 2022.

FERRAZ, A. T., & SASSERON, L. H. (2017). Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 19, p. 1–25.

FERREIRA, M., Silva Filho, O. L., Moreira, M. A., Franz, G. B., Portugal, K. O., & Nogueira, D. X. P. (2020). Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 42, e20200057. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1988.

FREIRE, Vanesa Miranda. O trabalhador e a sua luta na revolução Industrial inglesa–1760 a 1895. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 1, n. 34, p. 3-34, 2022.

FRIGGI, D. do A.; CHITOLINA, M. R. O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas. **Experiências em Ensino de Ciências**, 13 (5), 388-403, 2018.

GREINER, W.; NEISE, L.; STOCKER, H. **Thermodynamics and Statistical Mechanics**. New York: Springer, 1935.

HAMMEL, Cristiane; MIYAHARA, Ricardo Yoshimitsu; DOS SANTOS, Sandro Aparecido. Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica. **Experiências em ensino de ciências**, v. 14, n. 1, p. 256-270, 2019.

HOBBSBAWN, E. J. **A era das revoluções – 1789 – 1848**. São Paulo, SP: Editora Paz e Terra, 2009.

HONORATO, C. A.; DIAS, K. K. B.; DIAS, K. C. B. Aprendizagem significativa: uma introdução à teoria. **Mediação**, Pires do Rio, GO, v. 13, n. 1, p. 22-37, jan./jun. 2018.

MOURA, Fábio Andrade de; SILVA, Rubens. Sequência de ensino investigativa para o estudo do empuxo no ensino médio. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 3, n. 1, p. 38-61, 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de enseñanza potencialmente significativas-UEPS** (Potentially Meaningful Teaching Units–PMTU). 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, v. 41, p. 1-14, 2012.

NUSSENZVEIG, M. **Curso de física básica - Volume 2: Fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

QUARESMA, Bruno Medeiros. **DYNAMIS: jogo de tabuleiro para introdução de termodinâmica no Ensino Médio**. 2020.

REIF, F. **Fundamentals of Statistical and Thermal Physics**. New York: McGrawHill, Inc., 2009. ISBN 978-1577666127.

REUTERS, Da. Crise climática está impactando o sexo biológico de tartarugas bebês, dizem cientistas. **CNN Brasil**, 04 de ago. de 2022. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/crise-climatica-esta-impactando-o-sexo-biologico-de-tartarugas-bebes-dizem-cientistas/>> Acesso em 02 de mar. de 2023.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13(3), n. 3, p. 333-352, dez. 2008. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 11/12/2023.

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; FERREIRA, Marcello. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçoes no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210339, 2022.

SILVA, João Batista da. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e09932803-e09932803, 2020.

SEARS F. AND YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M. Física 2: **Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008. v. 2.

Sensação térmica x temperatura ambiente. **Cref**, 27 de dez de 2012. Comentários do prof. Alexandre Medeiros no Facebook. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=sensacao-termica-x-temperatura-ambiente>>. Acesso em: 04 de mar de 2023.

ŠESTÁK, JAROSLAV, Thermodynamics, Information and Society: featured thoughts. Research Center in the Westbohemian Region, **West Bohemian University**, 2009.

SOUSA, Thiago. **Topmídias News**, Campo Grande, 06 de mar de 2023. Disponível em <https://www.topmidianews.com.br/campo-grande/sem-ventilador-nem-janela-corredor-de-upa-vira-forno-para-pacientes/180554/> . Acesso em 08 de mar de 2023.

SOUZA, Fernando de Jesus; RIBEIRO, Tiago Nery. As Simulações Educacionais no Ensino de Física: Aplicando Uma UEPS Sobre a Primeira Lei da Termodinâmica Utilizando a Abordagem POE. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 1, 2024.

SOLINO, Ana Paula; SASSERON, Lúcia Helena. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, p. 97-114, 2015.

VENTURINE, C. A Primeira REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O DESENVOLVIMENTO. 2014. Tese (Doutorado) - Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física, **Universidade Federal do Espírito Santo**, Vitória, p. 13-14(ANEXO), 2014.

## ANEXOS

### ANEXO A - CORDÉIS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS

#### CORDEL 1

No sertão nordestino, onde o sol brilha sem parar,  
Vou contar a história de um calor de arrepiar,  
É a diferença de Celsius e Fahrenheit que vou desvendar,  
Num cordel poético, é hora de se encantar!

No reino das temperaturas, um duelo a se travar,  
Celsius e Fahrenheit, juntos a disputar,  
Mas qual deles é maior? Vamos investigar,  
Preste atenção, amigo, que vou lhe explicar.

O sertanejo curioso, seu chapéu a girar,  
Perguntou a um sábio, que soube explicar,  
Para converter de um ao outro, é fácil de operar,  
Use a fórmula mágica, você vai compreender!

Celsius para Fahrenheit, a conta é multiplicar,  
Por nove, depois dividir por cinco, a calcular,  
E mais trinta e dois, não pode esquecer,  
Assim, a conversão é fácil de resolver!

Celsius é métrico, da Europa a emanar,  
Zero graus é o ponto em que a água vai congelar,  
Cem graus é o calor intenso, a nos fazer suar,  
Mas como se relacionam na escala Fahrenheit, a meditar?

Então, se faz calor no Sertão, 40 graus a indicar,  
Convertendo para Fahrenheit, é 104 a brilhar,  
Agora você sabe, amigo, sem errar,  
Como calcular a variação de calor, é só se ligar!

Lembre-se sempre, com ou sem neblina,  
Celsius ou Fahrenheit, a temperatura é divina,  
No calor ou no frio, a ciência nos ilumina,  
E o sertão nordestino, com sua cultura genuína.

Ainda não acabou, temos algo ainda a resolver  
Dilatação ainda vamos aprender

A dilatação é um fenômeno singular,  
Na física, tema a se estudar,  
É essencial compreender, afinal,  
Para resolver enigmas de forma exemplar.

A dilatação linear, pra começar,  
É o fenômeno que ocorre, sem parar,  
Quando o corpo esquenta, sem cessar,  
Se expande e aumenta o seu lugar.

Imagine um trilho de ferro, a brilhar,  
Sob o sol escaldante a se alastrar,  
Ele cresce, se estica, pode acreditar,  
A temperatura faz o ferro se alongar.

Mas a dilatação volumétrica, meu patrão,  
É um segredo que merece atenção,  
Os líquidos e gases, em expansão,  
Quando o calor chega, é uma lição.

Agora, meu amigo, concluo o cordel,  
Espero que tenha sido um relato fiel,  
No calor nordestino a se expandir,  
Conclui os conceitos retratados aqui!

## **DILATAÇÃO NO MUNDO DA FÍSICA**

Na terra, o calor, a frieza a espreitar,  
A dilatação térmica, vou te explicar,  
Quando aquece, a matéria estende-se a esmo,  
E quando esfria, encolhe, fica a seu modo.

Os sólidos são os primeiros a mostrar,  
Sua dilatação quando o calor a esquentar,  
As partículas dançam, vibram com fervor,  
E o comprimento aumenta, é o seu valor.

Mas os líquidos também não ficam atrás,  
Se esquentar, verás, eles se esticarão mais,  
A densidade diminui, é fácil perceber,  
Com a dilatação térmica, é o que se quer.

Já os gases, ah, são os mais expansivos,  
Se aquecer, ficam bem mais atrativos,  
Seu volume cresce, não têm contenção,  
Assim é a dilatação, sem limitação.

É importante saber desse fenômeno,  
Em construções, em tudo que é pequeno,  
Pois com a mudança de temperatura a brincar,  
A dilatação térmica pode estruturas afetar.

Assim, na ciência, a dilatação é lei,  
Entender seu efeito é o que farei,  
Para que na vida, com sabedoria, possamos usar,  
A magia do calor, sem nos queimar.

## **DILATAÇÃO COM SÓLIDOS**

No sertão nordestino,  
O sol brilha ardente e forte,  
Assim as escalas termométricas,  
Medem calor com suporte.

De Celsius a Fahrenheit,  
E Kelvin, com precisão,  
Registram variações térmicas,  
Com exata proporção.

Com dilatação dos sólidos,  
O calor traz expansão,  
Muda o tamanho e a forma,  
Na busca da solução.

Já nos líquidos a dilatação,  
Segue leis de expansão,  
Com aumento de temperatura,  
Ganham espaço em amplitude.

Assim na física se vê,  
Neste enredo a se contar,  
Como o calor molda o mundo,  
Neste eterno se transformar.

## **Cordel 2**

No sertão do conhecimento,  
Vou contar um cordel bonito,  
Sobre a dilatação dos sólidos,  
Um tema que é infinito.

Primeiro, a dilatação linear,  
Ocorre em um único sentido,

Quando um sólido se expande,  
E o comprimento é estendido.

A dilatação superficial,  
É na área que se manifesta,  
Quando a superfície se alarga,  
E a forma do sólido se empresta.

Já a dilatação volumétrica,  
Afeta o corpo como um todo,  
Quando o volume aumenta,  
É um fenômeno bem sodo.

E não podemos esquecer,  
Da dilatação dos líquidos também,  
Quando a temperatura sobe,  
Eles se expandem além.

Assim termina meu cordel,  
Sobre a dilatação dos sólidos no ar,  
Espero que tenha aprendido,  
E possa esse conhecimento compartilhar.

### **Cordel 3**

Quando o sólido aquece, ele se expande,  
As partículas se agitam com fervor,  
Aumenta o espaço entre elas, entende,  
A dilatação dos sólidos com calor.

Os átomos se afastam, é um processo,  
Dilatando em comprimento, bem preciso,  
Medido em coeficiente de expansão, confesso,  
Varia de material para material, é o aviso.

Mas quando o frio volta a dominar,  
O sólido se contrai, reduz seu tamanho,  
É uma dança térmica que não para de girar,  
Na dilatação dos sólidos, há muito enigma.

Assim, a dilatação é fenômeno real,  
Que na natureza se manifesta sem parar,  
Nos objetos, estruturas e em todo local,  
A física nos ensina, é preciso compreender.

#### **Cordel 4**

Nas terras do saber, vou contar a história,  
De escalas e dilatação, um cordel de glória.  
A termodinâmica, ciência a brilhar,  
Nos segredos do calor, vamos mergulhar.

Primeiro, as escalas, vamos entender,  
Kelvin, Celsius, Fahrenheit, você vai ver.  
Do zero absoluto até o ponto de ebulição,  
Medimos temperaturas com precisão.

Na escala Kelvin, o zero é absoluto, congelante,  
Onde nada se mexe, o frio é penetrante.  
Já a Celsius, a água congela a zero graus,  
E ferve a cem, são marcas que não são maus.

Fahrenheit, de outra terra distante,  
Com água a congelar em trinta e dois instante,  
E em duzentos e doze a água se agita,  
Na fervura, seu ponto, para quem acredita.

A dilatação linear, um mistério a desvendar,  
Quando o metal esquenta, começa a se alongar.

Ponte e trilhos de trem, sob o sol a brilhar,  
Dilatam e se contraem, é preciso calcular.

E a dilatação de líquidos, não deixe de lembrar,  
A água, quando aquecida, nos faz questionar.  
A quatro graus Celsius, um ponto especial a notar,  
Seu volume não muda, é incrível de se encontrar.

Neste cordel, busquei lhe instruir,  
Sobre termodinâmica, para a mente abrir.  
Escalas, dilatação, mistérios a explorar,  
Na ciência e na vida, sempre a aprender a brilhar.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - PRODUTO

# UEPS NO ENSINO DE FÍSICA

TERMOLOGIA



VINICIUS FREITAS - ÉRICA GOMES - DANILO OLIVIER

MARCOS VINICIUS VASCONCELOS FREITAS  
ÉRICA CUPERTINO GOMES  
DANILO DA SILVA OLIVIER

**UEPS NO ENSINO DE FÍSICA:  
TERMOLOGIA**

1ª Edição

Araguaína – TO  
ECG  
2025

1ª Edição - 2025

ISBN 978-65-01-33152-2

---

Ficha Catalográfica

---

Freitas, Marcos Vinicius Vasconcelos, Gomes, Érica Cupertino e Olivier, Danilo da Silva  
UEPS no Ensino de Física: Termologia / Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas, Érica Cupertino  
Gomes e Danilo da Silva Olivier  
1ª edição  
Araguaína: Editora ECG, 2025.

Bibliografia  
ISBN 978-65-01-33152-2

Conteúdo: Física

---

1. Ensino de Física 2. Termologia 3. Propagação de Calor 4. UEPS I. Título.

---

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Física 530

Esse livro foi desenvolvido para o ensino de Termometria, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na metodologia de Sequência de Ensino Investigativo (SEI). A UEPS desenvolvida em forma de e-book tem o objetivo de proporcionar aos professores um recurso eficaz e acessível para o ensino desse conteúdo, facilitando a compreensão gradual e clara dos conceitos de Termometria. As UEPS são sequências teóricas, voltadas para uma aprendizagem significativa e ativa, que incentivam a pesquisa aplicada diretamente no ambiente escolar. Este material foi estruturado para oferecer atividades didáticas prontas para uso em sala de aula, ajudando na superação dos desafios educacionais diários e promovendo o sucesso no ensino de conceitos de Física.

Idealizado durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), a sequência didática visa auxiliar os professores, considerando as limitações do tempo de planejamento e a sobrecarga da rotina pedagógica. A proposta busca suprir a necessidade de metodologias inovadoras, permitindo que os docentes apliquem a Termometria de forma eficiente, sem grandes dificuldades.



# APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a), nossos cumprimentos!

Você está tendo acesso ao material que foi idealizado como produto no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) polo Araguaína. Sabemos dos desafios diários em sala de aula e da necessidade do professor estar constantemente se atualizando e trazendo novas metodologias para que a aprendizagem seja efetivada. A falta de tempo para planejamento e estudo, somada com a correria diária da profissão, são empecilhos que dificultam o acesso e aplicação de aulas didáticas.

Pensando em lhe proporcionar um leque de atividades para serem incrementadas em sua atuação, criamos essa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como forma de lhe auxiliar nos tópicos de ensino da Termometria.



## O QUE SÃO UEPS?

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula (MOREIRA, 2011).

A partir dessa sequência didática você conseguirá abordar os tópicos da Termometria de forma clara e gradativa. Todas as atividades foram pensadas de forma que você consiga aplicá-las sem grandes dificuldades. Esperamos que obtenha êxito em sua aplicação.

Cordialmente,  
Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas  
Érica Cupertino Gomes  
Danilo da Silva Olivier



# SUMÁRIO

Conhecendo o Ebook	08
BNCC	10
Situação inicial	11
Progressão da situação inicial	12
Experimento	13
Aprofundamento	14
Atividade de aprofundamento	14
Sugestão ao professor	15
Retomada	16
Mapa Mental	16
Nova situação-problema	17
Revisão	18
Condução	19
Experimento	20
Correntes de convecção	21
Progressão	21
Radiação	22
Situação-problema	23
Criando escalas de temperatura	24
Aprofundamento	25
Dilatação dos sólidos	26
Dilatação volumétrica	27
Literatura de cordel	28



# CONHECENDO O EBOOK

Professor, as atividades estão divididas por conteúdo. Para melhor compreensão do nosso Ebook listamos algumas imagens e códigos:

**QR code:** Aponte sua câmera e será direcionado para assuntos relacionados.

**Link:** Basta um click e pronto, você será direcionado para uma nova página com materiais relacionados ao que você está abordando.

A seguir você terá acesso aos símbolos que facilitarão o uso deste produto.

**Exercícios:**



**Debate em sala:**



**Atividades em grupo:**



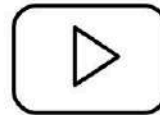
**Atividade individual**



**Auxílio ao professor:**



**Vídeo do YouTube:**



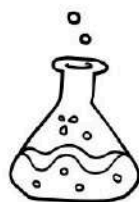
**Situação-problema**



**Atividade para casa**



**Atividade experimental**



**Explicação do professor**



Este alvo e flecha indicam as competências e habilidades de acordo com a BNCC



# BNCC

Nossas atividades são baseadas na Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Em cada novo bloco de ações você terá acesso a uma competência específica e a habilidade.

Para recapitular, visite o documento:

<https://abre.ai/ioA0>





# SITUAÇÃO INICIAL

Leitura da notícia: "CRISE CLIMÁTICA ESTÁ IMPACTANDO O SEXO BIOLÓGICO DE TARTARUGAS BEBÊS, DIZEM CIENTISTAS" (Anexo A)



**Sugestão:** Peça aos estudantes para destacarem no texto as palavras que eles relacionam com a termometria.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT303)



## PROGRESSÃO DA SITUAÇÃO INICIAL

Escolha um ou mais alunos, chame-os para frente e realize a experimentação como está descrito na página 13.



**Sugestão:** Após o experimento, realize os seguintes questionamentos:

- Qual a sensação você sentiu em cada uma das mãos?
- Quando você colocou a mão na água com gelo, ela forneceu ou cedeu calor? E na água morna?
- Qual a sensação ao colocar as mãos na água em temperatura ambiente?



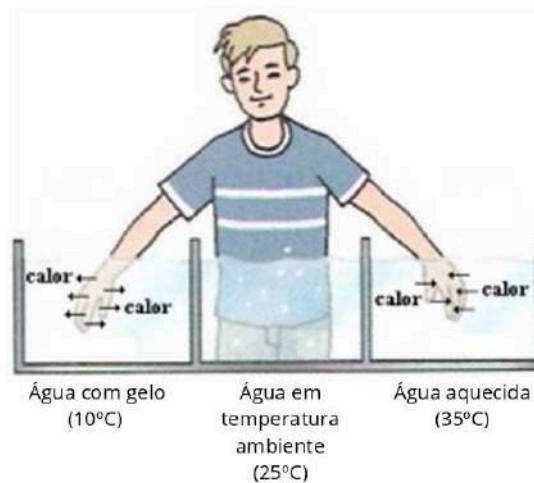
Competência 02  
Habilidade  
(EM13CNT205)





# EXPERIMENTO

Para o experimento você precisará de três recipientes contendo água. Um deles com água aquecida ( $35^{\circ}\text{C}$ ), outro com água e gelo e o último, com água a temperatura ambiente. O aluno deve colocar uma das mãos dentro do recipiente com água aquecida e a outra na água com gelo, aguardar um tempo e depois colocar as mãos no recipiente do meio (água em temperatura ambiente). A partir disso, realize as indagações sugeridas na descrição da atividade.



## APROFUNDAMENTO

Com o auxílio de um pirômetro solicite que cada grupo realize medições de temperatura no recipiente com água morna e com o de água com gelo. Solicite o registro do horário e da temperatura.



## ATIVIDADE DE PROFUNDAMENTO

Gráficos da temperatura versus tempo deverão ser criados a partir dos dados coletados. Depois do tempo estipulado por você, solicite que os grupos apresentem os resultados encontrados em seus gráficos. Peça que eles expliquem o gráfico para a turma.



**Sugestão:** Utilize o modelo de gráfico da página 15 para construir seus gráficos.

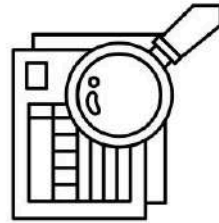
Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT302)



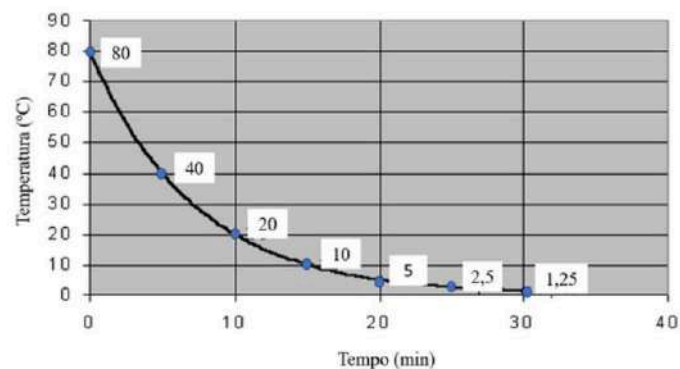
# SUGESTÃO AO PROFESSOR

Abaixo você tem acesso a um vídeo de como criar esse tipo de gráfico, bem como um modelo que pode ser sugerido aos alunos.

<https://abre.ai/isV7>



TEMPERATURA EM FUNÇÃO DO TEMPO



## RETOMADA

Instigue os alunos a debater a relação entre o texto lido inicialmente (Anexo A) e o experimento observado. Peça que eles tragam as palavras que foram destacadas na notícia e use-as para conectar com o experimento de medição de temperaturas. (Espera-se que eles mencionem as mudanças ocorridas na temperatura)



## MAPA MENTAL

- Levante palavras/frases que os alunos captaram até o momento.
- Coloque-as no quadro.
- Solicite a criação de mapas conceituais a partir das palavras mencionadas.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT302)



## NOVA SITUAÇÃO- PROBLEMA

Para essa atividade entregue para os estudantes o texto do Anexo B com a notícia: "SEM VENTILADOR NEM JANELA, CORREDOR DE UPA VIRA 'FORNO' PARA PACIENTES NA GUAICURUS"



De que forma os ventiladores proporcionam bem estar em ambientes com temperatura elevada?



**Sugestão:** Solicite que os estudantes escrevam em uma folha as possíveis respostas para essa indagação. Em seguida recolha as atividades.

Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT308)





# REVISÃO

O professor deve realizar uma revisão do que foi estudado nas últimas aulas. De forma oral o docente deve questionar os estudantes sobre a diferença entre calor, temperatura e sensação térmica.

**Sugestão:** Encaminhe para casa o texto que está no Anexo C: "Comentários do prof. Alexandre Medeiros no Facebook". Espera-se que os estudantes intensifiquem seus conhecimentos e realizem pesquisas.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT303)



# CONDUÇÃO

Realize os experimentos de condução (página 20) de forma simultânea (Com a barra de ferro e cobre) para que os estudantes consigam fazer observações nas duas situações.



·Por quê os cliques caíram?

·O que influenciou no experimento ao ser realizado com a barra de ferro e com a barra de cobre?

A partir dessas perguntas, prossiga e explique o processo de condução.



Competência 02  
Habilidade  
(EM13CNT205)





20

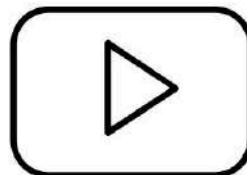
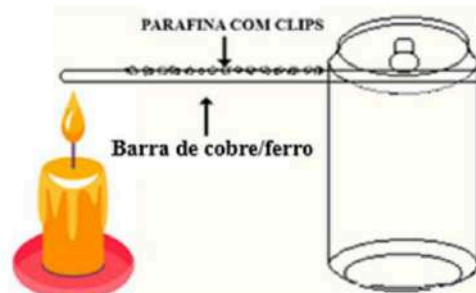
EXPERIMENTO

**Material utilizado:**

- Barra de cobre e ferro;
- Vela e isqueiro/fósforo;
- Prego e martelo (para furar a lata);
- Areia (Para colocar dentro da lata e dar firmeza)
- Clipes/alfinetes.

**Montagem:**

1. Fure a lata na parte superior utilizando o prego e martelo;
2. Coloque areia em ambas as latas;
3. Passe a barra de cobre na primeira lata e a barra de ferro na segunda;
4. Derreta a parafina nas barras colocando o clipe/alfinete com espaçamentos regulares.



<https://abre.ai/propagacaocalor>

## CORRENTES DE CONVECÇÃO

Utilize as três imagens do Anexo D como base para sua aula sobre convecção. solicite que em grupos os estudantes respondam a pergunta: "O que as imagens tem em comum?"



**Sugestão:** Destine 05 minutos para que os alunos conversem entre si e formulem suas hipóteses.

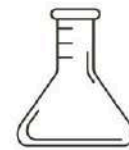
## PROGRESSÃO

Em seguida traga a discussão para toda a turma e prossiga com a explanação sobre o tema. Explique o que são as correntes de convecção e retome o assunto sobre condução para que os alunos notem a diferença entre os termos.



# RADIAÇÃO

Para essa atividade você irá precisar de duas latas (Uma pintada de branco e outra de preto), leve-as para a sala de aula e peça que os estudantes façam a medição das temperaturas com o auxílio de um pirômetro.



Em seguida, leve as latas para a área externa da escola de modo que elas fiquem expostas ao sol. Deixe-as nesse local por dez minutos.



**Sugestão:** Enquanto as latas ficam expostas ao sol, prossiga seu conteúdo, explique o conceito de radiação e aplique a atividade proposta na página 23.

Competência 02  
Habilidade  
(EM13CNT205)



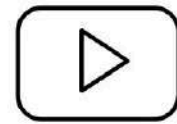
# SITUAÇÃO-PROBLEMA

Apresente o vídeo abaixo para a turma. Trata-se de uma reportagem intitulada:

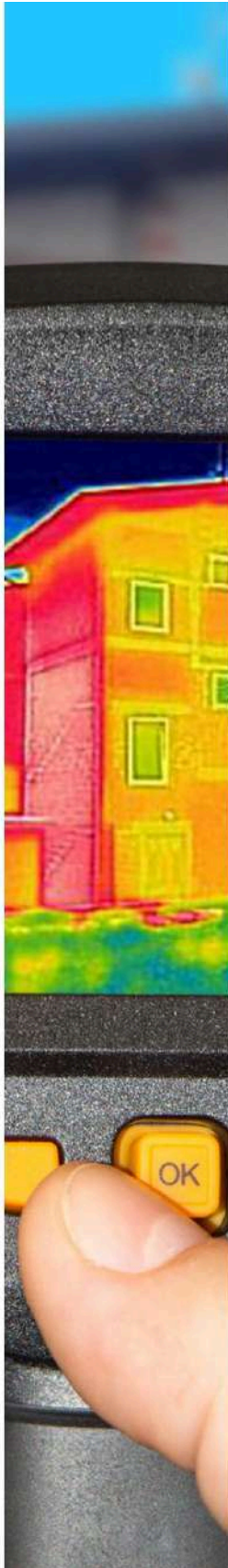
“CÂMERA TÉRMICA MONITORA PASSAGEIROS DO AEROPORTO DE FORTALEZA”

<https://abre.ai/iwLT>

Inicie o debate e peça que os estudantes tragam possíveis explicações para o funcionamento desse tipo de câmera. Use o debate para explicar o conceito de radiação. Posteriormente, busque as latas que foram deixadas expostas ao sol, verifique as temperaturas e explique as diferenças de temperaturas com base nas cores.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT308)



# CRIANDO ESCALAS DE TEMPERATURA



O professor deverá explicar para a turma como são construídas as escalas termométricas. De início ensine como fazer a conversão da escala Celsius para Fahrenheit.



Solicite que os estudantes leiam o texto do anexo E e encontrem as fórmulas de conversão das escalas presentes, inclusive a escala de Olaf Romer.

Mostre para a turma as fórmulas, peça que comparem as respostas e faça a correção no quadro.

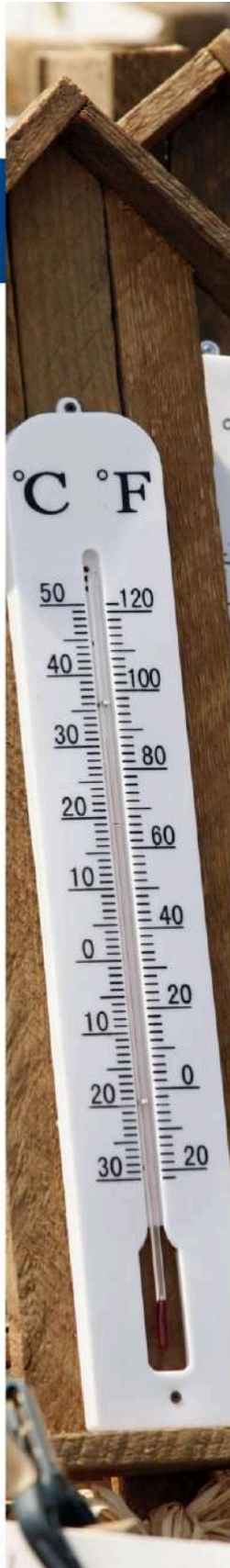
Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT301)



## APROFUNDAMENTO

Solicite que os estudantes criem e apresentem uma nova escala de temperatura.

Use a lista de exercícios (anexo F) faça a resolução de algumas questões e solicite que os alunos resolvam no caderno. Realize a correção dessa atividade.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT301)



# DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS

Mostre a tirinha abaixo para a turma e solicite que formulem explicações para a situação descrita.



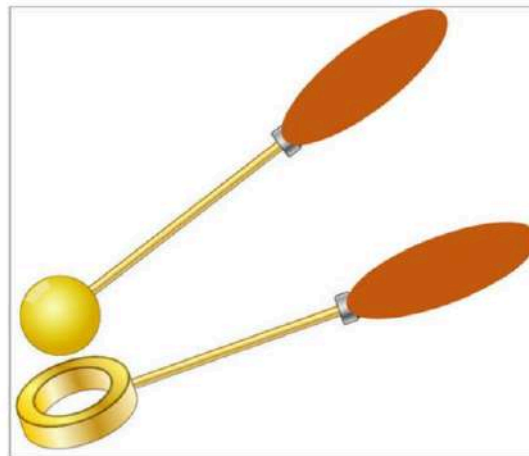
A partir da tirinha, inicie o debate sobre as dilatações e faça o aprofundamento no quadro das dilatações linear e superficial.

Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT303)



# DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA

Apresente para a turma um experimento de dilatação volumétrica como o da figura abaixo.



Solicite que a turma elabore explicações para o experimento apresentado. Em seguida, aplique a lista de exercícios que está no Anexo G.



Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT205)



# \*CORDELS\*

## LITERATURA DE CORDEL

Para a atividade final conte com o auxílio da professora de Língua Portuguesa para dar uma aula sobre literatura de cordel. Em seguida, solicite que a turma crie seus próprios cordéis com os assuntos estudados.

Aborde os trabalhos do poeta cearense Patativa do Assaré.



Caso queira aprofundar-se na vida do cordelista mencionado, assista ao documentário clicando no link abaixo, ou por meio do QRcode ao lado:

<https://abre.ai/ji7b>

Competência 03  
Habilidade  
(EM13CNT302)





# ANEXOS



## ANEXO A - NOTÍCIA 1<sup>3</sup>

### CRISE CLIMÁTICA ESTÁ IMPACTANDO O SEXO BIOLÓGICO DE TARTARUGAS BEBÊS, DIZEM CIENTISTAS

As tartarugas marinhas da Flórida estão enfrentando um problema único agravado pela mudança climática: as recentes ondas de calor fizeram com que a areia de algumas praias ficasse tão quente que quase todas as tartarugas nascidas eram fêmeas.

“O assustador é que os últimos quatro verões na Flórida foram os verões mais quentes já registrados”, disse Bette Zirkelbach, gerente do Turtle Hospital em Marathon, uma cidade nas Florida Keys, que é uma cadeia de ilhas tropicais que se estende desde o sul fim do estado.

“Cientistas que estão estudando filhotes e ovos de tartarugas marinhas não encontraram machos, então apenas tartarugas marinhas fêmeas nos últimos quatro anos”, disse Zirkelbach, cujo centro de tartarugas opera desde 1986.

A tendência é apenas um dos muitos sinais de que a crise climática está interferindo nos ecossistemas naturais da Terra, avançando rápido demais para que muitas espécies se adaptem.

Quando uma tartaruga fêmea cava um ninho na praia, a temperatura da areia determina o sexo dos filhotes. Zirkelbach disse que um estudo australiano mostrou estatísticas semelhantes — “99% dos novos bebês de tartarugas marinhas são do sexo feminino”.

Em vez de determinar o sexo durante a fertilização, o sexo das tartarugas marinhas e dos jacarés depende da temperatura dos ovos em desenvolvimento, de acordo com a Administração Nacional Oceanográfica Atmosférica (NOAA).

Se os ovos de uma tartaruga incubarem abaixo 27,7°C, os filhotes de tartaruga serão machos, enquanto se incubarem acima de 31°C, serão fêmeas, de acordo com o site do Serviço Nacional do Oceano da (NOAA).

“Ao longo dos anos, você verá um declínio acentuado em sua população porque simplesmente não temos a diversidade genética”, disse Melissa Rosales Rodriguez, cuidadora de tartarugas marinhas do recém-inaugurado hospital de tartarugas no zoológico de Miami

“Não temos a proporção macho-fêmea necessária para podermos ter sessões de reprodução bem sucedidas”.

Os dois hospitais de tartarugas também estão lutando contra tumores em tartarugas

---

<sup>3</sup> CRISE climática está impactando o sexo biológico de tartarugas bebês, dizem cientistas. CNN Brasil, 04 de ago. de 2022. Disponível em < <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/crise-climatica-esta-impactando-o-sexo-biologico-de-tartarugas-bebes-dizem-cientistas/>> Acesso em 02 de mar. de 2023.

conhecidos como fibropapilomatose, também conhecida como FP. Esses tumores são contagiosos para outras tartarugas e podem causar a morte se não forem tratados.

Com o clima afetando o futuro das tartarugas e a doença sendo tão difundida, Zirkelbach vê a necessidade de salvar todas as tartarugas que puder e abrir mais centros de reabilitação.

“O Turtle Hospital foi o primeiro. Mas, infelizmente e felizmente, há uma necessidade em toda a Flórida.”

## ANEXO B - NOTÍCIA 2<sup>4</sup>

### SEM VENTILADOR NEM JANELA, CORREDOR DE UPA VIRA 'FORNO' PARA PACIENTES NA GUAICURUS

Climatempo diz que sensação térmica é de 34° C na tarde desta segunda-feira. Pacientes da UPA Universitário, reclamam da falta de ventilação na unidade, na tarde desta segunda-feira (6), na Avenida Guaicurus, em Campo Grande.

Sem janelas, o ambiente se torna um “forno”, no dia que a sensação térmica é de 34° C. Um contribuinte relatou que, em um dos ambientes, onde os pacientes esperam, próximo às portas dos consultórios, faltam dois ventiladores. Nesse local, não há janelas ou qualquer outra abertura, somente uma “parede de vidro”. "Coitada das crianças", exclamou o homem, dizendo que as crianças são as que mais sentem agonia com o forte calor.

Conforme imagem registrada pelo leitor, o ambiente está cheio de crianças, já que tem dois pediatras atendendo. O site Climatempo aponta que a temperatura máxima, por volta das 16h30, está em 31° C. No entanto, a sensação térmica é de 34° C.

Entramos em contato com a Secretaria Municipal de Saúde. A resposta foi a seguinte: "... houve um problema no ventilador da ala de pediatria. Já foi solicitada a manutenção dos equipamentos. Na recepção geral os ventiladores estão funcionando normalmente", diz um trecho da resposta. Em outra parte, a Sesau informa que todas as unidades de urgência e emergência, estão dentro de um cronograma de reforma "que prevê também o redimensionamento da parte elétrica, sendo possível a substituição dos ventiladores por aparelhos de ar-condicionado".

---

<sup>4</sup> SOUSA, Thiago. Topmídias News, Campo Grande, 06 de mar de 2023. Disponível em <https://www.topmedianews.com.br/campo-grande/sem-ventilador-nem-janela-corredor-de-upa-vira-forno-para-pacientes/180554/>. Acesso em 08 de mar de 2023.

## **ANEXO C - COMENTÁRIOS DO PROF. ALEXANDRE MEDEIROS NO FACEBOOK<sup>5</sup>**

Para início de conversa cabe notar que enquanto a TEMPERATURA é uma GRANDEZA FÍSICA objetiva, ou seja, que pode ser medida e comparada rigorosamente por distintos instrumentos, a SENSACÃO TÉRMICA é apenas algo subjetivo, na verdade um construto neurofisiológico. Ela não deve ser confundida com a simples avaliação humana sem instrumentos (e, portanto imprecisa) da temperatura. Ela é bem mais do que isso.

Vamos aos fatos: Embora a sensação térmica seja normalmente referida em graus Celsius, como uma temperatura qualquer, ela NÃO é exatamente a mesma coisa de uma temperatura; ela é algo bem mais complexo, pois corresponde à percepção subjetiva da temperatura ambiente que DEPENDE DE VÁRIOS FATORES e VARIA DE INDIVÍDUO PARA INDIVÍDUO, de MOMENTO PARA MOMENTO e de LUGAR PARA LUGAR em um mesmo ambiente.

A SENSACÃO TÉRMICA é influenciada por um enorme conjunto de fatores, alguns objetivos como a velocidade do vento, a condutividade térmica de certos materiais e por outros tantos fatores subjetivos, como as distintas sensibilidades dos seres humanos às variações de temperatura.

Rigorosamente falando, portanto, a sensação térmica NÃO pode ser medida como uma grandeza física objetiva; entretanto o seu conceito continua sendo de fundamental importância, pois o que os termômetros marcam em um ambiente pode ser muito diferente do que os seres humanos sentem no mesmo.

A ideia de se referir a algo como a sensação térmica nasceu na Segunda Guerra Mundial quando os soldados na campanha na Rússia experimentavam sensações extremas ligadas ao transferência do calor e que não era bem descritas simplesmente pelas informações dos termômetros. A VELOCIDADE DO VENTO, em especial, era um fator a ser considerado nas referidas avaliações devido à retirada do calor da pele dos indivíduos por CONVECÇÃO que influenciava decisivamente na taxa de EVAPORAÇÃO.

Com tais informações, o exército americano adotou um parâmetro ao qual denominou de ÍNDICE DE SENSACÃO TÉRMICA que levava em conta a VELOCIDADE DO VENTO e apenas a velocidade do vento como fator adicional a ser avaliado em conjunto com a temperatura ambiente. O que se queria era transmitir a ideia de como a referida velocidade

---

<sup>5</sup> Sensação térmica x temperatura ambiente. Cref, 27 de dez de 2012. Comentários do prof. Alexandre Medeiros no Facebook. Disponível em: < <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=sensacao-termica-x-temperatura-ambiente> >. Acesso em: 04 de mar de 2023.

poderia afetar as sensações térmicas; mas NÃO garantir que tal informação seria A SENSACÃO TÉRMICA por completo, pois esta permanece sendo algo subjetivo e, portanto impossível de ser medido de forma objetiva como algo válido para todos os indivíduos em um certo local e momento.

Quando os noticiários, portanto, se referem usualmente à SENSACÃO TÉRMICA, eles estão na verdade se referindo apenas e simplificadaamente ao ÍNDICE DE SENSACÃO TÉRMICA, algo objetivo e que leva em conta apenas parte (velocidade do vento) que influencia a bem complexa e subjetiva noção de sensação térmica como um todo.

Quanto ao estabelecimento dos índices de sensação térmica a abordagem é empírica, não envolvendo demonstrações matemáticas decorrentes de teorias mais gerais como estamos acostumados em muitos casos. Há pelo menos cinco diferentes índices; o mais usado deles sendo o WCI (Wind Chill Index). Recorre-se frequentemente, na prática, mais às tabelas dos dados coletados do que às fórmulas que as aproximem. Vejam, por exemplo: <http://www.ilo.org/oshenc/part-vi/heat-and-cold/item/719-cold-indices-and-standards>.

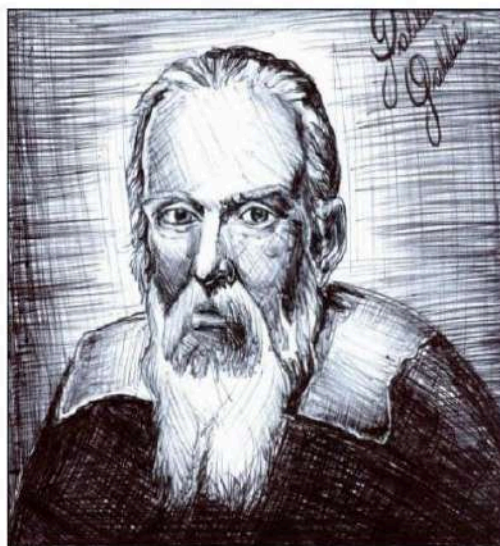
Para um ótimo retrospecto do tema em foco vejam o artigo “The Basis of Wind Chill” escrito por RANDALL OSCZEVSKI na revista ARCTIC, Vol. 48, N. 4, DECEMBER 1995, pp. 372–382. <http://arctic.synergiesprairies.ca/arctic/index.php/arctic/article/view/1262>.

**ANEXO D - IMAGENS SEM COPYRIGHT UTILIZADAS**

## ANEXO E - TEXTO “A REVOLUÇÃO DO CONCEITO DE TEMPERATURA”<sup>6</sup>

O conceito de temperatura como conhecemos hoje (resultado do movimento de partículas de um corpo) só foi concebido em meados do século XX. Até o final do século XVI existia, apenas, o conceito de quente e frio. A partir daí, e durante muito tempo, vários cientistas se dedicaram a quantificar essas sensações, sem se preocupar em definir o que realmente é a temperatura.

Galileu foi um dos primeiros a realizar experiências que pudessem quantificar essas sensações usando o princípio de o ar se expandir ao ser aquecido. Esse princípio havia sido descoberto por volta de 100 a.C. mas nunca havia sido aplicado.



Galileu Galilei

Com o desenvolvimento da técnica de soprar vidro, começou-se um processo de aperfeiçoamento dos termômetros e Ferdinando II, o Grão Duque da Toscana, por volta de 1640 construiu um termômetro, baseado em álcool dentro de um tubo de vidro selado. A partir daí, foram várias as tentativas de padronizar os valores que eram marcados em cada termômetro e, assim, foram surgindo várias escalas termométricas.



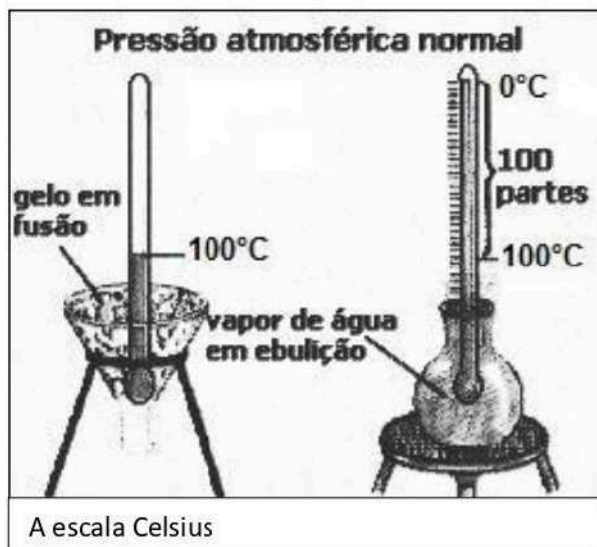
Pontos de fusão e ebulição da água

Foi Newton quem primeiro sugeriu a utilização de dois pontos de referência. Porém, naquela época não existia razão para acreditar que a água tivesse propriedades especiais que pudessem ser reproduzidas e, mesmo se tivesse, não se encontrava gelo durante o ano inteiro. Assim, no início usou-se pontos subjetivos como “a temperatura do corpo humano”, “o frio do inverno mais severo” ou “o ponto do derretimento da manteiga”. Somente no final do século XVII os pontos de fusão e ebulição da água começaram a ser difundidos. Dessa forma, várias escalas foram surgindo, adotando pontos de referência totalmente arbitrários. No início do século XVIII existiam mais de 35 escalas.

O astrônomo dinamarquês Olaf Romer, acostumando a fazer medições utilizando o sistema sexagesimal (baseado em 60 unidades) atribuiu os valores de 0° e 60° aos pontos de fusão e ebulição da água, respectivamente. Como estava preocupado em realizar medidas da temperatura da atmosfera, posteriormente ele resolveu atribuir o valor da menor temperatura medida em sua cidade como sendo o 0°. Assim, a temperatura de fusão da água passou para 7,5° e o de ebulição para 52,5°. Tentando tornar os cálculos mais fáceis, atribuiu o valor de 8° para a temperatura de fusão da água e 53° para a temperatura de ebulição.

<sup>6</sup> VENTURINE, C. A Primeira REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O DESENVOLVIMENTO. 2014. Tese (Doutorado) - Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, p. 13-14(anexo), 2014.

Após passar uma temporada de estudos com Romer, o físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit aprendeu muito sobre a construção de termômetros e aprimorou o termômetro de Romer, realizando medidas quatro vezes mais precisas. Assim, para tornar os valores medidos em números inteiros, multiplicou por quatro os valores dos pontos de fusão e ebulição da água, dividindo o intervalo entre eles em 180 partes. Até hoje essa escala é muito utilizada em países de língua inglesa, adotando os valores de  $32^{\circ}\text{F}$  e de  $212^{\circ}\text{F}$  para os pontos de fusão e ebulição da água, respectivamente.



A escala mais conhecida atualmente em nosso país (e também a mais usada no mundo), a Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), foi concebida por volta de 1740 pelo astrônomo sueco Anders Celsius que, visando construir uma escala centesimal (baseada em 100 unidades) deu os valores de  $100^{\circ}\text{C}$  e  $0^{\circ}\text{C}$  aos pontos de fusão e ebulição da água, respectivamente, e dividiu o intervalo em 100 partes. Posteriormente, devido às sugestões dos construtores dos termômetros, ele inverteu esses valores.

A escala mais utilizada em trabalhos científicos, é a escala Kelvin. Esta escala também é chamada de escala absoluta pois o valor expressado nesta escala está diretamente ligado ao movimento das moléculas do corpo (ou gás) do qual se pretende medir a temperatura. Ela foi criada por William Thomson (também conhecido como Lorde Kelvin) após estudar o comportamento dos gases. Nesta escala, o valor  $0\text{k}$ , correspondente ao estado em que as moléculas do corpo estariam em total repouso, e equivale aproximadamente  $-273^{\circ}\text{C}$ . Assim, a temperatura de fusão da água corresponde à  $273\text{k}$  e a temperatura de ebulição corresponde à  $373\text{k}$ .

Assim, podemos estabelecer relações entre todas as escalas, de modo à poder comparar os valores medidos em cada uma delas.

**ANEXO F - LISTA DE EXERCÍCIOS 1 SOBRE ESCALAS TERMOMÉTRICAS<sup>7</sup>**

1) Uma panela com água é aquecida de 20°C para 80°C. A variação de temperatura sofrida nessa escala é:

- a) 32°C
- b) 60 °C
- c) 57 °C
- d) 99 °C

2) Nos noticiários, grande parte dos apresentadores da previsão do tempo expressam, erroneamente, a unidade de temperatura em graus centígrados. A maneira de expressar corretamente essa unidade é:

- a) Celsius, pois não se deve citar os graus.
- b) graus Kelvin, pois é a unidade do sistema internacional.
- c) Centígrados, pois não se deve citar os graus.
- d) graus Celsius, pois existem outras escalas em graus centígrados.

3) Numa cidade da Europa, no decorrer de um ano, a temperatura mais baixa no inverno foi 23 °F e a mais alta no verão foi 86 °F. A variação da temperatura, nessa cidade, foi de:

- a) 63oF
- b) 50oF
- b) 48oF
- e) 73oF

4) O conceito de temperatura está diretamente ligado a uma de nossas percepções sensoriais. Tal sentido é:

- a) tato
- b) visão
- c) gustação
- d) olfação

5) Um estudante observa que, em certo instante, a temperatura de um corpo, na escala Kelvin, é 235 K. Após 2 horas, esse estudante verifica que a temperatura desse corpo, mudou para 280 K. Nessas 2 horas, a variação da temperatura do corpo, foi de:

- a) 50 K

---

<sup>7</sup> QUARESMA, Bruno Medeiros. DYNAMIS: jogo de tabuleiro para introdução de termodinâmica no Ensino Médio. 2020.

- b) 35 K
- c) 45 K
- d) 30 K 98

6) Assinale a alternativa que define de forma correta o que é temperatura:

- a) É a energia que se transmite de um corpo a outro.
- b) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas de um corpo.
- c) Energia térmica em trânsito.
- d) É uma forma de calor.

7) Em um determinado dia, a temperatura mínima em Belo Horizonte foi de 15 °C e a máxima de 27 °C. A diferença entre essas temperaturas, é de:

- a) 40
- b) 55.
- c) 63.
- d) 12.

8) Qual instrumento é utilizado para aferir a temperatura corporal?

- a) Barômetro
- b) Termostato
- c) Termômetro
- d) Caleidoscópio

9) Podemos confiar em nosso senso de quente e frio?

- a) Podemos confiar plenamente em nosso tato para medir temperaturas.
- b) Em algumas situações, o senso comum mede com precisão a temperatura.
- c) O tato serve apenas como ponto de partida para avaliar temperaturas.
- d) O tato nunca deve ser usado para avaliar temperatura.

10) A parte da Física que estuda os fenômenos relativos ao calor é:

- a) Mecânica
- b) Óptica
- c) Eletromagnetismo
- d) Termologia

**ANEXO G - LISTA DE EXERCÍCIOS 2<sup>8</sup>**

01) A dilatação que se caracteriza pela variação do comprimento do corpo é:

- a) Volumétrica
- b) Linear
- c) Gasosa
- d) Superficial

02) A dilatação que se caracteriza pela variação da área superficial do corpo, chamamos de:

- a) Linear
- b) Volumétrica
- c) Vapor
- d) Superficial

03) A dilatação que se caracteriza pela variação do volume do corpo é denominada:

- a) Volumétrica
- b) Superficial
- c) Linear
- d) Comprimento

04) O comprimento de um fio de alumínio é de 40 m a 20 °C. Sabendo-se que o fio é aquecido até 60 °C e que o coeficiente de dilatação térmica linear do alumínio é  $22 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Determine a dilatação no fio.

- a)  $\Delta L = 0,0352 \text{ m}$
- b)  $\Delta L = 384 \text{ m}$
- c)  $\Delta L = 84 \text{ m}$
- d)  $\Delta L = 0,587 \text{ m}$

05) Uma barra de ferro tem comprimento 10 m a 0 °C. Sabendo que o coeficiente de dilatação linear do ferro é  $12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , e que a temperatura passou para 20 °C, calcule a dilatação sofrida pela barra.

- a)  $\Delta L = 40 \text{ m}$

---

<sup>8</sup> QUARESMA, Bruno Medeiros. DYNAMIS: jogo de tabuleiro para introdução de termometria no Ensino Médio. 2020.

b)  $\Delta L = 0,0384 \text{ m}$

c)  $\Delta L = 0,024 \text{ m}$

d)  $\Delta L = 0,22 \text{ m}$

06) Uma placa de alumínio tem área inicial de  $400 \text{ cm}^2$  à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , calcule a dilatação superficial da placa quando ela é submetida  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . ( $\beta_{\text{Al}} = 46 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )

a)  $\Delta S = 0,787 \text{ cm}^2$

b)  $\Delta S = 200 \text{ cm}^2$

c)  $\Delta S = 589 \text{ cm}^2$

d)  $\Delta S = 0,552 \text{ cm}^2$

07) Uma chapa tem área de  $2 \text{ m}^2$  a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Qual a dilatação superficial ao ser aquecida à  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , sabendo que  $\beta = 25 \cdot 10^{-8} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

a)  $\Delta \beta = 4000 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

b)  $\Delta \beta = 5000 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

c)  $\Delta \beta = 6000 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

d)  $\Delta \beta = 7000 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

08) Um bloco de alumínio tem área inicial de  $200 \text{ cm}^2$ , ao sofrer uma variação de temperatura sofre também uma dilatação superficial de  $\Delta S = 0,55 \text{ cm}^2$ . Determine a área final do bloco.

a)  $L_f = 200 \text{ m}^2$

b)  $L_f = 380 \text{ cm}^2$

c)  $L_f = 200,55 \text{ cm}^2$

d)  $L_f = 400,38 \text{ cm}^2$

09) Qual a área final de uma placa que inicialmente possui  $40 \text{ cm}^2$  e sofre uma variação superficial de  $0,096 \text{ cm}^2$ ?

a)  $L_f = 40,096 \text{ cm}^2$

b)  $L_f = 496 \text{ cm}^2$

c)  $L_f = 50,096 \text{ cm}^2$

d)  $L_f = 60,96 \text{ cm}^2$

10) O comprimento inicial de um fio de ferro é de 30 m, quando sofre uma variação de temperatura e conseqüentemente uma dilatação de 0,038 m. Qual o comprimento final desse fio:

a)  $L_f = 30,038 \text{ m}$

b)  $L_f = 38 \text{ m}$

c)  $L_f = 338 \text{ m}$

d)  $L_f = 40,038 \text{ m}$

## APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a ser voluntário(a) na pesquisa “Calor, temperatura e dilatação: Abordagem dos conceitos básicos da Termometria por meio da aplicação de UEPS”, que tem por objetivo analisar o potencial pedagógico de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como mecanismo para auxiliar o docente nas aulas.

Sua contribuição voluntária será por meio de sua participação nas aulas de Física e em responder os questionários impressos ou online. As aulas serão desenvolvidas pelo professor Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas, vinculado ao Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Universidade Federal do Norte do Tocantins, sob a orientação do Prof. Dr. Danilo da Silva Olivier.

Ao participar desse estudo, você permite a gravação das aulas em áudio-vídeo, a captura de fotos, a apresentação e publicação do resultado deste trabalho. Sua privacidade será respeitada, bem como suas informações pessoais. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto.

Informamos que a pesquisa possui benefícios e riscos que estão descritos abaixo.

Benefícios:

- 1) Mostrar aos alunos de que forma a Física está envolvida com nosso cotidiano.
- 2) Apresentar a Física de forma gradativa, para que o aluno seja o protagonista na assimilação do conhecimento.
- 3) Estimular a percepção dos alunos sobre as diversas aplicações da Termodinâmica e possibilitar uma aprendizagem significativa.
- 4) Utilizar tecnologias de baixo custo e que fazem parte do cotidiano, para dar significado aos conceitos científicos relacionados à Termodinâmica.
- 5) Os alunos poderão perceber a importância de utilizar o conhecimento acerca da Termodinâmica para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações.
- 6) As atividades em grupo contribuem para a interação social da turma.
- 7) A participação dos alunos contribuirá como base para melhorias na unidade de ensino em questão.

#### Riscos:

- 1) Pode haver riscos psíquicos que envolvam pressão psicológica, ou mesmo constrangimento, inibição, receio de revelar informações, exposição, medo, nervosismo, timidez e vergonha, por parte dos alunos ou receio em responder aos questionários, por falta de conhecimento prévios. Tal risco pode ser mitigado com a não resolução do questionário e com a não participação do aluno em determinada atividade. Ademais, caso tais coisas aconteçam, contaremos com profissional capacitado atuante na unidade educacional, o orientador pedagógico escolar.
- 2) Os exercícios, testes, questionários ou outra metodologia usada na aula pode incitar a competição entre alunos, o que pode culminar em constrangimentos diversos ou podem ficar reprimidos. Tal risco pode ser amenizado com a não participação na metodologia. A qualquer tempo o (a) aluno(a) voluntário(a) poderá desistir da participação na pesquisa.
- 3) O terceiro risco pode estar relacionado com a etapa 03 da sequência, onde será realizado um experimento que consiste na participação de um voluntário. Este, deverá colocar as cada uma das mãos em dois recipientes distintos, um com água em temperatura baixa (10°C), e outro recipiente com água em temperatura um pouco mais elevada (40°C). Em seguida, deverá colocar as duas em um terceiro recipiente com água em temperatura ambiente (25°C).

No entanto, destaca-se que as temperaturas não causarão danos físicos aos participantes, visto que a água em temperatura baixa estará a 10°C, a água em temperatura ambiente a 25°C e a água com temperatura um pouco mais elevada a no máximo 40°C. A temperatura da água será aferida pelo professor, antes do experimento, com o uso de um termômetro. Ademais, é reforçado que a participação será voluntária, com isso, o estudante só irá participar caso sintam-se confortáveis. Tal risco pode ser amenizado com a não participação na metodologia. A qualquer tempo o (a) aluno(a) voluntário(a) poderá desistir da participação na pesquisa.

É válido ressaltar que tais riscos podem ser amenizados ao aluno reportar ao aplicador da pesquisa quais são os impasses em determinada atividade. Caso sintam-se desconfortáveis o participante terá total autonomia para solicitar ao aplicador a não participação. Com isso é reforçado que a qualquer tempo o aluno voluntário poderá desistir de participar da pesquisa sem que isso lhe cause danos ou lhe prejudique em suas aulas. Ademais, haverá um profissional capacitado atuante na unidade escolar, o orientador pedagógico escolar.

Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes exclusivamente oriundos desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização, conforme prevista em lei aplicável em função do tipo de dano comprovado. Tal indenização ficará sob

responsabilidade do responsável pela pesquisa, após comprovação legal.

Para participar desse estudo você não terá nenhum custo e nem receberá qualquer vantagem financeira. Enfatizamos que sua participação no estudo é voluntária, portanto, você não é obrigado(a) a colaborar com as atividades da pesquisa. Caso decida não participar ou sair do estudo a qualquer momento, você não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considerem necessário em qualquer etapa da pesquisa.

---

**Assinatura do pesquisador responsável**

Considerando, que fui informado (a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação nos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao participante.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_

---

Assinatura do(a) participante

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável – Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas.

Endereço - Responsável: Rua Rio Grande do Norte; N° 96, apto 601; Centro, Açailândia/MA.

Contato - Responsável: Tel - (88) 99835-2199; e-mail – [vinicius.freitas@mail.uft.edu.br](mailto:vinicius.freitas@mail.uft.edu.br)

Caso as dúvidas persistam você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins (CEP/UFT):

Universidade Federal do Tocantins – UFT; Palmas -TO

Endereço – CEP: Avenida NS 15, 109 Norte Prédio da Reitoria, 2º Andar, Sala 16; Bairro: Plano Diretor Norte.

Contato: Tel - (63) 3229-4023; e-mail - cep\_uft@uft.edu.br

Horários de funcionamento: Presencialmente às segundas e terças à tarde e quartas e quintas pela manhã.

Vale ressaltar que o Comitê de Ética em Pesquisas Humanas (CEP) é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, que busca contribuir com o desenvolvimento da pesquisa que seja respaldada por padrões éticos e que proteja os sujeitos nas pesquisas científicas em sua integridade e dignidade. O CEP deve estar presente nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil (Resolução nº 196/96 Conselho Nacional de Saúde).

**APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O (A) menor pelo qual o (a) Sr. (a) é responsável está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Calor, temperatura e dilatação: Abordagem dos conceitos básicos da Termodinâmica por meio da aplicação de UEPS”. Com isso, é necessária sua autorização para que o estudante pelo qual o(a) Sr. (a) responde possa participar das atividades solicitadas. Esta pesquisa será realizada pelo professor Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas, do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Norte do Tocantins do Campus de Araguaína, sob orientação da Prof. Dr. Danilo da Silva Olivier. Nesta pesquisa, pretendemos analisar a aplicação da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) como mecanismo que visa auxiliar o docente nas aulas de introdução à termologia, trabalhando conceitos básicos como: calor, temperatura e dilatação.

A pesquisa contribuirá para:

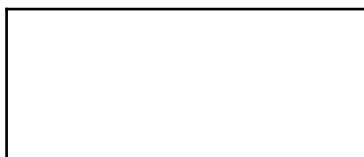
- 1) Dar significado ao estudo da Física, pois muitas vezes os alunos não reconhecem o porquê estudam essa ciência e não conseguem aplicar o conhecimento adquirido;
- 2) Compreensão dos conceitos básicos da Termologia, como a propagação e trocas de calor, temperatura, escalas termométricas e dilatação dos sólidos. Conceitos que fazem parte de um dos campos mais relevantes da Física e que são fundamentais para a vida acadêmica e cotidiana;
- 3) Trazer estudos que servirão como base para melhorias na unidade de ensino em questão, principalmente no que se trata de aplicação de novas metodologias de ensino que terão impacto direto no processo de ensino e aprendizagem do discente;
- 4) Fortalecer o engajamento dos estudantes na sala de aula, visto que, muitos desses encontram-se desmotivados e com isso acabam não interagindo na exposição do conteúdo.

---

Assinatura do(a) responsável pelo  
menor

---

Assinatura do pesquisador responsável.



Impressão dactiloscópica

Os riscos envolvidos na pesquisa estão descritos abaixo:

1) Pode haver riscos psíquicos que envolvam pressão psicológica, ou mesmo constrangimento, inibição, receio de revelar informações, exposição, medo, nervosismo, timidez e vergonha, por parte dos alunos ou receio em responder aos questionários, por falta de conhecimento prévios. Tal risco pode ser mitigado com a não resolução do questionário e com a não participação em determinada atividade. Caso tais coisas aconteçam, contaremos também com o profissional capacitado atuante na unidade de ensino, o orientador pedagógico escolar.

2) Os exercícios, testes, questionários ou outras metodologias usadas na aula podem incitar a competição entre alunos, podendo culminar em constrangimentos diversos ou deixando-os reprimidos. Tal risco pode ser amenizado com a não participação na metodologia. A qualquer tempo o (a) aluno(a) voluntário(a) poderá desistir da participação na pesquisa.

3) O terceiro risco pode estar relacionado com a etapa 03 da sequência, onde será realizado um experimento que consiste na participação de um voluntário. Este, deverá colocar cada uma das mãos em dois recipientes distintos, um com água em temperatura baixa, e outro recipiente com água em temperatura um pouco mais elevada. Em seguida, deverá colocar as duas mãos juntas em um terceiro recipiente com água em temperatura ambiente. No entanto, destaca-se que as temperaturas não causarão danos físicos aos participantes, visto que a água em temperatura baixa estará a 10°C, a água em temperatura ambiente a 25°C e a água com temperatura um pouco mais elevada estará a no máximo 40°C. A temperatura da água será aferida pelo professor, antes do experimento, com o uso de um termômetro. Ademais, é reforçado que a participação será voluntária, com isso, o estudante só irá participar caso sinta-se confortável.

É válido ressaltar que tais riscos podem ser amenizados se o aluno reportar ao aplicador da pesquisa quais são os impasses em determinada atividade. Caso sinta-se desconfortável o participante terá total autonomia para solicitar ao aplicador a não participação. Com isso é reforçado que a qualquer tempo o aluno voluntário poderá desistir de participar da pesquisa sem que isso lhe cause danos ou lhe prejudique em suas aulas.

Para participar deste estudo o(a) o estudante pelo qual o Sr.(a) é responsável não terá

nenhum custo e não receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes exclusivamente oriundos desta pesquisa, o(a) estudante tem assegurado o direito à indenização, conforme prevista em lei aplicável em função do tipo de dano comprovado. Tal indenização ficará sob responsabilidade do responsável pela pesquisa, após comprovação legal.

O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para permitir ou recusar-se a participação do menor e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos. A sua permissão é voluntária, e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Sua privacidade será respeitada, bem como suas informações pessoais. Dados como seu nome ou qualquer outro dado, material ou registro que indique sua participação no estudo não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao Sr.(a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos e, após esse tempo, serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável pelo  
menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “Calor, temperatura e dilatação: Abordagem dos conceitos básicos da Termometria por meio da aplicação de UEPS” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de permitir a participação do menor pelo qual sou responsável se assim o desejar. Com isso, declaro que

( ) Sim, autorizo que o registro fotográfico, sonoro e/ou áudio visual do menor pelo qual respondo seja utilizado somente para esta pesquisa.

( ) Sim, autorizo a divulgação da imagem e/ou voz do menor pelo qual respondo.

( ) Concordo que o registro fotográfico, sonoro e/ou audiovisual do menor pelo qual respondo possa ser utilizado em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

( ) Não, não autorizo a divulgação da imagem e/ou voz do menor pelo qual sou responsável.

Declaro que concordo com a participação do menor pelo qual sou responsável nesta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Ciente do conteúdo, assino o presente termo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável pelo  
menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável.

Açailândia/MA, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável – Marcos Vinicius Vasconcelos Freitas.

Endereço - Responsável: Rua Rio Grande do Norte; N° 96, apto 601; Centro, Açailândia/MA.

Contato - Responsável: Tel - (88) 99835-2199; e-mail – *vinicius.freitas@mail.uft.edu.br*

Caso as dúvidas persistam o (a) Sr. (Sra.) também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins (CEP/UFT):  
Universidade Federal do Tocantins – UFT; Palmas -TO

Endereço – CEP: Avenida NS 15, 109 Norte Prédio da Reitoria, 2º Andar, Sala 16; Bairro: Plano Diretor Norte.

Contato: Tel - (63) 3229-4023; e-mail - [cep\\_uft@uft.edu.br](mailto:cep_uft@uft.edu.br)

Horários de funcionamento: Presencialmente às segundas e terças à tarde e quartas e quintas pela manhã.

Vale ressaltar que o Comitê de Ética em Pesquisas Humanas (CEP) é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, que busca contribuir com o desenvolvimento da pesquisa que seja respaldada por padrões éticos e que proteja os sujeitos nas pesquisas científicas em sua integridade e dignidade. O CEP deve estar presente nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil (Resolução nº 196/96 Conselho Nacional de Saúde).