



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
POLO DE PORTO VELHO - RO



A TERMOLOGIA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM TERMOSCÓPIO: EM TURMAS DE ENSINO MÉDIO.

Eduardo Rodrigues Mamédio

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Priscilla Paci Araujo

Porto Velho
2023

A TERMOLOGIA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM
TERMOSCÓPIO: EM TURMAS DE ENSINO MÉDIO.

Eduardo Rodrigues Mamédio

Orientadora:
Priscilla Paci Araujo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr.^a Priscilla Paci Araujo

Dr.^a Dieime Custódia da Silva

Dr.^a Eliane Silva Leite

Porto Velho
2023

Catalogação da Publicação na Fonte
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

M264t Mamedio, Eduardo Rodrigues.

A terminologia através da construção e utilização de um termoscópio: em turmas de ensino médio / Eduardo Rodrigues Mamedio. - Porto Velho, 2023.

163 f.: il.

Orientadora: Priscilla Paci Araujo.

Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Departamento Acadêmico de Física. Fundação Universidade Federal de Rondônia.

1. Aprendizagem significativa. 2. Metodologias ativas. 3. Terminologia. 4. Ensino de física.
I. Araujo, Priscilla Paci. II. Título.

Biblioteca Central

CDU 37.02:53

Dedico esta dissertação a todos.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço à Deus e ao Grande Mestre.

Meus pais Antônio e Virginia, pelo incentivo aos estudos.

Isabela, querida companheira de muitos momentos.

Professora Priscilla, minha orientadora.

Professora Laudileni, orientadora na primeira etapa deste trabalho.

Aos amigos pela motivação e auxílio, Hualan e Fabrício. E aos colegas de trabalho Frozzi, Mikelle e Harumy.

Ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, bem como ao Colegiado de Física e Matemática, pelo apoio à flexibilização de meus horários para a elaboração deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Rondônia – *Campus* Calama por permitir a aplicação deste trabalho, e também, ao Professor Tarso e à turma do segundo ano integrado ao curso de Informática (de 2022) do IFRO.

Ao corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 40 – UNIR. Ao Professor Judes, pela motivação na etapa final do programa.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

RESUMO

A TERMOLOGIA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM TERMOSCÓPIO: EM TURMAS DE ENSINO MÉDIO.

Eduardo Rodrigues Mamédio

Orientadora:
Priscilla Paci Araújo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho traz a construção de um material didático para estudo da termologia utilizando as metodologias ativas Peer Instruction e Prever Observar e Explicar – POE, associadas à prática experimental. Visando desenvolver um ambiente em que o aluno seja mais atuante em seu processo de aprendizagem. A base pedagógica deste trabalho consiste na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, bem como, nas ideias de Moreira. O produto foi aplicado em uma turma de ensino médio técnico integrado ao curso de informática, do Instituto Federal de Rondônia – IFRO na cidade de Porto Velho. E consiste em aulas teóricas, para construção de uma base conceitual, e aulas experimentais utilizadas para construção de um termoscópio, sua utilização para evidenciar a dilatação térmica e sua posterior transposição para um termômetro. Os resultados obtidos através do pré-teste e pós-teste demonstram um aumento no percentual de acertos. Também foram utilizados, textos e questionários pré-aula, e testes no decorrer das aulas, auxiliando no direcionamento das aulas por parte do professor. Além disso, construções experimentais contribuíram para a contextualização dos conteúdos teóricos e apropriação dos conceitos por parte dos alunos. De modo geral, os alunos se mostraram receptivos ao método empregado e motivados a estudarem a disciplina. Proporcionando, portanto, um ambiente para Aprendizagem Significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física. Termologia. Experimentos de baixo custo. Aprendizagem Significativa. Metodologias Ativas.

Porto Velho – RO
2023

ABSTRACT

THERMOLOGY THROUGH THE CONSTRUCTION AND USE OF A THERMOSCOPE: FACILITATED TEACHING PRACTICE IN HIGH SCHOOL CLASSES

Eduardo Rodrigues Mamédio

Supervisor(s):
Priscilla Paci Araújo

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The present work presents the construction of didactic material for the study of thermology using the active methodologies Peer Instruction and Prever Observing and Explaining associated with experimental practice. Aiming to develop an environment in which the student is more active in their learning process. The pedagogical basis of this work consists of Ausubel's Theory of Meaningful Learning, as well as Moreira's ideas. The product was applied to a technical high school class integrated into the computer science course at the Federal Institute of Rondônia – IFRO in the city of Porto Velho. And it consists of theoretical classes, to build a conceptual basis, and experimental classes used to build a thermoscope, its use to show thermal expansion and its subsequent transposition to a thermometer. The results obtained through the pre-test and post-test demonstrate an increase in the percentage of correct answers. Pre-class texts and questionnaires were also used, as well as tests during the classes, helping the teacher to direct the classes. In addition, experimental constructions contributed to the contextualization of theoretical contents and appropriation of concepts by students. In general, students were receptive to the method used and motivated to study the discipline. Providing, therefore, an environment for Meaningful Learning.

Keywords: Physics teaching. Thermology. Low cost experiments. Meaninful Learning. Active Methodology.

Porto Velho - RO
2023

Sumário

Lista de Tabelas	1
Lista de Quadros.....	1
Lista de Figuras	1
Lista de Gráficos.....	1
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	3
ASPECTOS TEÓRICOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS).....	3
1.1 A importância da utilização de experimentos para o ensino de Física	3
1.2 O que é a Aprendizagem Significativa: Surgimento e Conceituação da Teoria da Aprendizagem Significativa	4
1.3 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa.....	6
1.4 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa.....	10
1.5 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa.....	12
CAPÍTULO 2	13
ASPECTOS E CONHECIMENTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS – A FÍSICA TÉRMICA.....	13
2.1 Os primórdios do conhecimento atômico.....	13
2.2 Temperatura dos corpos	17
2.3 Dilatação dos corpos	20
2.4 Calor.....	26
2.5. Aspectos Teóricos da Temperatura e equilíbrio térmico (a Lei Zero da Termodinâmica).....	29
CAPÍTULO 3	33
A METODOLOGIA APLICADA.....	33
3.1 Do Produto Educacional	33
3.1.2 Objetivo Geral do Experimento.....	35
3.1.3 Objetivo Específico	35
3.1.4 Descrição da construção Experimental.....	35
3.1.5 Considerações Experimentais.....	38
3.2 A Prática Docente	39
3.2.1 Metodologia Peer Instruction	40
3.2.2 Metodologia Pever, Observar e Explicar.....	40
3.3 O Ambiente Educacional da prática	41
3.3.1 O ambiente de Ensino: IFRO.	41
3.4 O Público-Alvo.....	43
CAPÍTULO 4	53
RESULTADOS E DISCUSSÕES	53

4.1 Dos resultados	53
4.2 Do Produto.....	53
a) Textos Pré-Aula	54
b) Questionários Pré-Aula	55
c) Testes Conceituais	55
d) Roteiros Experimentais	56
Aula 1 – Introdução à Termologia.....	57
Aula 2 – Termometria.....	60
Aula 3 – Dilatação Térmica.....	64
4.3 Das Aulas Experimentais	68
i) Construção do termoscópio	69
ii) Termoscópio como dilatômetro	72
iii) Transposição do termoscópio para o termômetro	79
4.4 Do Pré-Teste e Pós-Teste	92
4.5 As questões dissertativas do pré-teste, uma sondagem conceitual.....	93
4.6 Do Questionário de Satisfação	104
CAPÍTULO 5	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL -.....	114
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO	153
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	157
APÊNDICE D – PRÉ-TESTE	159
APÊNDICE E – TEXTOS PRÉ-AULA	162

Lista de Tabelas

Tabela 1- Resultados obtidos no Pré-Teste e Pós-Testes.	92
Tabela 2 - Resumo das respostas dos alunos, conforme o conceito empregado.	99

Lista de Quadros

Quadro 1- Resumo das aulas expositivas.	34
Quadro 2 - Cursos ofertados pelo Campus Calama.	42
Quadro 3 - Questionário Pré-Aula 1: Introdução à Termologia.	58
Quadro 4 - Testes aplicados na Aula 1.	59
Quadro 5 - Questionário Pré-Aula 2: Termometria.	60
Quadro 6 - Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questões 1 a 3.	62
Quadro 7 – Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questão 4.	63
Quadro 8– Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questão 5.	64
Quadro 9 - Questionário Pré-Aula 3: Dilatação Térmica.	65
Quadro 10 - Testes aplicados na Aula 3: Dilatação Térmica, questões 1 e 2.	66
Quadro 11 - Testes aplicados na Aula 3: Dilatação Térmica, questão 3.	67
Quadro 12 – Questionário Pré-Aula 4: Aula Experimental.	70
Quadro 13 - Respostas dos grupos da Previsão e Questão 1.	74
Quadro 14 - Respostas dos grupos da Previsão e Questão 2.	75
Quadro 15 - Apresentação dos coeficientes de dilatação térmica encontrados pelos alunos.	76
Quadro 16 - Respostas dos alunos à questão 7.	77
Quadro 17- Comparação entre os resultados das Questões 2 e 7.	78
Quadro 18 - Respostas dos alunos às Previsões.	79
Quadro 19 - Resposta dos alunos à questão 1.	81
Quadro 20 - Resposta dos alunos à questão 2.	83
Quadro 21 - Respostas dos alunos à Previsão e à questão 3.	84
Quadro 22 – Resposta dos alunos às questões 4 e 5.	85
Quadro 23 - Resposta dos alunos à questão 6.	87
Quadro 24 - Resposta dos alunos à questão 7.	88
Quadro 25 - Resposta dos alunos à questão 8.	90
Quadro 26 - Resposta dos alunos à questão 9.	90
Quadro 27 - Resposta dos alunos à questão 10.	91
Quadro 28 - Respostas dos alunos às questões dissertativas (Questão 8 Pré-Teste).	95
Quadro 29: Respostas dos alunos às questões dissertativas (Questão 8 Pré-Teste).	96
Quadro 30- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 8 Pós-Teste).	97
Quadro 31 - Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 8 Pós-Teste).	98

Quadro 32- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pré-Teste).....	100
Quadro 33- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pré-Teste).....	101
Quadro 34- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pós-Teste).....	102
Quadro 35- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pós-Teste).....	103
Quadro 36 - Questionário de satisfação, questões de 1 a 4.	104
Quadro 37 – Questionário de satisfação questões de 5 a 7.....	105
Quadro 38 - Questionário de satisfação questão 8.	106

Lista de Figuras

Figura 1 – Representação da associação de conhecimento de acordo com a TAS.	7
Figura 2 – Imagem de Estátua representativa de Heráclito.	14
Figura 3 – Demócrito, um dos principais responsáveis pela concepção da ideia de atomismo da matéria.	15
Figura 4 – Leucipo, que junto com Demócrito criou as bases da indivisibilidade da matéria.	16
Figura 5 – Versão de um Termoscópio similar ao que foi utilizado por Galileu Galilei.	18
Figura 6 – Relações básicas do Teorema de Tales.	20
Figura 7 – Modelo unidimensional das partículas de um corpo.	21
Figura 8 – Modelo unidimensional de partículas.	23
Figura 9 – Esquema simplificado do Experimento de Joule para o equivalente mecânico do calor	28
Figura 10 – Diferentes casos para o contato dos corpos.	30
Figura 11 – A conclusão experimental acerca da Lei Zero da Termodinâmica.	31
Figura 12 – Hastes metálicas de Fixação.	36
Figura 13 – Seringa para facilitação do preenchimento.	36
Figura 14 – Fixação da mangueira evidenciadora.	37
Figura 15 – Nível inicial do Fluido.	38
Figura 16: Nível final do fluido.	39
Figura 17 - Estrutura das salas de aula do IFRO.	43
Figura 18 - Itens dos textos prévios.	54
Figura 19 - Esquema das aulas teóricas.	56
Figura 20 - Esquema das aulas experimentais.	57
Figura 21 - Roteiros Experimentais vistos pelo smartphone.	69
Figura 22 - Lâmpadas utilizadas para montagem do termoscópio.	71
Figura 23 - Termoscópios montados pelos alunos.	72
Figura 24 - Alternativa para medição de variação de volume.	73
Figura 25 - Sintaxe da calculadora de coeficientes de dilatação térmica.	78
Figura 26 - Alunos realizando a calibração do termoscópio/termômetro.	82
Figura 27- Conversores de escalas produzidos pelos alunos.	87
Figura 28 - Escolha dos pontos iniciais.	89

Lista de Gráficos

Gráfico 1- Resultado da consulta de idade.	43
Gráfico 2- Resultado da consulta de gênero.	44
Gráfico 3- Resultado da consulta de autoidentificação	44
Gráfico 4- Consulta do local de moradia.	45
Gráfico 5- Onde cursou o ensino fundamental.	46
Gráfico 6- Quantos livros lê por ano.	46
Gráfico 7- Qual atividade os alunos ocupam seu tempo.	47
Gráfico 8(a) - Disciplinas que os alunos apresentam mais facilidade. Gráfico 8(b) - Disciplinas que os alunos apresentam mais dificuldade.	47
Gráfico 9 - Realiza as atividades que o professor propõe.	48
Gráfico 10 - Você fica à vontade para perguntar em sala de aula.	48
Gráfico 11 - Você gosta dos conteúdos de física.	49
Gráfico 12 - Você já participou de aulas de laboratório de física.	50
Gráfico 13 - Você gostaria de participar de aulas de laboratório de física.	50
Gráfico 14 - A utilização de experimentos facilita a aprendizagem.	51
Gráfico 15 - Como você considera sua aprendizagem em física.	51
Gráfico 16 - Você percebe a relação entre a física e os fenômenos cotidianos.	52

INTRODUÇÃO

A aplicação de resolução de problemas no ensino de Física tem se tornado uma constante ao longo do tempo, tendo em vista que, permite ao docente desenvolver uma aula com pouca preparação e pautada em aspectos que já conhece. Isso não é de todo ruim, nem o principal ponto para a nossa crítica, uma vez que o ensino da resolução de exercícios deve ser realizado e estimulado. No entanto, a aprendizagem que denominamos neste trabalho como “Significativa” depende de pontos muito mais profundos do que aqueles que são buscados na resolução de exercícios/questões.

A utilização de experimentos nas aulas de Física permite um melhor desenvolvimento por parte dos docentes em termos de dinamismo e também de relações de aprendizagem, ou seja, o docente pode estabelecer conexões que antes não poderiam ser realizadas, devido ausência de material experimental para o trato de determinado conteúdo em sala de aula.

Na visão do aluno, a criação de modelos mentais é facilitada permitindo melhor entendimento e maior assimilação do conteúdo e conexão com aquilo que é realmente associado ao novo. Assim, o aluno compreende de maneira substantiva assimilando a essência do que está sendo comunicado, e por fim, não-arbitrária, já que o conteúdo estará associado ao que realmente é relacionado em sua estrutura cognitiva.

O produto educacional desenvolvido neste trabalho tem como objetivo a construção dos conceitos de Termologia através da metodologia ativa *Peer Instruction* no contexto das aulas expositivas. Em seguida, a construção de um termoscópio, sua utilização como um dilatômetro de líquidos e sua transposição para um termômetro. De modo que os roteiros experimentais foram construídos com base na metodologia *Prever, Observar e Explicar*. Tendo em vista, que as metodologias ativas buscam proporcionar um ambiente propício à Aprendizagem Significativa. Os objetivos específicos encontram-se no Capítulo 3.

O trabalho foi dividido de maneira a mostrar os resultados tanto no quesito didático, quanto nas relações de ensino-aprendizagem. Ao final, apresentamos os resultados do pré-teste o qual sondou aspectos básicos da formação discente e dos conteúdos prévios que estes alunos já tinham em sua estrutura cognitiva. E também um pós-teste indicando as implicações do experimento na estrutura cognitiva dos alunos. Para tanto, o trabalho foi aplicado em uma turma de ensino médio técnico integrado ao curso de informática.

Neste sentido no capítulo 1, realizamos uma revisão teórica sobre os princípios fundamentais da Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS. Utilizamos como base o desenvolvimento dado por Marco Antônio Moreira que tem sido um dos expoentes sobre o tema no Brasil. Também nos apoiamos nos escritos do próprio David P. Ausubel que foi o principal teórico sobre este modo de ver a aprendizagem e sua relação com o conhecimento prévio do discente.

No capítulo 2, abordamos os conceitos de Física utilizados neste trabalho. Dessa maneira, percorremos desde os conceitos básicos de agitação térmica, escalas termométricas, dilatação térmica dos sólidos, líquidos e gases e o conceito de calor (tanto do ponto de vista histórico como do ponto de vista físico).

No capítulo 3, apresentamos uma breve descrição do produto educacional – que é apresentado com detalhes no apêndice A. São descritos, também, o ambiente pedagógico e o público em que o trabalho foi aplicado.

No capítulo 4, descrevemos o conjunto dos resultados encontrados a partir da aplicação deste produto.

Por fim, no apêndice A, apresentamos o produto educacional na íntegra. Nas páginas deste apêndice o professor encontrará sugestões de como construí-lo, metodologias para utilizá-lo em sala de aula, questões a serem trabalhadas e notas para o processo avaliativo e para o uso do equipamento pelos alunos.

Esperamos que ao final desta leitura, os conhecimentos dos docentes sejam engrandecidos e que possamos contribuir com as práxis pedagógicas.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS TEÓRICOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

Neste capítulo abordaremos os aspectos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como, das metodologias ativas utilizadas neste trabalho. Constituindo-se o arcabouço para construção e compreensão deste trabalho.

1.1 A importância da utilização de experimentos para o ensino de Física

De forma geral, o ensino de ciências, não representa a área do conhecimento mais adorada do ponto de vista dos discentes. E ainda, com o advento da tecnologia, da velocidade dos meios de comunicação e do acesso à informação o ensino de ciências torna-se, talvez, desinteressante. Dessa forma, o professor deve dominar não somente os conteúdos científicos, mas também, metodologias que os tornem atrativo. Tal problema não é trivial e não há pretensão de que a sentença anterior o resolva. Contudo, abordaremos o problema com esse enfoque: a busca de metodologias mais atrativas.

Buscamos, também, com metodologias mais atrativas, solucionar a questão motivacional dos alunos, pois como destaca Seabra e Maciel (2019),

“As questões não são apenas dos professores, os alunos também as possuem, em forma de questionamentos diferentes: Por que eu tenho que aprender isso? Por que eu tenho que saber disso para a minha vida? Estas perguntas foram feitas por alunos, quando foram indagados em uma das aulas o porquê deles irem à escola. Percebemos a falta de compreensão sobre a razão de a escola existir. Se essa razão não existe para os estudantes, então, de que forma virá a sua motivação em busca de conhecimento?” (SEABRA; MACIEL, 2019, p. 331).

O desenvolvimento de ciências e do conhecimento humano está intimamente relacionado com a experimentação. Sendo assim, a experimentação surge como excelente alternativa para tornar o ensino mais atrativo, por sua vez, associada a metodologias de ensino que tornem o aluno capaz de ser ente ativo em seu processo de aprendizagem e tecer seu conhecimento com maior significância. Possibilitando,

também, que o aluno contextualize os conhecimentos científicos em seu cotidiano, respondendo aos questionamentos acima.

Conforme Santos (2019) é inquestionável a importância da atividade experimental como elemento articulador de estratégias didáticas capazes de dinamizar o processo de ensino e aprendizagem nas diferentes áreas de conhecimento da Física. No entanto, para que não fiquemos reféns de quites sofisticados e por vezes inacessíveis, os experimentos devem ser construídos em um contexto de baixo custo, com materiais de fácil acesso. Exigindo, novamente, do professor engenhosidade e criatividade na confecção de quites experimentais.

Além disso, o desenvolvimento de aulas experimentais não nos garante êxito no processo ensino aprendizagem. Pois um experimento com roteiro engessado e inflexível, ou descontextualizado se mostra tão ineficaz quanto uma aula expositiva baseada em métodos tradicionais. Portanto, para alcançar o resultado esperado, é necessário conjugar o binômio: experimentação e metodologias ensino.

A construção de experimentos de baixo custo conjugados com metodologias de Aprendizagem Significativa, representam uma alternativa para tornar o aluno ativo em seu processo de aprendizagem e não mero depositário de informações. Na próxima seção desenvolver-se-á uma conceituação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), bem como, de metodologias de ensino.

1.2 O que é a Aprendizagem Significativa: Surgimento e Conceituação da Teoria da Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa teve seu cerne nas ideias que foram propostas por David Paul Ausubel (1918 - 2008) no ano de 1968 em seu livro *Psicologia da Educação: Uma visão cognitiva* (AUSUBEL, 1968), tendo como principal objetivo a estruturação do conhecimento através do ancoramento de ideias novas naquelas que já pré-existent na estrutura cognitiva do educando.

Este ancoramento, de acordo com Moreira (2011), ocorre de maneira específica para o caso da Aprendizagem Significativa, tendo como pressuposto algumas ideias que Ausubel chamava de Subsunoçores. As relações entre o que é sabido e o que deverá ser aprendido é entendido mais facilmente quando evocamos as palavras do autor mencionado no início deste parágrafo:

“A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora.” (MOREIRA, 2011, p. 02)

Dessa maneira, observa-se a menção ao que o aprendiz tem em sua estrutura cognitiva como a principal abordagem de partida, ou ainda o principal mecanismo para a consolidação da aprendizagem. Ao relacionar o novo com o que já se tem em mente o discente pode preencher lacunas, aperfeiçoar modelos mentais, discutir novos objetos que podem ser propostos posteriormente, tornar complexo (geral) aquele conceito que antes era simples (particular) e etc.

Podemos observar as leis de conservação da energia como sendo dotadas de construção conceitual semelhante tal qual a que foi descrita no parágrafo anterior, assim ao saber que a energia mecânica se conserva o discente observará a sua particularidade, e ao se deparar com a primeira lei da termodinâmica o discente verificará a possibilidade de ancoramento desta com relação à primeira, passando assim a ter uma visão particular da Energia e seu princípio de conservação.

“Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica.” (MOREIRA, 2011, p. 03).

Assim, com o aperfeiçoamento de certos conceitos, a solidez do que o discente tem em sua estrutura cognitiva permite que os conceitos sejam trabalhados de maneira mais segura. Além do ancoramento da ideia correta existem outros aspectos que estão diretamente relacionados com a aprendizagem significativa otimizada, podemos destacar a associação não-literal dos conceitos que são colocados ao aprendiz.

1.3 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa

Podemos ser comunicados de um novo conhecimento através de duas maneiras básicas: Aprendizagem por Recepção e Aprendizagem por Descoberta. Na primeira observamos uma comunicação do conhecimento através de um locutor, professor, figura mais experiente e etc., por exemplo, através de uma aula expositiva. Destaque-se que o conhecimento é transmitido em sua forma “pronta”. Enquanto na segunda, os discentes devem (re)descobrir os conhecimentos a serem incorporados em sua estrutura cognitiva.

De acordo com Ausubel somos levados a aprender sem ter que descobrir e a nossa capacidade em executar tal tarefa é das mais comuns/simples.

“Para Ausubel, o ser humano tem a grande capacidade de aprender sem ter que descobrir. Exceto em crianças pequenas, aprender por recepção é o mecanismo humano por excelência para aprender. As novas informações, ou os novos significados, podem ser dados diretamente, em sua forma final, ao aprendiz. É a existência de uma estrutura cognitiva prévia adequada (subsunçores especificamente relevantes) que vai permitir a aprendizagem significativa relacionamento não arbitrário e substantivo ao conhecimento prévio. Mas a aprendizagem por recepção não é instantânea, requer intercâmbio de significados.” (MOREIRA, 2011, p. 32).

Independentemente da forma como o conhecimento é comunicado – por recepção ou por descoberta – quando a nova informação é assimilada pela estrutura cognitiva do aprendiz de forma **literal**, como resultado temos a Aprendizagem Mecânica. Quando de forma **substancial** (não-literal), como resultado temos a Aprendizagem Significativa. Nesse caso, apenas a substância do conceito deve ser assimilada, e ainda, nas palavras do próprio aprendiz, que será o detentor do conceito e esse relacionar-se-á com sua estrutura cognitiva.

A não-literalidade auxilia o discente a associar o conteúdo ao aspecto mais importante da aprendizagem, ou seja, faz que o aprendiz associe o conhecimento adquirido aos aspectos da estrutura cognitiva que estão realmente relacionados com os conteúdos aprendidos.

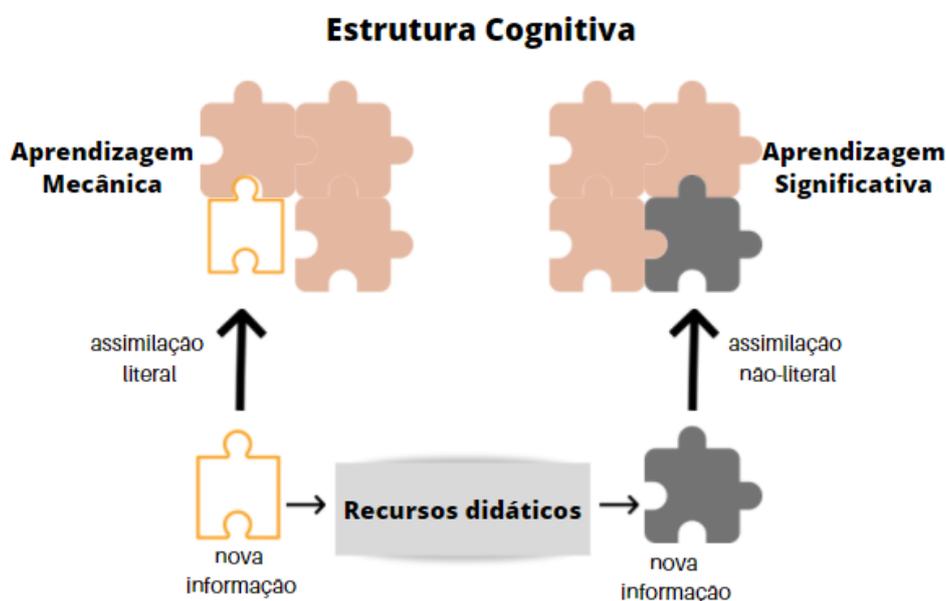
Assim, podemos caracterizar a Aprendizagem Significativa (AS):

“A Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual uma informação ou conhecimento novo se relaciona com os construtos presentes na estrutura

cognitiva da pessoa que aprende, esse processo ocorre de forma não arbitrária, substantiva ou não-litera1.” (SANTOS; SILVA, 2018, p. 51).

Podemos compreendê-la então como o processo que culmina com a assimilação correta do conhecimento em partes específicas da estrutura cognitiva de maneira não-litera1 (substantiva) e não-arbitrária. A Figura 1 auxilia a ilustrar a ideia.

Figura 1 – Representação da associação de conhecimento de acordo com a TAS.



Fonte: Autor.

O esquema da Figura 1, sugere que há uma dicotomia entre a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Mecânica. Essa última, muito ligada ao método de ensino tradicional. A Aprendizagem Mecânica deve, então, ser abolida? A resposta é negativa, a Aprendizagem Mecânica apresenta relação de continuidade em direção à Aprendizagem Significativa, tal como é possível observar em Moreira e Almeida (2009):

“Apesar da distinção, as aprendizagens significativa e mecânica não devem ser consideradas, de acordo com Ausubel, como uma dicotomia, mas como dois extremos de um “continuum”. Em uma das extremidades está a aprendizagem significativa e, na outra, a mecânica.” (MOREIRA; ALMEIDA, 2009, p. 02)

É importante destacar que a relação de continuidade entre as aprendizagens Significativa e Mecânica, implica que em algum momento teremos as duas coexistindo em uma relação de predominância.

Aprendizagem por descoberta e por recepção não guardam relações exclusivas ou diretas com aprendizagem Significativa ou Mecânica, respectivamente. Por exemplo, uma atividade experimental, em que seja preciso equilibrar o torque em dois braços desiguais a partir de duas massas, envolve tentativa e erro; se dão por **descoberta**, mas podem conduzir a Aprendizagem Mecânica. Por outro lado, ainda no experimento anterior, é possível, por **descoberta**, obter a relação entre o raio e a força, conduzindo ao conceito de torque, sendo, portanto, Aprendizagem Significativa. Relações semelhantes podem ser construídas para aprendizagem por recepção.

Podemos concluir que as aprendizagens por descoberta e por recepção estão contidas no ‘*continuum*’ entre Aprendizagem Mecânica e Significativa. Extrapolando a Figura 1, observamos que a Nova Informação não tem um “ajuste perfeito” (assimilação literal) na estrutura cognitiva do aprendiz quando ocorre Aprendizagem Mecânica. De fato, trata-se de uma relação frágil. O oposto ocorre na Aprendizagem Significativa, de sorte que teremos uma estrutura cognitiva mais fortalecida e pré-disposta a receber novas informações.

Vistos os principais aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa, é possível elencar três aspectos fundamentais que propiciam a Aprendizagem Significativa:

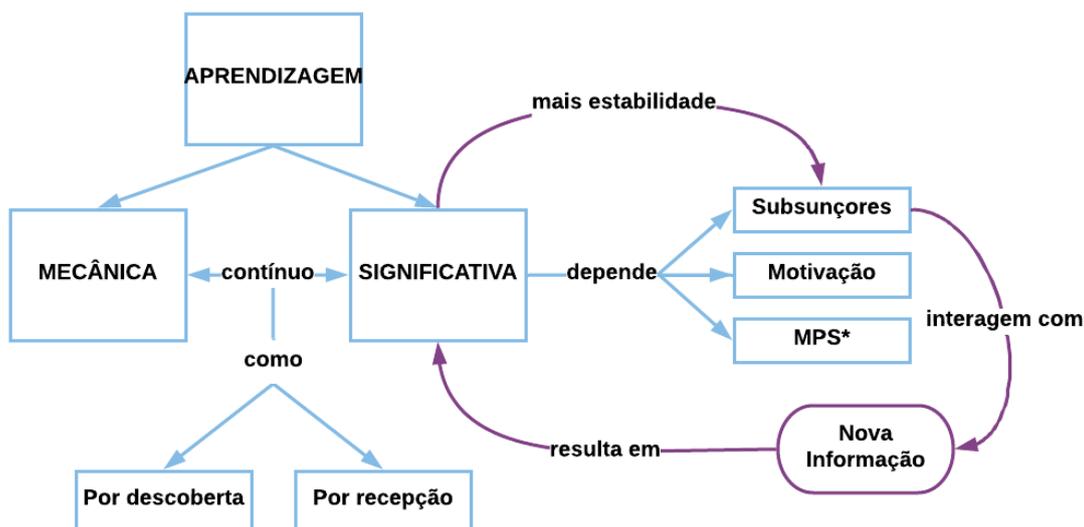
a) **A motivação** é uma das principais pontuações para a ocorrência da Aprendizagem Significativa. O discente deve, de alguma forma, estar pré-disposto a aprender, a buscar o estabelecimento das ligações corretas do conceito novo com o Subsunçor ideal. Tal motivação é o ponto mais complicado de ser conseguido e tem se mostrado o gargalo para todas as teorias de aprendizagem existentes.

b) **Material Potencialmente Significativo (MPS)** é outro ponto que deve ser considerado e que tem grande influência no contexto desta teoria de aprendizagem permitindo que o discente desenvolva as relações corretas. Quando falamos deste tipo de material observamos que este não deve ser necessariamente algo físico, mas sim algo que tenha significado lógico para o estudante.

c) **O material ou conteúdo deve se relacionar com os Subsúnciores** do aluno, de acordo com Moreira (2011, p. 08): “[...] o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não- literal.”

A motivação é um aspecto que varia de acordo com as relações estabelecidas, sendo complexa e de estudo no campo humanístico, sendo assim, a problemática do Material Potencialmente Significativo tem sido tratada de maneira incansável, na busca pela resolução deste entrave para o alcance da Aprendizagem Significativa. Observemos, agora, um mapa conceitual resumindo o que foi visto até agora.

Figura 2 – Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte Autor.

Uma vez apresentados os principais aspectos da teoria de Ausubel, bem como, a descrição de um ambiente para a aprendizagem desejada, é importante ressaltar as

vantagens ou o que se espera quando alcançamos a Aprendizagem Significativa. Conforme, Novak (1980, p. 61 apud MORAES, 2007, p. 7):

- a) Os conhecimentos construídos permanecem por maior tempo na estrutura cognitiva. Mesmo esquecidas, deixam um rastro, tornando o processo de reaprender ou lembrar otimizado;
- b) O processo de Aprendizagem Significativa reiteradas vezes ocasionará no fortalecimento contínuo dos Subsunoçores do indivíduo. O que facilitará posteriores processos de aprendizagem;
- c) O indivíduo apresenta versatilidade em aplicar os conhecimentos em outros problemas e contextos.

Retomando a Figura 1, é possível observar que a Nova Informação em sua forma literal passa pela ‘caixa’ dos recursos didáticos, como o objetivo de torná-la substantiva, e então se ajusta à estrutura cognitiva do aprendiz de forma Significativa. De forma geral, é possível combinar tantos recursos didáticos quanto à imaginação e a técnica permitirem. Este é, portanto, o desafio do docente; empregar técnicas que facilitem a aprendizagem e manter os alunos motivados. Nesse trabalho, buscamos atender aos pontos mencionado através da experimentação e das metodologias: *Peer Instruction* (Instrução por Pares); e Prever, Observar e Explicar – POE. Ambas tornar-se-ão explícitas no decorrer do trabalho.

1.4 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa

O método de *Peer Instruction* (Instrução por Pares ou Instrução pelos Colegas) consiste em uma metodologia desenvolvida pelo professor Eric Mazur, objetivando que os alunos interajam entre si construindo, dessa forma, sua aprendizagem. Rompendo com os modelos mais tradicionais e tornando o aluno ator em seu processo de aprendizagem. Trata-se, portanto, de uma metodologia de ensino Ativa.

De acordo Müller et. al (2017) a metodologia de PI é centrada no estudante e faz parte do grande rol de contextos da aplicação da aprendizagem ativa.

“O Peer Instruction é uma metodologia de ensino ativa centrada no estudante (active student-centered pedagogy) desenvolvida no início da década de 90 do século passado pelo professor de Física Eric Mazur da Universidade de Harvard. Desde sua criação, o Peer Instruction vem ganhando destaque internacional por sua capacidade de engajar ativamente os estudantes durante o processo de aprendizagem, de intensificar a aprendizagem conceitual, além de desenvolver habilidades sociais e cognitivas” (Müller et. al, 2017)

Embora a teoria seja nova, a aprendizagem por pares é aplicada largamente e tem grande potencial científico, desta maneira podemos observar por meio da pesquisa realizada por Müller et. al que as práticas se aplicam a vários contextos educacionais, mesmo que haja ainda os gaps da literatura, como definem os autores.

De acordo com Araújo et. al (2017) no método *Peer Instruction* ocorrem os seguintes passos:

“Durante a aula, onde será trabalhado o assunto da leitura realizada pelos alunos, podem ocorrer os seguintes passos:

1. O professor realiza uma exposição oral, de aproximadamente 15 minutos, sobre os elementos mais importantes do tópico a ser trabalhado.
2. É proposto um teste conceitual, de múltipla escolha, a respeito do tema apresentado na exposição oral. Os alunos refletem sobre o teste conceitual, individualmente, de maneira silenciosa, durante 1 a 2 minutos.
3. Cada estudante decide qual é a opção correta e registra sua resposta, mostrando-a ao professor, que fará a distribuição de acertos da turma. Quando menos de 30% da turma acerta a resposta, o professor deve repetir o passo 1.
4. Quando entre 30% e 70% da turma escolhe a resposta correta, o professor abre espaço para discussão entre os alunos. Em duplas ou em pequenos grupos, os estudantes são encorajados a discutir suas respostas com os colegas, durante 2 a 4 minutos. Por outro lado, caso mais de 70% da turma acerte a questão, o professor explica rapidamente a resposta correta e, a seguir, propõe outro teste conceitual sobre o mesmo assunto.
5. Após a discussão, os estudantes registram novamente suas respostas, que podem ou não terem sido alteradas pela interação com os colegas, apresentando as ao professor. Espera-se que, após as interações entre os colegas, a frequência de acertos ultrapasse 70%. Desse modo, o professor pode passar para outro teste conceitual, repetindo os procedimentos enquanto houver tempo disponível de aula.” – (ARAÚJO et al., 2017, p. 02; KIELT et al., 2017).

A princípio a metodologia possui maior espectro de aplicação no âmbito da educação superior. Há, portanto, grande escassez de trabalhos publicados utilizando a metodologia no ensino médio, conforme Araújo et. al (2017).

Ao trabalharmos com os materiais didáticos de baixo custo, somos levados ao pouco aproveitamento destes equipamentos, subjugando os aspectos conceituais e nos concentrando cada vez mais na sua construção. A edificação de uma ideia de experimento é sempre bem recebida, no entanto podemos aproveitar objetos simples, em termos de construção de equipamentos, e explorar conteúdos bem relacionados (AXT; MOREIRA, 1991).

1.5 Relações Básicas na Teoria da Aprendizagem significativa

Ao se deparar com baixo rendimento e alunos desmotivados, a comunidade acadêmica volta-se para investigações no Ensino de Física. Em busca de novas metodologias que proporcionem uma melhor experiência de ensino/aprendizagem. Nesse contexto, nos anos de 1980, na Universidade de Pittsburgh, Champagne, Klopfer e Anderson et al., propõe o método: Demonstração, Observação e Explicação – DOE. Atualmente chamada do Previsão. Observação e Explicação – POE. Em ambos os casos, o método é dividido em três etapas.

Na primeira etapa o aluno, a partir de uma dada situação ou problema, deve prever os resultados. Na segunda etapa, os alunos de fato observam o determinado fenômeno e registram suas impressões. Na terceira etapa, podem confrontar suas previsões com as observações e buscar uma nova explicação.

Dessa forma, o POE se mostra uma excelente alternativa metodológica para ser empregada ao ensino de ciências, sobretudo em aulas experimentais. Suas etapas se coadunam com as práticas experimentais tornando as aulas mais dinâmicas. Forçando os alunos a adotarem uma postura investigativa, e, portanto, terem uma atuação mais ativa em seu processo de aprendizagem. Dessa forma, proporcionando um ambiente para Aprendizagem Significativa.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS E CONHECIMENTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS – A FÍSICA TÉRMICA

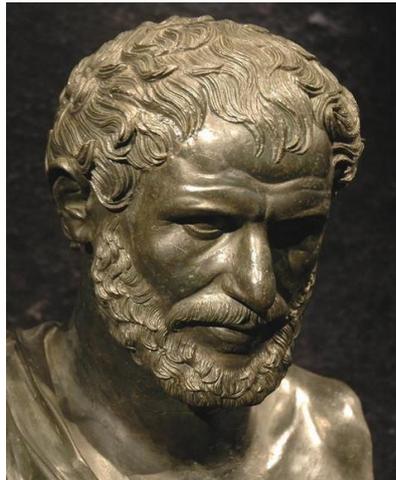
A seguir apresentamos uma discussão a respeito dos conteúdos de Física utilizados neste trabalho. Abordando, os conteúdos de Termologia, com o objetivo de fornecermos subsídios para a compreensão e aplicação do trabalho.

2.1 Os primórdios do conhecimento atômico

O conhecimento Físico do mundo tem base nas construções empíricas e teóricas, no entanto, para observar as manifestações da natureza que queremos não precisamos dispor de grandes laboratórios. Podemos nos deparar com a dilatação das dimensões dos corpos, em qualquer estado físico, desde que tenhamos olhos atentos às mudanças cotidianas que nos acompanham.

Sabemos hoje, com base nos conhecimentos que acumulamos ao longo do tempo, que a realidade que observamos no mundo macroscópico é parte daquilo que acontece no mundo microscópico. Os gregos antigos já tinham em mente essa ideia de que os sentidos não podem ser utilizados para investigar a estrutura real do Universo. Heráclito (Figura 3) atribui um fluxo contínuo à natureza, ou seja, um processo em constante transformação, uma mudança inevitável que não nos permitiria ser a mesma coisa em dois instantes diferentes. (Pires, 2010)

Figura 2 – Imagem de Estátua representativa de Heráclito.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-37-Heraclito-de-Efeso_fig9_315611613

A ciência, por meio de suas investigações sobre o conteúdo da natureza, nos informou que apesar da visão humana enxergar os objetos sob a forma de uma matéria contínua, com o aspecto totalmente suave, existem pontos granulares que constituem as coisas e seres, estes são chamados de indivisíveis ou ainda na linguagem grega, os conhecidos *átomos*.

Esta ideia de *átomos* surgiu em oposição às teorias gregas antigas que afirmavam que os compostos da natureza eram formados por quatro elementos contínuos e fundamentais (Nicolson, 1983). Dessa forma um lápis, ou qualquer objeto cotidiano, seria composto por uma soma de proporções deste número de elementos fundamentais que o constituiriam e dariam a este a característica de lápis que conhecemos por meio do sentido da visão ou dos outros que temos.

Na visão atomista dita acima o mesmo lápis poderia ser dividido um número finito de vezes. Na primeira vez o dividiríamos pela metade, na segunda vez uma destas partes seria dividida novamente pela metade, tendo assim uma porção menor ainda do lápis em questão. Ao fazer isto diversas vezes chegaríamos a uma pequena quantidade de matéria em que esta divisão não seria mais possível, pois a unidade fundamental e indivisível deste objeto já teria sido alcançada.

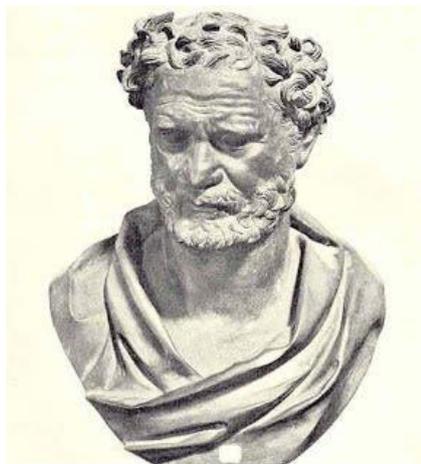
A visão atomista foi fundada por Demócrito (Figura 4) e Leucipo (Figura 5), e sofreu muitas mudanças até chegarmos ao que conhecemos hoje como estrutura fundamental da matéria. De acordo com Ponczek (2002) o atomismo é baseado na existência de apenas dois aspectos fundamentais, os átomos e o vácuo. A negação da

existência do vácuo era colocada como ponto fundamental das teorias de Aristóteles, tal como assevera Campos e Ricardo (2012). Os aspectos principais do atomismo grego podem ser resumidos no seguinte fragmento do texto produzido pelo autor:

“A base do atomismo é que existem apenas duas coisas: átomos e o vácuo. O mundo é, assim, composto de matéria imersa num vazio total. Com esta concepção, pode-se imaginar uma realidade dinâmica – e, portanto, mutável – composta de pequenas partes imutáveis e indivisíveis que se combinam *ad infinitum*.” (PONCZEK, 2002, p. 58).

Desde a época dos pensadores gregos temos uma porção de ideias sobre os conceitos que circundam a natureza e que evoluíram até chegar as formulações que conhecemos hoje e que estudaremos adiante.

Figura 3 – Demócrito, um dos principais responsáveis pela concepção da ideia de atomismo da matéria.



Fonte: <https://filosofianaescola.com/filosofos/democrito/>

Figura 4 – Leucipo, que junto com Demócrito criou as bases da indivisibilidade da matéria.



Fonte: http://www.laifi.com/laifi.php?id_laifi=4122&idC=68498#

Logicamente a visão atomista do mundo foi a que se consolidou, esta foi posta à prova e foi refinada, até chegar ao modelo atômico que usamos atualmente. No início estes indivisíveis eram partículas que, como o nome sugere, não tinham nenhuma subdivisão, faziam parte da composição de qualquer coisa existente na natureza ou ainda aquelas que só faziam parte do modelo elaborado pela mente de alguns teóricos. A alma dos seres humanos seria composta por átomos, segundo algumas descrições, e estes se esvairiam e esgotariam dos corpos das pessoas com o passar do tempo.

Este modelo, com todas essas nuances, não é o correto para explicar os fenômenos da física contemporânea que não trazem consigo o conceito de alma ou mesmo outros que eram aceitos como verdades absolutas, porém a ideia de algo indivisível nos corpos é importante, a indivisibilidade da matéria.

Os átomos de hoje são compostos por três partículas que tem outras características importantes. Estas unidades da matéria vibram constantemente com uma energia cinética. E esta característica microscópica dos átomos (o movimento destas unidades de matéria), pode ser evidenciada macroscopicamente.

A primeira constatação dos átomos e a consequência de sua existência é em muitos casos atribuída a Antoine Lavoisier (1743 – 1794) sendo considerado hoje o pai da Química moderna. O enunciado da lei de conservação da massa nas reações químicas pode ser bastante conhecido, no entanto é bem mais amplo do que o seu descobridor projetou no início de suas pesquisas com relação a medida de massa antes e depois das reações químicas.

“Verificou-se mais tarde que esta descoberta não é apenas uma lei restrita à Química, mas que ela está contida num dos princípios mais importantes de toda a Física, pois, como será mostrado, ela é o fundamento de um princípio de conservação formulado um século e meio mais tarde, no contexto da teoria da relatividade, por Albert Einstein.” (BAPTISTA, 2006, p. 543).

Esta definição dada por Lavoisier é resultado da recombinação dos átomos durante as reações químicas, conservando a massa total existente, mas modificando as características dos materiais envolvidos.

2.2 Temperatura dos corpos

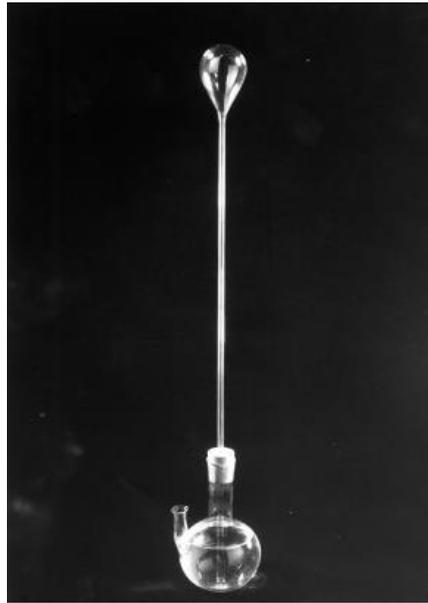
A temperatura é uma grandeza que pode ser medida e pode ser entendida como uma evidência das manifestações atômicas. Portanto, podemos medir a energia cinética total dos átomos e moléculas que compõem um corpo e obter a grandeza que conhecemos como temperatura. Ou ainda o grau de agitação das moléculas de um corpo.

A temperatura, em nível mais abrangente, determina o estado térmico de um determinado corpo, de uma substância em determinado estado físico, ou ainda de um conjunto mais complexo que contém não somente uma fase da matéria, porém uma combinação destas para uma mesma substância.

Uma das primeiras pessoas a realizar estudos sobre a medida da temperatura de um corpo foi o grande experimentador Galileu Galilei (1564 – 1642) que, em 1592, construiu os primeiros termoscópios, instrumentos de medição qualitativa da temperatura.

O termoscópio de Galileu consistia em um bulbo de vidro terminado em um longo tubo, fino, cuja extremidade era introduzida em um recipiente que continha uma mistura de água e corante (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006, p 103). A parte que conhecemos como bulbo é preenchida com ar que pode ser aquecido ou resfriado de forma que tenhamos uma variação na coluna de líquido que permanece em equilíbrio (Figura 6).

Figura 5 – Versão de um Termoscópio similar ao que foi utilizado por Galileu Galilei.



Fonte: <https://www.tudoporemail.com.br/content.aspx?emailid=15755>

Este sistema pode ser acompanhado de uma escala, através da qual podemos inferir um grau de aquecimento de um objeto específico, daí termos um termômetro.

A partir de um termoscópio é possível construir várias escalas termométricas conforme as propriedades do líquido termométrico e o material utilizado para como referência para os pontos iniciais e finais da escala. Durante o século XVIII havia grande dificuldade nas interpretações de resultados de um país para o outro, registravam-se na Europa 27 escalas diferentes (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006, p 104). Até que em 1794 ficou definido que o grau termométrico seria a centésima parte entre o ponto fusão do gelo e de ebulição da água.

Outras escalas termométricas foram utilizadas ao longo dos anos, como a escala Fahrenheit, utilizado em países de língua inglesa, e Kelvin, utilizada no contexto acadêmico. Já a escala Celsius, utilizada em nosso país, tem especial importância, visto que, essas medidas nos fazem sentido. Afinal, a partir da medida de 50°F ou 50K não somos capazes de saber imediatamente se está quente ou frio.

Pela definição de temperatura, deve existir uma escala absoluta, que represente “real” o grau de agitação das moléculas. Tal como asseveram Pires, Afonso e Chaves (2006) foi Lord Kelvin quem teorizou a existência de uma escala absoluta de temperaturas que indicasse um zero, em que a agitação molecular fosse igualmente nula. Ao diminuir a pressão de um gás em um termoscópio pelo valor de $1/273$ a temperatura

registrada caia de 0°C para -1°C o que indicava que na temperatura de -273°C a medida de temperatura seria nula na escala absoluta.

“Kelvin verificou que a pressão de um gás diminuía de $1/273$ do valor inicial quando resfriado a volume constante de 0°C a -1°C . Concluiu, então que a pressão seria nula quando o gás estivesse a -273°C . Como a pressão do gás é devida ao bombardeio das moléculas sobre as paredes do recipiente, no estado térmico de pressão nula, as moléculas do gás deveriam estar em repouso. Se a temperatura é uma medida do grau de agitação das moléculas, ela deve ser nula quando a agitação for nula. A escala absoluta criada por Kelvin tem origem (zero) no zero absoluto e adota como unidade o kelvin (símbolo K) cuja extensão por definição é igual à do grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Comparando as indicações da escala Celsius e da escala absoluta Kelvin, para um mesmo estado térmico, nota-se que a temperatura absoluta é sempre $273,15$ unidades mais alta que a temperatura Celsius correspondente.” (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006, p 105).

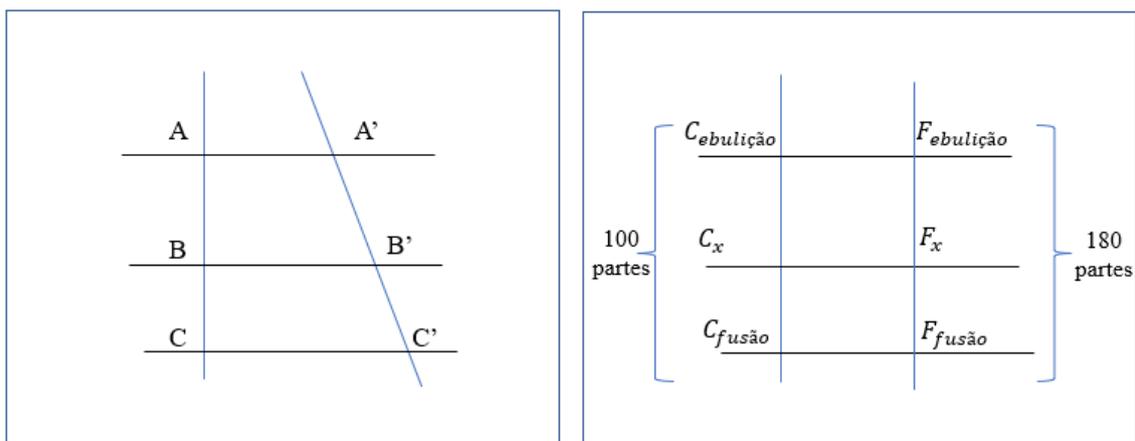
Uma vez estabelecida a definição de temperatura, resta agora, uma discussão a respeito do método para aferir tal grandeza. A medição de temperatura consiste estabelecer uma relação entre temperatura e dilatação do líquido ou material em que se baseia o termômetro ($x = T$), x é chamado de grandeza termométrica. Desta associação tem-se,

$$T(x) = ax + b \quad (2.1)$$

Em que a é uma constante. Em geral a dilatação do líquido empregado no termômetro é não linear, no entanto, para pequenas variações de temperatura pode-se tomar uma relação linear (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006, p 103). Escolhem-se pontos de referência, para definir os extremos da escala, geralmente ponto de tríplice e ponto de ebulição da água, respectivamente. Em seguida divide-se a escala em várias partes, as graduações.

Após a definição de uma escala termométrica arbitrária é possível determinar equações matemáticas de transformação, podendo relacionar duas ou mais escalas. O método para construção de equações de conversão entre diferentes escalas termométricas é o Teorema de Tales. Utilizado no contexto da Geometria para determinar proporções entre retas paralelas ou semelhança entre triângulos. Dadas duas retas, as quais se queira estabelecer relações de proporção, traça-se três ou mais retas paralelas de modo que interceptem as duas primeiras, conforme a Figura 6, abaixo:

Figura 6 – Relações básicas do Teorema de Tales.



Fonte: Autor

Dessa forma, é possível relacionar os AB, AC e BC com os segmentos A'B', A'C' e B'C', conforme Equação 2.2.

$$\frac{AB}{BC} = \frac{A'B'}{B'C'} \quad (2.2)$$

Note, que a desigualdade do comprimento das retas azuis, que se quer determinar as relações de proporcionalidade, é evidenciada através da Figura 6 a esquerda pelo não paralelismo. De sorte que, no caso das escalas, à direita, pela diferença da quantidade dos pontos entre duas escalas. Já as retas paralelas, correspondem aos iguais pontos de referência das escalas (ponto de fusão e ebulição).

2.3 Dilatação dos corpos

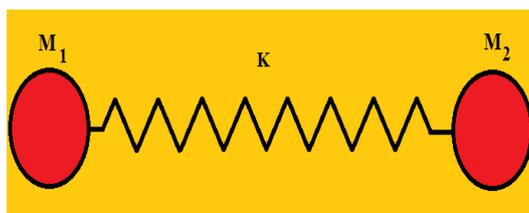
Em alguns casos podemos notar as variações da temperatura dos corpos a olho nu, por exemplo, podemos aquecer moderadamente a superfície externa recipiente contendo um gás, tal como um bulbo, e obter a variação de volume visível deste. É de se pensar que ao aumentarmos a temperatura dos corpos seja natural que os constituintes da matéria assumam posições de equilíbrio diferentes daquelas que tinham quando a energia cinética era menor. Como consequência as moléculas e átomos de um corpo deverão ficar mais distantes uns dos outros, já que as colisões entre estes constituintes da matéria serão mais violentas e mais frequentes.

Embora possamos observar esta variação de volume em um gás, não podemos verificar tão facilmente as mesmas manifestações visíveis em um sólido ou ainda em

um líquido, pois estes dois últimos estados físicos estão mais fortemente ligados que o dos gases, sendo necessárias maiores energias para causar dilatações semelhantes.

Para exemplificar e comprovar teoricamente as afirmações acima fixaremos nossa atenção no modelo de partículas como da Figura 7.

Figura 7 – Modelo unidimensional das partículas de um corpo.



Fonte: Autor

Estas duas partículas possuem massas M_1 e M_2 podendo ser iguais ou não, de acordo com o sistema de moléculas que compõe o corpo. Neste modelo as partículas possuem um vínculo que na verdade pode ser considerada uma mola de constante elástica K .

Aqui a Energia Cinética destas duas partículas será transferida e armazenada na forma de Energia Potencial Elástica. Tem-se assim a igualdade dessas duas energias na situação em que a temperatura é T_1 e para duas partículas $N = 2$. De acordo com Nussenzveig (2002, p. 250) temos então a seguinte equação de igualdade.

$$\frac{3}{2} N k_B T_1 = \frac{1}{2} K x_1^2 \quad (2.3a)$$

$$x_1^2 = \frac{6 k_B T_1}{K} \quad (2.3b)$$

Após a evolução da temperatura para um novo valor T_2 , maior que a temperatura anterior, e sabendo que alguns parâmetros como a massa das partículas, a constante elástica da mola e a Constante de Boltzmann k_B se manterão constantes. Para que toda a energia seja armazenada na forma de energia potencial devemos ter uma nova posição de equilíbrio que deverá ser mais alongada. Refletindo assim na dilatação macroscópica do material.

Dessa forma tem-se:

$$x_2^2 = \frac{6k_B T_2}{K} \quad (2.4a)$$

Com:

$$x_2 > x_1 \quad (2.4b)$$

Poderíamos facilmente nos questionar o porquê de não vermos, a olho desequipado, o objeto aumentando e diminuindo as suas dimensões em forma periódica. A resposta é obtida ao considerarmos o grande número de partículas, da ordem de 10^{23} constituintes fundamentais do corpo, assim a média geral dos osciladores, reflete o afastamento. Soma-se a isso as forças de repulsão e atração, com origem principalmente elétrica, que atuam entre estes osciladores, possibilitando que os objetos sólidos tenham estabilidade mecânica para manterem-se firmes ao seu volume.

O sistema descrito anteriormente é muito simplificado, mas exemplifica o que é a dilatação térmica a nível microscópico. Não deixamos de abordar o nível molecular, mas não nos aprofundamos em pontos de maior dificuldade e que não podem ser desenvolvidos devido à dificuldade matemática envolvida no tema, tais como o calor específico de sólidos cristalinos a volume constante, ou ainda os ensembles de Física estatística que podem ser encontrados em bibliografias específicas tais como Salinas (2008).

Cabe-nos, utilizando dos mesmos argumentos tratados até aqui, desenvolver formas de conectar estas ideias com os pontos que conhecemos como os macroscópicos, ou ainda aqueles que podem ser medidos. Exemplos destas grandezas macroscópicas são o comprimento de uma haste, a área de uma placa, ou o volume de um sólido geométrico. A variação dessas grandezas, como veremos nos próximos parágrafos, são reflexos e consequências da constituição do corpo em nível microscópico.

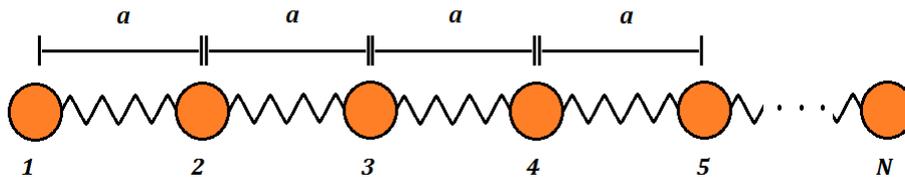
Podemos considerar um sólido, em especial os cristalinos, como um conjunto de partículas que estão dispostas com distâncias interatômicas aproximadamente constantes, denominaremos esta variável por a . Essa grandeza, pode variar à medida que aumentamos ou diminuimos a temperatura deste corpo, variando também a distância dos átomos.

Os átomos deste corpo aumentam a distância entre seus vizinhos por uma constante de proporcionalidade dada por α , que será uma característica dos materiais, ou seja, quanto maior for o valor desta constante para diferentes materiais, maior será o valor da variação da distância interatômica para uma mesma variação de temperatura.

Como observamos anteriormente o aumento ou a diminuição da temperatura influencia a nova posição de equilíbrio entre as partículas (KITTEL, 1978, p. 52), e nada mais justo que levar este fator em consideração na hora de contabilizar uma variação macroscópica do comprimento de um sólido como estamos fazendo aqui.

A Figura 8 elucida o que foi colocado até então, observe que o mesmo modelo de oscilador pode ser utilizado como já foi descrito até então, pois as partículas ainda vibram da mesma forma como antes. No entanto, ao invés de nos restringirmos apenas a duas partículas fizemos uma extrapolação unidimensional para N partículas, tal como vemos.

Figura 8 – Modelo unidimensional de partículas.



Fonte: Autor.

Caso quisermos saber a variação da distância interatômica entre duas partículas consecutivas, basta que consideremos uma relação de proporcionalidade entre essa grandeza e os valores de variação de temperatura, assim como fomos induzidos a pensar quando introduzimos a constante de proporcionalidade α . Assim:

$$\Delta a = a \alpha \Delta T \quad (2.5)$$

Podemos somar todos estes valores de variação para todos os N átomos presentes no sólido e obteremos resultados muito importantes do ponto de vista prático:

$$\sum_{j=1}^{N-1} \Delta a_j = [(N - 1)a] \alpha \Delta T \quad (2.6)$$

O termo que foi mostrado entre colchetes pode ser identificado como o comprimento inicial do sólido tal como é deduzido da Figura 8. Da mesma forma o somatório das variações de distâncias interatômicas também pode ser identificado como a variação de comprimento do próprio sólido cristalino. Dessa forma, podemos escrever de maneira simples a equação que caracteriza a manifestação microscópica da matéria no aumento ou diminuição das dimensões de um corpo ou porção de matéria tal como:

$$\Delta L = L_o \alpha \Delta T \quad (2.7)$$

Analisaremos esta equação e suas análogas para as outras duas dimensões adicionais, no entanto, alguns dos raciocínios que serão empregados para o caso linear também são aplicados também para o caso superficial e volumétrico.

A equação (1) pode ser entendida como uma forma de contabilizar a dilatação de um corpo que sofre uma variação de temperatura ΔT conhecida e medida por meio das mais variadas formas de medição dessa grandeza extensiva.

Conectamos esta grandeza de dilatação com a distância interatômica dos átomos constituintes em um corpo, logicamente esta característica intrínseca do material do qual é feito o objeto deveria se manifestar em uma determinada parte de nossa equação e vemos isto quando tratamos do coeficiente de dilatação linear dos objetos, α .

É de se esperar que para cada material tenhamos um valor diferente para o coeficiente de dilatação linear, não podemos esperar que átomos diferentes tenham forças intermoleculares iguais e isto é refletido macroscopicamente por meio dessa grandeza. Isto de fato ocorre, e podemos verificar isto por meio da tabela abaixo, onde vemos o coeficiente de dilatação para diferentes materiais.

Os objetos que são feitos de mesmo material, mas que tem o comprimento inicial diferente mostram dilatações de valor diferente, isto porque a variação de comprimento é diretamente proporcional ao comprimento inicial do corpo. Se levarmos em conta que a dilatação macroscópica é um reflexo da nova posição de equilíbrio dos átomos do sólido e assumirmos que materiais de maiores comprimentos terão mais átomos mudando de posição e se distanciando ou se aproximando conseguiremos entender o porquê desta consequência.

Para os fenômenos de dilatação de superfície e volume teremos equações semelhantes à (1), estas mudam em certas variáveis. No entanto, os resultados e as interpretações são semelhantes como ressaltamos anteriormente. Assim

$$\Delta A = A_o \beta \Delta T \quad (2.8)$$

Aqui a dilatação se contabiliza no âmbito da superfície, ou seja, na área de uma superfície qualquer. Novamente, temos um coeficiente que aparece na equação (2), este nos remete ao coeficiente de dilatação linear apresentado anteriormente, e β é sempre o dobro do valor de α .

Além dessas duas não podemos esquecer que a terceira dimensão de um corpo, o volume também é modificado quando se alteram os valores de temperatura deste objeto. Entretanto, não precisamos versar muito sobre esta, pois como já salientado, os argumentos que foram desenvolvidos até agora se aplicam a qualquer das demais dimensões de um corpo. Logo, temos:

$$\Delta V = V_o \gamma \Delta T \quad (2.9)$$

Embora exista um chamado coeficiente de dilatação volumétrica ainda é possível uma relação deste com o coeficiente de dilatação linear, já que, γ é o triplo do valor de α , desta forma o que precisamos saber em um material, quando quisermos saber se este é um bom ou mau dilatador, é simplesmente o seu coeficiente de dilatação linear que refletirá a sua capacidade de dilatação para uma variação de temperatura.

Vale ressaltar que na maioria das vezes estes três fenômenos são estudados separadamente, mas isto não quer dizer que aconteçam também de forma isolada, esta separação é puramente didática, não refletindo a natureza do fenômeno. Não é possível que ocorra a dilatação apenas na dimensão linear, ou superficial ou ainda volumétrica, a ocorrência é simultânea sendo em certos casos mais pronunciada que em outros.

As aplicações e consequências para este efeito de dilatação térmica são as mais variadas possíveis, indo desde a separação de duas placas cerâmicas em um piso mal planejado até rachaduras em estruturas importantes e sensíveis como pontes e prédios. Falaremos destas consequências e as relacionaremos com os experimentos propostos neste trabalho.

2.4 Calor

As primeiras tentativas de descrever o calor surgem ainda com os filósofos gregos. Arquimedes associava quatro propriedades aos elementos fundamentais (fogo; água; ar; terra), respectivamente: quente, frio, úmido e seco. Platão associava a ideia de calor ao fogo (CINDRA; TEIXEIRA, 2004), sendo, portanto, noções ligadas aos nossos sentidos. Afinal, em um dia muito ‘quente’ um banho de piscina (água/frio) é capaz de amenizar sensação térmica, por outro lado, em um dia frio o ideal é ficar próximo a uma fogueira (fogo/quente). Contudo, as noções de gregos estão bem distantes do conceito contemporâneo de calor.

As ideias de calor e temperatura não devem se confundir, pois, ainda no século XVI Galileu Galilei já havia desenvolvido um termoscópio (espécie de termômetro), dessa forma, a temperatura já era associada as noções de quente e frio (PINHO; ANDRADE, 2002, p. 139).

De forma genérica, ao colocar dois corpos com temperaturas diferentes em contato é possível perceber que ao final do processo os dois corpos tendem a ficar com a mesma temperatura. Restava, para a comunidade científica da época, determinar quais mecanismos físicos intermedeiam tal fenômeno.

O físico e químico alemão George Sthäl (1659 – 1734) usou uma substância chamada *flogístico* para explicar os fenômenos de combustão. Assim, os corpos combustíveis, por exemplo, carvão, possuem grande quantidade flogístico e durante a queima liberam tal substância. Ao cessar a combustão, cessa-se o flogístico (GOMES; FORATO; SILVA, 2012). Ideia mais tarde desconstruída por Lavoisier em um experimento no qual assistiu uma combustão em num recipiente fechado medindo as massas das substâncias. Concluindo que a combustão consiste em uma combinação entre oxigênio e a substância, excluindo a possibilidade do flogístico.

Análogo a um fluido que escoar de um ponto de maior para o de menor pressão, ‘algo’ também deveria escoar do corpo de maior para o de menor temperatura. Esse fluido foi chamado por Lavoisier de *calórico*, teoria amplamente aceita na época. O calórico possuía algumas propriedades, ou mesmo, sua existência é admitida sob alguns postulados:

“1 - O calórico é um fluido elástico que permeia as substâncias, sendo que suas partículas constituintes se repelem mutuamente e são atraídas pelos constituintes de outras substâncias;

2 - Durante um processo físico, o calórico não pode ser criado nem destruído sendo, portanto, conservado. Isto mostra que o calórico tem massa e que esta se conserva durante um processo físico;

3 - Existem dois tipos de calórico: sensível e latente. O calórico sensível (livre ou perceptível) é a espécie de calórico cuja transformação está associada à variação da temperatura. O calórico latente não está ligado à alteração da temperatura. Todo corpo (sistema) tem dentro de si uma quantidade de calórico denominada de calórico absoluto, que é a soma dos calóricos sensível e latente;

4 - O calórico sensível escoa de um corpo quente para um corpo mais frio, quando esses corpos são colocados em contato térmico (parede diatérmica).” (PÁDUA; PÁDUA; MARTINS, 2009).

Entretanto, cientistas como Isaac Newton (1643 – 1727), Robert Hooke (1635 – 1703) e Francis Bacon (1561 – 1626) eram contrários à teoria. Para eles o calor era oriundo da vibração dos átomos/partículas constituintes da matéria, contrapondo-se a teoria do calórico. Após a derrocada da teoria do flogístico, restaram apenas duas teorias para explicar o calor: Teoria Mecânica do Calor e Teoria do Calórico (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009). Nota-se, também, a lacuna em relação a qual classe de grandeza física (força; energia; vetor; escalar; e etc) pertenceria o calor.

Os mecanicistas questionavam a teoria do calórico, com o caso em que dois corpos entram em atrito e geram calor (PONZEC, 2002). Além disso, Benjamin Thompson (1753 – 1814), já havia demonstrado experimentalmente, a impossibilidade de detectar tal fluido, tendo em vista, o princípio da conservação das massas.

Ainda assim, os defensores da teoria do calórico, argumentaram que: para o primeiro caso, o calórico estaria armazenado nos corpos semelhantemente à água em uma esponja e mediante atrito, o calórico seria espremido para ‘fora’; para o segundo caso, o calórico apresentaria propriedades semelhantes às do éter, elemento sem massa e indetectável.

Thompson enquanto trabalhava com perfurações de canhões na Baviera percebeu a natureza mecânica do calor, e realizou uma série de experimentos para observar a produção de calor pelo atrito. Thompson ficou impressionado com a quantidade de calor gerada nas brocas após as perfurações dos canhões.

“Fiquei impressionado com o grau muito considerável de calor que um canhão de bronze adquire, em um curto tempo, ao ser perfurado, e com o

calor ainda mais intenso (muito mais elevado do que o da água em ebulição, como descobri pela experimentação) das aparas metálicas dele separadas pela furadeira.” (NUSSENZVEIG, 2012, p. 167).

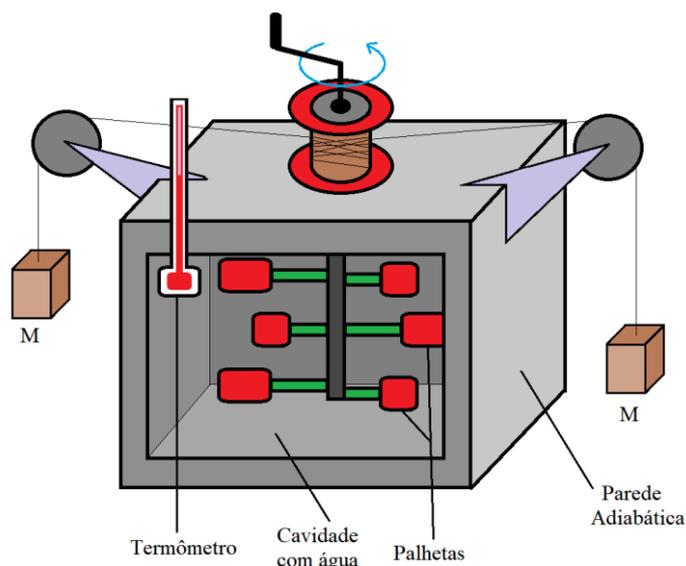
A quantidade de calor observada por Thompson o fez perceber que caso o calórico existisse no interior dos corpos, deveria existir em quantidades ‘quase’ infinitas. Assim, Thompson conclui que o calor é oriundo de origem mecânica.

“É desnecessário acrescentar que qualquer coisa que qualquer corpo isolado, ou sistema de corpos, pode continuar a fornecer sem limitação, não pode possivelmente ser uma substância material, parece-me ser extremamente difícil, se não impossível, formar qualquer ideia distinta de qualquer coisa capaz de ser excitada e comunicada na forma em que o calor foi excitado e comunicado nessas experiências, a não ser o MOVIMENTO.” (NUSSENZVEIG, P. 168, 2012).

A teoria do calórico começa a perder força e toma forma a teoria mecânica do calor. Sendo, portanto, o calor produto da conversão do trabalho realizado pela perfuração do canhão.

Finalmente no século XIX, Sir James Prescott Joule (1818 - 1889) desenvolveu um experimento no qual determinou a equivalência entre trabalho e calor. O experimento de Joule consiste em um agitador imerso em um recipiente de paredes adiabáticas com água dois blocos dispostos como uma ‘gangorra’, que geram a força motriz do agitador. Possibilitando associar a energia potencial e o trabalho realizado pelos blocos ao aumento de temperatura na água, por consequência o calor (Figura 9). Devido equivalência entre trabalho/energia potencial: o calor é uma forma de energia!

Figura 9 – Esquema simplificado do Experimento de Joule para o equivalente mecânico do calor



Fonte: Autor.

Dessa forma, para alterar a temperatura de um corpo é necessário que este troque calor, isto é: ou recebe calor, provocando aumento de temperatura, ou perde calor, diminuição de temperatura, esta forma de calor recebe o nome de *Calor Sensível*. Durante a mudança de fase dos materiais também há a necessidade de troca de calor, contudo, neste caso não há variação de temperatura, esta forma de calor recebe o nome de *Calor Latente*.

2.5. Aspectos Teóricos da Temperatura e equilíbrio térmico (a Lei Zero da Termodinâmica)

Vamos iniciar nossa discussão através de uma situação-problema. Tomando uma bola de basquete murcha expondo-a ao sol em um dia quente, após algum tempo a bola estará 'cheia'. A bola de basquete experimentou algumas mudanças em pelo menos três variáveis, chamadas coordenadas termodinâmicas: pressão, volume e temperatura.

A bola cheia implica em uma expansão do volume do gás no interior da bola e por consequência um aumento da pressão, que consiste na força que o gás aplica nas 'paredes' internas da bola. Haverá, também, um aumento de temperatura.

Tomando a bola como um sistema termodinâmico, é possível descrevê-lo a partir da pressão, volume e temperatura. Grandezas associadas a nossas percepções sensoriais, portanto, grandezas macroscópicas. Faz parte da termodinâmica a

conceituação formal dessas coordenadas, bem como, instrumentos capazes de fornecer medidas quantitativas.

Inicialmente as fronteiras de um sistema termodinâmico podem ser de duas naturezas: diatérmica (parede condutora), permite contato térmico e em oposição adiabática (parede isolante).

Dados dois sistemas A e B, compostos por gases ideais, inicialmente isolados (caso 1), são colocados em contato, após algum tempo os sistemas trocam informações e a partir de então suas coordenadas termodinâmicas permanecem estacionárias, isto é, com valores restritos (caso 2) tal como vemos na Figura 10. Tal fenômeno é chamado de *equilíbrio térmico*. Nas palavras de Zeemansky, “equilíbrio térmico é o estado adquirido por dois ou mais sistemas, caracterizados por valores restritos de coordenadas dos sistemas, após eles terem entrado em comunicação entre si através da parede diatérmica”.

Figura 10 – Diferentes casos para o contato dos corpos



Fonte: Autor.

Em termos matemáticos, ao atingir o equilíbrio térmico,

$$(PV)_A = (PV)_B \quad (2.10)$$

Logo,

$$T_A = T_B \quad (2.11)$$

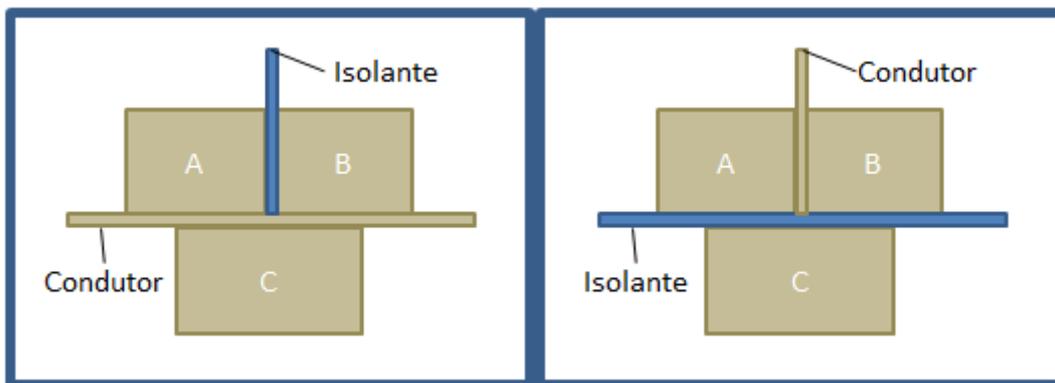
Das relações acima nota-se que a temperatura pode ser medida por meio da pressão ou volume, conforme Equação (2.12).

$$T = \frac{PV}{k} \quad (2.12)$$

Pela relação acima, é possível obter valores de temperatura a partir de instrumentos que meçam a dilatação ou expansão de um líquido ou um gás no interior de um tubo (capilar). Ou mesmo, através de um gás enclausurado em um recipiente de volume constante com um medidor de pressão. Atualmente tem-se uma série de termômetros: de lâmina bimetálica; resistência elétrica; infravermelho; dentre outros.

Adiante na discussão sobre interação de sistemas, dados três sistemas: A, B e C. Se A e B estão em equilíbrio térmico com C, logo A e B também estão em equilíbrio térmico entre si. Tal enunciado é conhecido como Lei Zero da Termodinâmica (Figura 11). Conforme (YOUNG; FREEDMAN, p.181), “a importância dessa lei só foi reconhecida depois que a primeira, a segunda e a terceira lei foram enunciadas. Como essa lei é básica para as demais leis, o nome lei ‘zero’ parece apropriado”.

Figura 11 – A conclusão experimental acerca da Lei Zero da Termodinâmica.



Fonte: Autor.

Na prática a Lei Zero permite que uma enfermeira ao tomar a temperatura (corpo C) de um ou mais pacientes (A, B, etc), possa concluir que esses estão ou não febris. Da discussão podemos concluir:

- Dois sistemas estão em equilíbrio térmico se e somente se possuem a mesma temperatura (YOUNG; FREEDMAN, p 181);

- b) A temperatura de um sistema é uma propriedade que determina se um sistema se encontra ou não em equilíbrio térmico com outros sistemas (ZEMANSKY, p.7).

Portanto, a Lei Zero da Termodinâmica é fundamental para a compreensão e aplicação das medidas de temperatura.

CAPÍTULO 3

A METODOLOGIA APLICADA

No capítulo 3 é apresentada uma breve descrição das metodologias, bem como, sua aplicação no decorrer das sequências de aulas, tanto as aulas expositivas quanto as aulas experimentais. Além disso, há uma descrição da montagem do termoscópio com o intuito de nortear o leitor, quanto à construção do aparato. Apresentamos, também, a descrição do ambiente educacional e do público-alvo.

3.1 Do Produto Educacional

Este Produto Educacional é constituído pelo conjunto de seis aulas, das quais são três aulas expositivas e três aulas experimentais. As aulas expositivas têm por objetivo subsidiarem a construção de Subsunoçores para ancorarem os conhecimentos empreendidos nas aulas experimentais.

Tanto as aulas expositivas quanto as aulas experimentais foram construídas no contexto de metodologias ativas, objetivando a Aprendizagem Significativa. Assim, nas três primeiras aulas expositivas, são trabalhados os conteúdos de Termologia, Dilatação Térmica e Termometria. Para tanto, os alunos receberam textos Pré-aula para garantirmos os conhecimentos prévios para ancorarem os conteúdos tratados na aula em questão. Já as aulas, se desenvolvem a partir da metodologia *Peer Instruction*, estimulando os alunos a dialogarem e proporcionando um ambiente dinâmico. O tempo proposto para as aulas estão entre 30 e 40 minutos. Segue no Quadro 1 o resumo dos planos de aula.

Quadro 1- Resumo das aulas expositivas.

Assunto	Objetivos	Conteúdos
Termologia	Apresentar uma introdução à Termologia.	Conceitos iniciais da Termologia e aspectos quantitativos e qualitativos da temperatura.
Termometria	Apresentar o conceito de temperatura e escalas termométricas.	Apresentação do termoscópio e do termômetro; Construção e aplicações das escalas termométricas;
Dilatação Térmica	Apresentar o conceito de dilatação, sua relação com a temperatura e a descrição matemática.	Grandezas envolvidas na Dilatação Térmica, bem como, descrição matemática e aplicações.

Fonte: Autor.

Concluída a primeira etapa das aulas expositivas, seguimos para as aulas experimentais. Novamente, foram propostas três aulas, a primeira aula é dedicada à construção do Termoscópio. Na segunda aula experimental, o aparato é utilizado para evidenciar medidas qualitativas de temperatura, bem como, é utilizado como um Dilatômetro de Líquidos. Para a terceira aula, é realizado o procedimento de transposição do Termoscópio para um Termômetro. Possibilitando a realização de medidas quantitativas de temperatura, bem como, a construção de equações relacionando a escala construída com uma escala conhecida.

Além disso, na primeira os alunos responderam um Pré-teste, ao final da prática responderam o mesmo Teste, possibilitando comparar os resultados e verificar o ganho de conhecimento dos alunos.

3.1.1 Descrição Básica do Experimento

O experimento que trazemos aqui, nos mostra de forma simples o estabelecimento de uma escala de temperatura através da calibração do material com a comparação através de pontos fixos a temperaturas conhecidas, bem como Dilatação Térmica Volumétrica dos fluidos quando aquecidos a partir da temperatura ambiente.

Somos levados a observar o fenômeno da dilatação por meio do aumento do nível de uma coluna de líquido em que acrescentamos algumas gotas de corante para que tenhamos uma maior facilidade de visualização do nível do líquido.

Este experimento aparece dentro da bibliografia dedicada ao Ensino de Física e é explorado amplamente, podendo ser utilizado para que observemos o estabelecimento de um termoscópio simples por meio da variação da altura da coluna de líquido ou para que possamos visualizar o fenômeno de trabalho de um sistema termodinâmico sobre o ambiente, ou ainda verifiquemos fenômeno da dilatação térmica volumétrica.

O fato de este experimento conter contextualidade entre os conteúdos de Medida de Temperaturas e também com a Dilatação Térmica Volumétrica dos materiais reside no fato destes dois pontos da Física serem imensamente relacionados, pois fazem parte do que conhecemos como Termologia.

Dessa forma, o experimento pode auxiliar o professor no estabelecimento e na concretização de um modelo mental de Medição de Temperatura e Dilatação Térmica Volumétrica ou ainda servir como ferramenta e constatação de que os modelos teóricos e desenvolvimentos descritos dentro de sala de aula são reflexos de fenômenos naturais.

3.1.2 Objetivo Geral do Experimento

Este material didático tem como objetivo a constatação da medida de temperatura e da dilatação térmica volumétrica dos líquidos através da altura da coluna de líquido, que servirá como substância termométrica.

3.1.3 Objetivo Específico

- Realizar a medida da Temperatura através do estabelecimento de uma escala de temperatura arbitrária relacionada com a Celsius ou outras já consagradas;
- Evidenciar que os líquidos, assim como os sólidos e gases também sofrem os efeitos de dilatação térmica, como o aumento de suas dimensões, em função da variação de temperatura;
- Descrever e relacionar o processo de dilatação com outros encontrados no cotidiano.

3.1.4 Descrição da construção Experimental

Os materiais descritos acima são necessários para que tenhamos a completa construção do material didático-experimental. Alguns deles serão esclarecidos adiante e

tem função indispensável para o funcionamento completo e correto do que propomos. É certo que o experimentador deve procurar materiais que satisfaçam as funções desejadas, e foi o que fizemos ao planejar este material didático.

Novamente, para que possamos observar livremente a transferência de energia térmica da fonte para o líquido que sofrerá dilatação é necessária uma base de madeira, ou similar, para que possamos manter os componentes fixos. Ali serão fixadas as hastes que nos permitirão manter suspenso o recipiente de armazenamento do líquido e que servirá como ponto de fixação da mangueira de pequena espessura que permite a visualização do aumento volumétrico do líquido que estiver contido nesse recipiente.

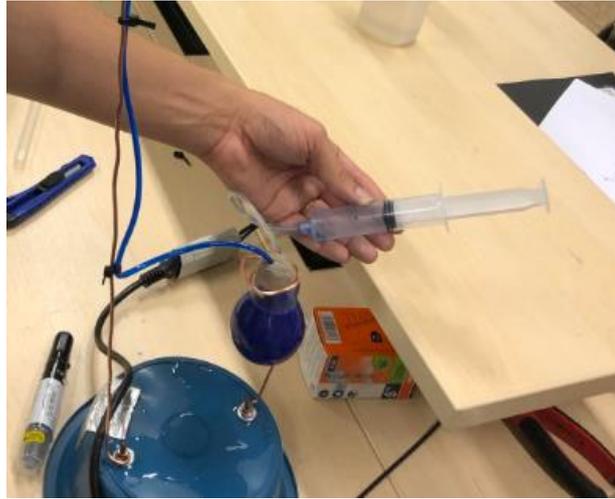
Figura 12 – Hastes metálicas de Fixação.



Fonte: Autor.

É necessário observar que existe uma seringa que serve simplesmente para preenchermos o recipiente com líquido desejado, pois se tivéssemos apenas uma entrada, nas mesmas proporções que temos para a mangueira de constatação da dilatação não iríamos conseguir fazer o preenchimento facilmente com o fluido.

Figura 13 – Seringa para facilitação do preenchimento.

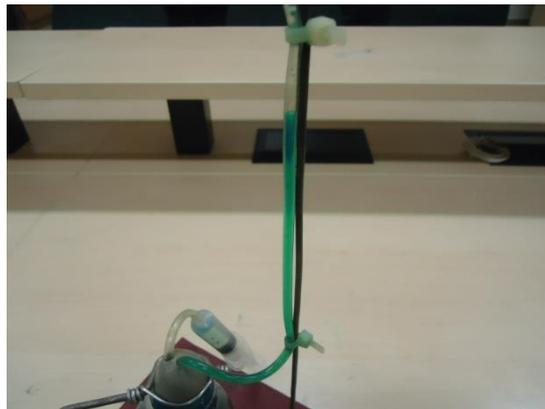


Fonte: Autor.

Pode-se assim notar que existem duas pontas de mangueira que servirão para deixar o ar escapar e para deixar o fluido entrar. A extremidade que servirá de abastecedora deverá estar em um nível mais distante do ponto de isolamento, pois por meio deste artifício teremos o maior preenchimento possível, por simples questões de níveis de água.

Utilizaremos as duas braçadeiras para fixar a mangueira sem, no entanto, obstruí-la, uma na extremidade superior e outra na extremidade inferior são suficientes, pois não temos forças elevadas envolvidas neste experimento.

Figura 14 – Fixação da mangueira evidenciadora.



Fonte: Autor.

O bulbo de lâmpada é fechado hermeticamente, pois por meio da pressão no interior do recipiente podemos direcionar a dilatação para o ponto em que faremos as observações, ou seja, para a mangueira que foi fixada nas hastes de fixação. Esta

vedação é feita utilizando massa de vedação e desta forma podemos fixar as duas pontas de mangueira que servem para acrescentar ou retirar o fluido dentro do recipiente.

As fontes de calor que foram empregadas aqui são: um recipiente com água quente e outro como água fria, de modo que esse envolva o bulbo da lâmpada, funcionando como fonte de calor para execução do experimento.

3.1.5 Considerações Experimentais

Podemos iniciar a descrição dos resultados deste experimento com o fato de que existe uma facilidade maior no preenchimento do recipiente com líquido, isto ocorre devido ao fato de termos colocado o segundo ponto de saída de ar, além disso podemos por meio deste mesmo mecanismo impedir que ao aquecermos o líquido não transborde, já que podemos puxar o êmbolo e controlar o nível do fluido.

A constatação da dilatação é quase instantânea devido aos materiais envolvidos no experimento. O bulbo de lâmpada como recipiente é uma boa escolha, já que suas paredes finas contribuem para uma maior transferência de calor do que aquela proporcionada por outros que pudessem ser colocados para desempenhar esta função.

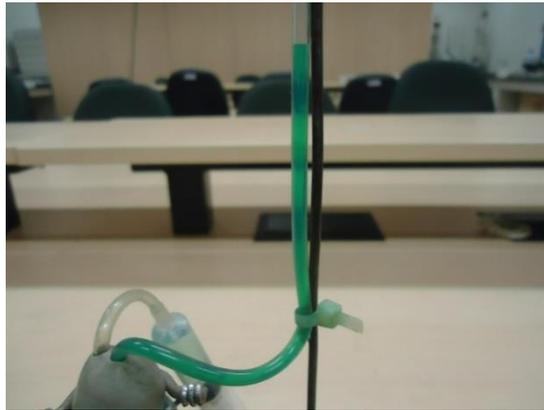
O calibre da mangueira utilizada é um dos fatores que também permitem a facilidade na constatação. A Figura 16 nos mostra dois eventos separados por aproximadamente um minuto, nela podemos ver as duas posições sucessivas do nível do líquido que estão separadas por aproximadamente 10 cm.

Figura 15 – Nível inicial do Fluido.



Fonte: Autor.

Figura 16: Nível final do fluido.



Fonte: Autor.

Como fonte de calor, novamente, fizemos a utilização das velas, que para o propósito são suficientes para causar a dilatação desejada. Aqui também temos a aplicação do conceito de potência da fonte de calor, ou seja, quanto mais velas em contato com o recipiente, que contém o fluido dilatador, mais rapidamente poderemos observar o fenômeno.

O processo reverso também pode ser observado, ou seja, a contração do volume do líquido por meio do resfriamento deste também é possível. Ao aproximarmos uma pedra de gelo do recipiente que contém o fluido observamos um decréscimo no nível alcançado com o aquecimento deste.

Além de nos proporcionar à visualização do fenômeno de Dilatação Térmica Volumétrica dos Líquidos podemos observar novamente a intercontextualidade deste fenômeno com o Medida de Temperaturas, já que existe uma sensibilidade maior às variações deste parâmetro e o equipamento pode desempenhar a função de termoscópio.

3.2 A Prática Docente

Nesta seção, são descritas as metodologias ativas empregadas neste trabalho. A metodologia *Peer Instruction*, foi utilizada para as aulas experimentais e a metodologia Prever, Observar e Explicar utilizada na construção dos roteiros e das aulas experimentais.

3.2.1 Metodologia Peer Instruction

Neste trabalho, a metodologia é empregada no contexto de uma aula experimental. Após explanação inicial sobre o experimento e os conhecimentos teóricos necessários para seu desenvolvimento, os alunos interagiram com seus ‘pares’ (seus respectivos grupos) a respeito do andamento do experimento.

No contexto de aulas expositivas os questionamentos ou testes conceituais concentram-se na figura do professor, cabendo-lhe o papel de regente da prática e do processo ensino-aprendizagem. No entanto, em uma prática experimental foi possível observar que os testes conceituais surgem mais naturalmente, por vezes sugeridos pelos próprios passos experimentais.

De modo, que a prática experimental segue em frente conforme os esclarecimentos e ainda pelo contexto experimental, os alunos vislumbram a oportunidade de testarem suas conjecturas, portanto, construindo seu processo de aprendizagem de maneira ativa e significativa.

3.2.2 Metodologia Pever, Observar e Explicar

Inicialmente os alunos recebem os roteiros experimentais, que em nosso caso, foram entregues via *Google Forms*. Os roteiros das aulas experimentais foram elaborados conforme metodologia POE. Além do passo a passo que os alunos devem seguir para o desenvolvimento do experimento. Os roteiros são estruturados de forma que os alunos possam realizar previsões, ou construir hipóteses a respeito da prática. Em seguida, executam determinado passo que evidencia o passo anterior. Permitindo que a observação corrobore ou sirva de contraponto para as previsões. Por fim, os alunos devem fornecer uma explicação final em relação ao que foi previsto e observado.

A prática experimental não garante a Aprendizagem Significativa. Pelo contrário, roteiros engessados e a falta de Subsunoçores podem não fazerem sentido aos alunos e permitirem associações equivocadas, conduzindo à Aprendizagem Mecânica. A metodologia, por conseguinte, imprime dinamismo e estimula os alunos a buscarem o conhecimento e não somente seguirem um texto injuntivo. De modo que a metodologia associada à prática experimental propicia a Aprendizagem Significativa.

3.3 O Ambiente Educacional da prática

As próximas seções oferecem uma descrição do ambiente de ensino, bem como, dos público-alvo em que este produto Educacional foi aplicado. Permitindo compreender o contexto de aplicação deste trabalho.

3.3.1 O ambiente de Ensino: IFRO.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, constitui-se em autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação – MEC e foi criado através da Lei Nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Esta lei reorganizou e readequou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica composta pelas Escolas Técnicas, Agrotécnicas e CEFET's, transformando-os em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

Esta nova formatação dos Institutos Federais permitiu que as instituições de ensino se tornassem mais acessíveis universalizando o acesso à educação profissional e tecnológica de qualidade em todo o território nacional. O IFRO é uma instituição especializada na oferta de educação profissional e tecnológica atuando também na educação básica e superior, na pesquisa e no desenvolvimento de produtos e serviços em estreita articulação com a sociedade.

Com sede localizada na Avenida Calama nº 4985, no Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, a estrutura física do Campus Porto Velho Calama, possui profissionais em todas as áreas de sua atuação, com formação em nível de graduação à pós-doutorado, sendo 103 docentes e 71 técnicos administrativos e mais de 1500 alunos matriculados em 05 cursos técnicos, 01 superior tecnológico, 01 licenciatura e 02 engenharias.

A instituição, por ter Curso de Licenciatura em Física, possui laboratórios de Física Experimental e Física Moderna, que podem atender um grande número de discentes ao mesmo tempo, proporcionando grande conforto e disponibilidade de espaço.

O *Campus* possui um perfil industrial e atualmente oferta os seguintes cursos, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Cursos ofertados pelo Campus Calama.

Área	Cursos
Nível Médio Integrado ao Ensino Médio	Edificações
	Eletrotécnica
	Informática
	Química
Subsequente ao Ensino Médio	Técnico em manutenção e suporte em informática
Superior Tecnólogo	Análise e desenvolvimento de sistemas
Superior Licenciatura	Física
Superior Bacharelado	Engenharia de controle e automação
	Engenharia civil

Fonte: www.ifro.edu.br.

De maneira geral, os discentes têm disponível salas de aula com dimensões que variam de 56,0 a 59,8 m²; construídas em alvenaria e concreto armado, com fechamento em vidros temperados, piso cerâmico antiderrapante, revestimento em massa corrida e pintura látex/acrílica. Há em cada sala um projetor multimídia.

As salas de aula são mobiliadas com 44 carteiras individuais, com acabamento em plástico e braço de apoio em acabamento em fórmica, quadros brancos, com ar-condicionados, cortinas tipo persianas, mesa orgânica, cadeira estofada e televisor.

O IFRO conta com salas de aula padronizadas, com capacidade para 44 alunos e planejadas para oferecer as melhores condições de aprendizagem atendendo às disposições regulamentares quanto à dimensão, iluminação, climatização, mobiliário e limpeza. Conforme Figura 17.

Figura 17 - Estrutura das salas de aula do IFRO.



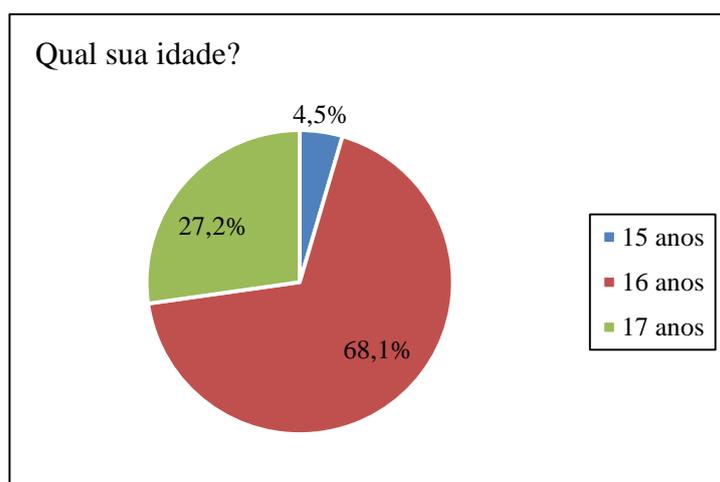
Fonte: Autor.

3.4 O Público-Alvo

Os alunos que participaram deste trabalho são discentes o Instituto Federal de Rondônia – IFRO, do segundo ano do ensino médio técnico integrado com formação técnica em informática. Foi aplicado um questionário de identificação para mapear o perfil dos alunos.

Conforme o gráfico 1, os alunos possuem faixa etária entre quinze e dezessete anos. Além disso os alunos são em sua grande maioria de Porto Velho, apenas um aluno indicou ser do interior do estado de Rondônia.

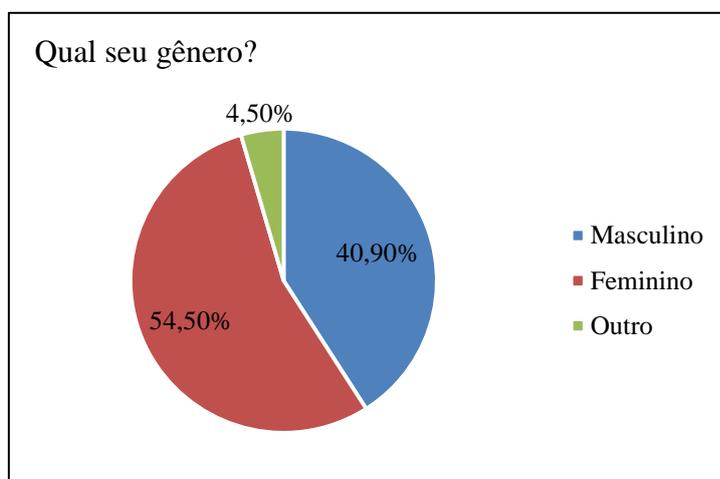
Gráfico 1- Resultado da consulta de idade.



Fonte: Autor.

Ao perguntar o gênero da turma, o gráfico 2 mostra que a maior parte da turma se declarou do gênero feminino.

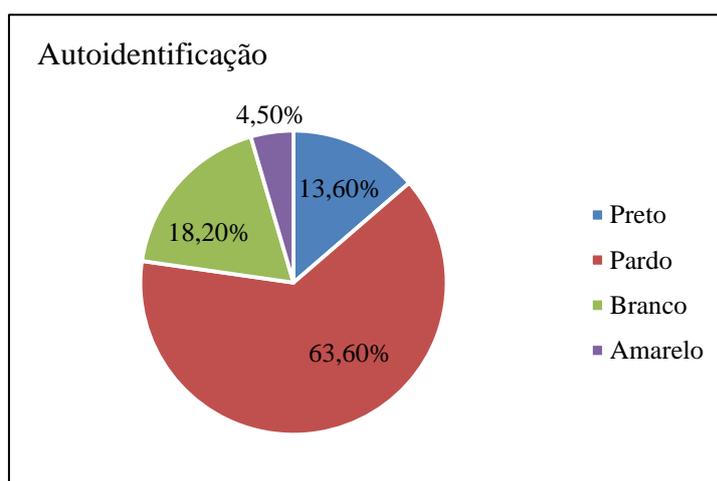
Gráfico 2- Resultado da consulta de gênero.



Fonte: Autor.

Ao serem questionados quanto à autoidentificação, os alunos se autodeclararam 63,6% pardos. 18,2% se consideram brancos. 13,6% pretos e 4,5% amarelos. Não houve registro de indígenas ou quilombolas, conforme gráfico 3.

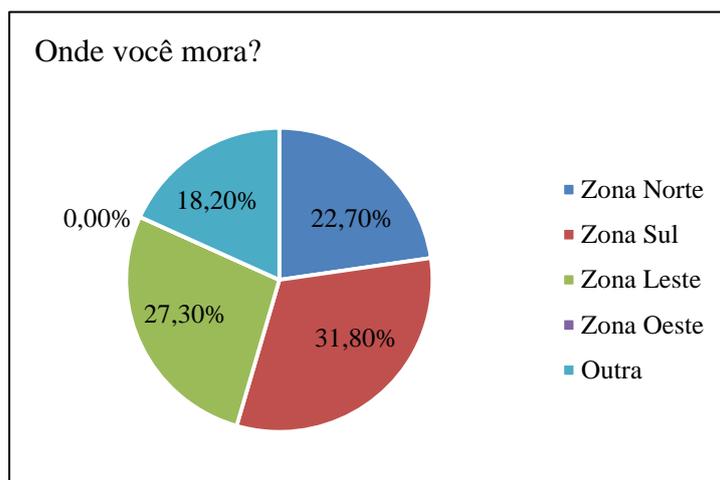
Gráfico 3- Resultado da consulta de autoidentificação



Fonte: O Autor.

Os alunos foram questionados, também, em relação à localização de suas moradias, para que seja possível entender quais regiões da cidade a instituição atende. O gráfico 4 mostra que os alunos são basicamente de todas as regiões da cidade, exceto a Zona Oeste. A opção outra, que corresponde à 18,2% se refere às cidades próximas à capital.

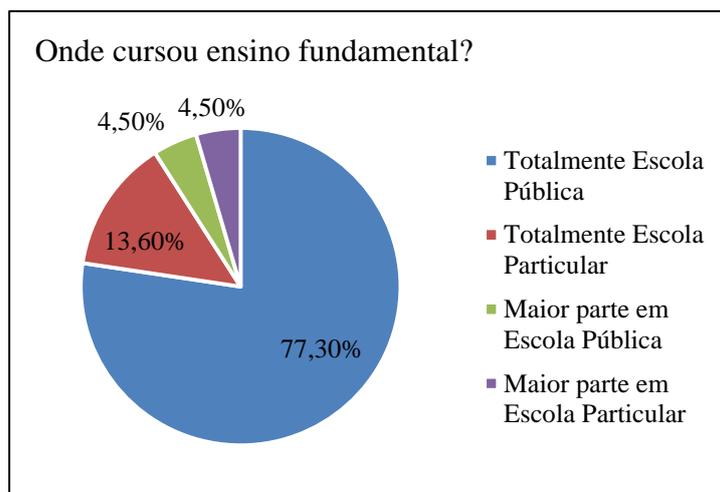
Gráfico 4- Consulta do local de moradia.



Fonte: Autor.

Os alunos, em grande parte, são egressos de escolas públicas. 77,3% dos alunos estudaram somente em escola pública durante o ensino fundamental. 13,6%, estudou somente em escola privada. E 4,5% estudaram a maior parte do ensino fundamental em escola pública. O mesmo percentual estudou maior parte, em escola privada. Conforme ilustra o gráfico 5.

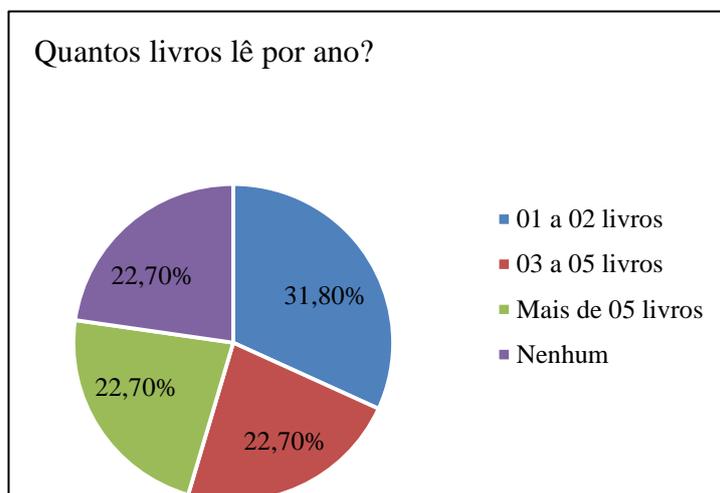
Gráfico 5- Onde cursou o ensino fundamental.



Fonte: Autor

Quando questionados em relação à leitura, excetuando os livros didáticos, o gráfico 6 informa que: 31,8% responderam que lê de 1 a 2 livros por ano. De 3 a 4 livros, 22,7%. Mais de 5 livros 22,7%. E o percentual de alunos que não leu nenhum livro é de 22,7%.

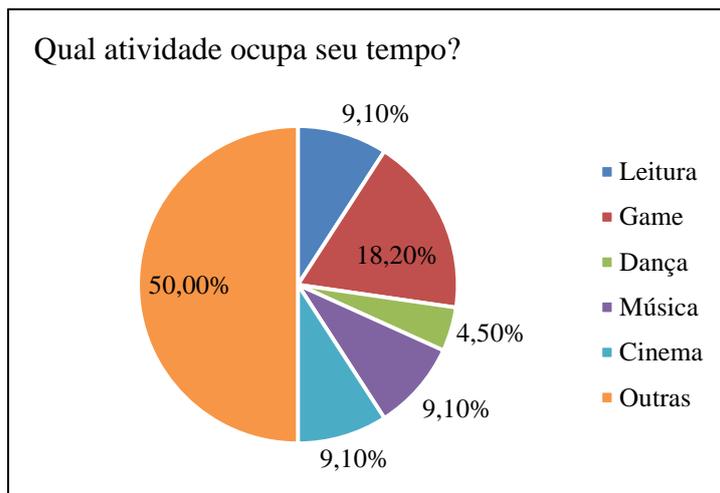
Gráfico 6- Quantos livros lê por ano.



Fonte: Autor.

Agora foi perguntado aos alunos, com quais atividades eles ocupam o tempo. Foram dadas algumas opções, a metade dos alunos escolheram 'outras', conforme gráfico 7. Da outra metade, 18,2% escolheram *games*, 9,1% escolheram leitura. Igual percentual escolheram música e cinema. E 4,5% marcaram dança.

Gráfico 7- Qual atividade os alunos ocupam seu tempo.

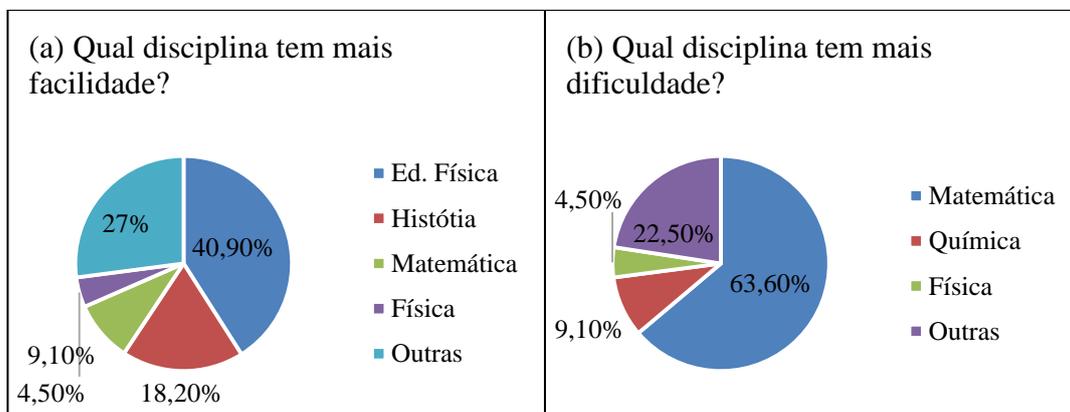


Fonte: Autor.

Para compreender o relacionamento dos alunos com as disciplinas escolares, foi perguntado quais disciplinas eles possuem mais facilidade e dificuldade. A partir do gráfico 8(a), os alunos declararam que apresentam mais facilidade na disciplina de educação física com um percentual de 40,9% e história, 18,2%. Um percentual de 4,5% declarou ter facilidade na disciplina de física.

No gráfico 8(b) mais da metade da turma, 63,6% indicaram que tem dificuldade na disciplina de matemática, 9,1% na disciplina de química e 4,5% na disciplina física. Ao analisar as disciplinas do ponto de vista das áreas do conhecimento, os resultados mostrados nos gráficos, indicam a turma apresenta mais facilidade nas disciplinas de ciências humanas e suas tecnologias e maior dificuldade ciências exatas e suas tecnologias e matemática e suas tecnologias.

Gráfico 8(a) - Disciplinas que os alunos apresentam mais facilidade. Gráfico 8(b) - Disciplinas que os alunos apresentam mais dificuldade.



Fonte: Autor.

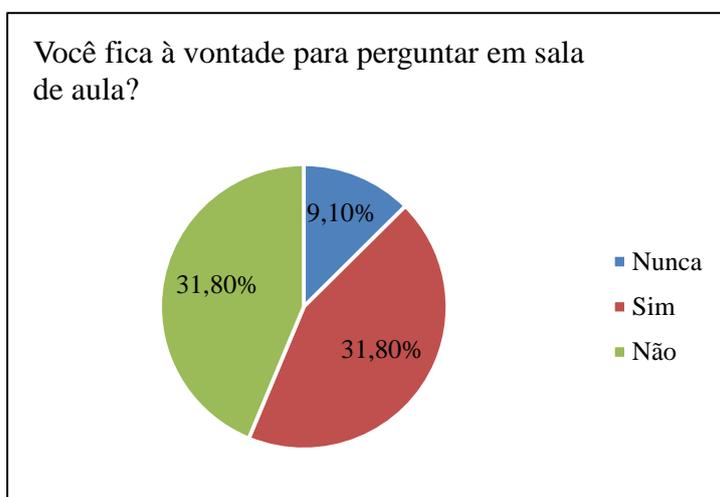
Em seguida, os alunos responderam algumas perguntas para que expunham seu relacionamento com a disciplina de física (atividades; conteúdos; e seu relacionamento em sala de aula).

Gráfico 9 - Realiza as atividades que o professor propõe.



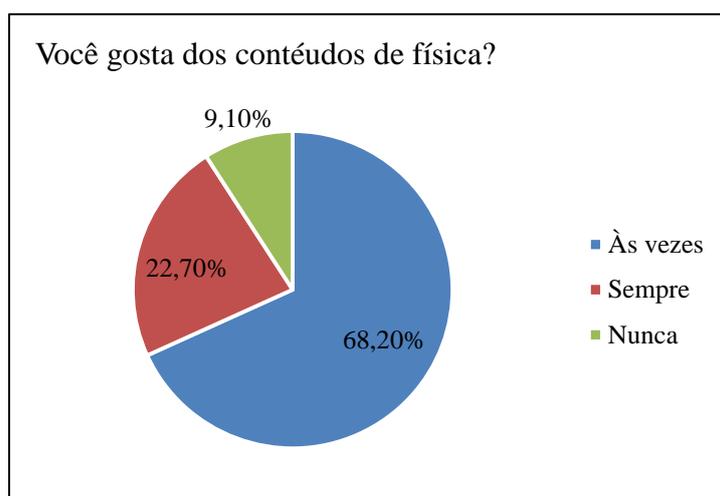
Fonte: Autor.

Gráfico 10 - Você fica à vontade para perguntar em sala de aula.



Fonte: Autor

Gráfico 11 - Você gosta dos conteúdos de física.



O Gráfico 9 mostra que maior parte da turma – 95,5% – afirmou realizar as atividades propostas pelo professor. O gráfico 10 mostra que a maioria da turma não se sente à vontade ou nunca se sente à vontade para perguntar em sala de aula.

Conforme o Gráfico 11, quando perguntados se gostam do conteúdo de física, 68,2% responderam às vezes e 22,7% responderam que sempre, dessa forma, a maior parte turmas é receptiva à disciplina.

O objetivo das próximas perguntas consiste em evidenciar a relação dos alunos com atividades de laboratório. Para medir se os alunos apresentam pré-disposição para aulas de laboratório, perguntamos se já participaram de aulas experimentais, em unanimidade, responderam que não, conforme gráfico 12. E se gostariam de participar de atividades de laboratório, todos responderam que sim, gráfico 13. E ainda, a maioria dos alunos, acredita que aulas experimentais podem facilitar a aprendizagem dos conteúdos, gráfico 14.

Gráfico 12 - Você já participou de aulas de laboratório de física.

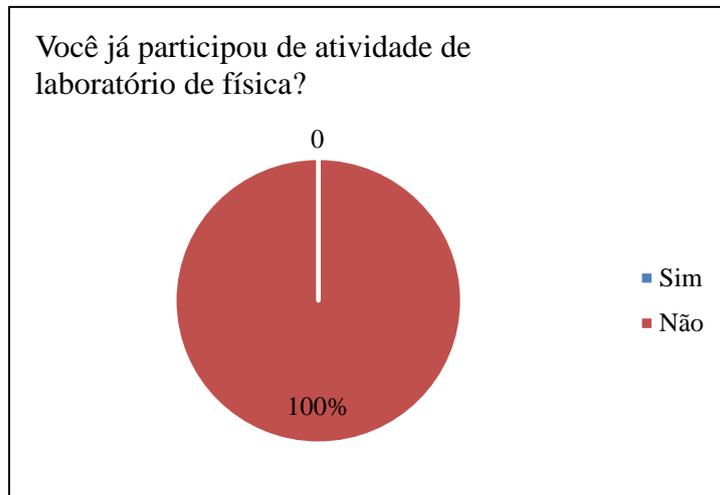
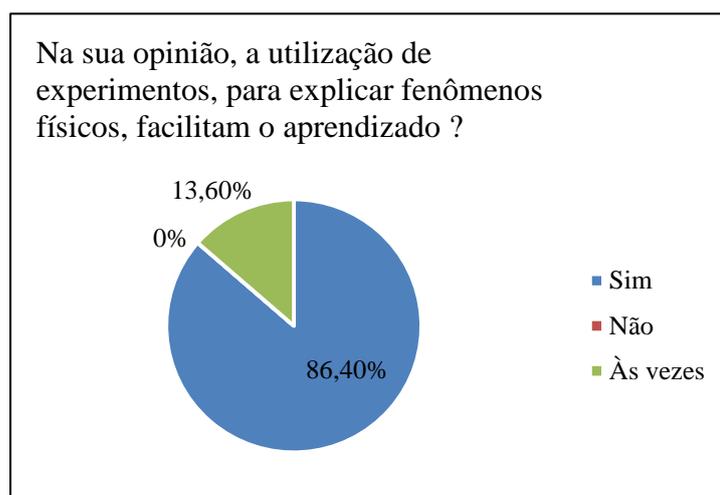


Gráfico 13 - Você gostaria de participar de aulas de laboratório de física.



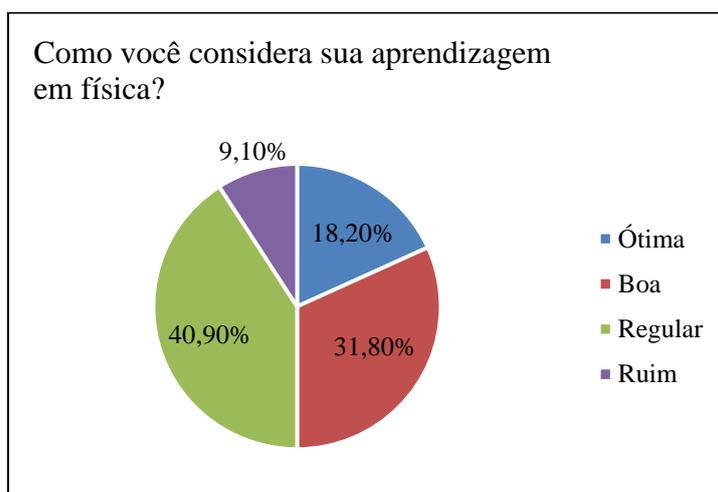
Gráfico 14 - A utilização de experimentos facilita a aprendizagem.



Fonte: Autor.

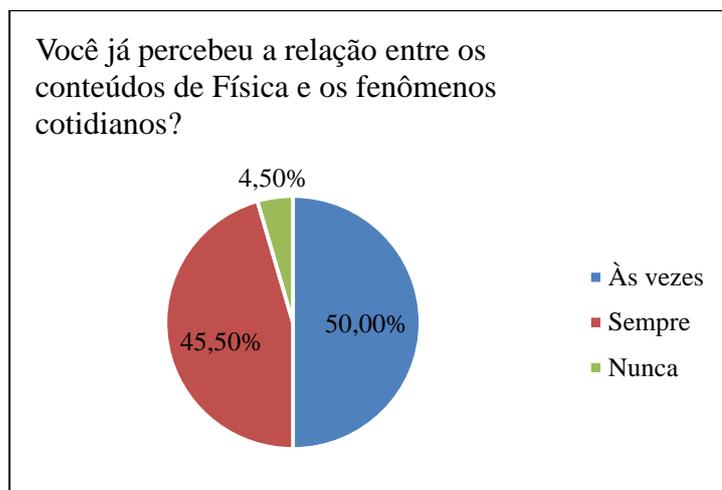
Nos gráficos 15 e 16 foi perguntado aos alunos, respectivamente, se consideram que possuem uma aprendizagem: regular, boa ou ótima. E percebem a relação entre os fenômenos físicos e os conteúdos tratados em sala de aula. Do gráfico 15, metade dos alunos indicam que sua aprendizagem está entre ótima e boa (ótima 18,2% e boa 31,8%). O maior índice de alunos – 40,9% – marcou que sua aprendizagem é regular. E 9,1%, que a aprendizagem é ruim. Quanto à percepção dos fenômenos físicos no cotidiano, metade da turma disse que percebe às vezes. 45,5% sempre percebe e 4,5% nunca percebe, Gráfico 16.

Gráfico 15 - Como você considera sua aprendizagem em física.



Fonte: Autor.

Gráfico 16 - Você percebe a relação entre a física e os fenômenos cotidianos.



Fonte: Autor.

Dessa forma, o público deste trabalho é constituído por alunos, em sua maioria, egressos de escola pública. Apesar de indicarem que realizam leituras de livros, sem contar com os didáticos, preferem realizar, em seu tempo livre, atividades como jogos, dança e outras. A disciplina de física e o conjunto de exatas não constituem as disciplinas com maior predileção. Todavia, os alunos se mostram dispostos a realizarem atividades distintas de aulas tradicionais, como atividades de laboratório. Acreditando, portanto, que essas podem facilitar a aprendizagem.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do Produto Educacional. Condensando os resultados das aulas expositivas e das práticas experimentais.

4.1 Dos resultados

A aplicação do produto teve o propósito de possibilitar que os estudantes possam entender os aspectos fundamentais dos conceitos iniciais da Termologia. E em seguida aplicarem e testarem esses conceitos na construção e manuseio de um aparato experimental. De forma que, essa aplicação funcione como elemento motivador e torne os alunos ativos em seu processo de aprendizagem. Permitindo, também, que testem suas previsões, a partir dos conceitos vistos em sala de aula, e através do experimento as corroborem. Assim, espera-se que as aulas teóricas e as aulas experimentais, associadas às metodologias ativas (PI e POE) proporcionem um ambiente motivador possibilitando a Aprendizagem Significativa.

A turma, em que o produto foi aplicado, é de segundo ano do ensino médio técnico com formação em informática composta por 37 alunos. É importante destacar, que após o ingresso no IFRO, é o primeiro ano que a turma frequenta o *campus*, pois nos anos anteriores não houve atividades presenciais devido a pandemia. Dessa forma, é natural esperar algumas dificuldades em conceitos de física e matemática.

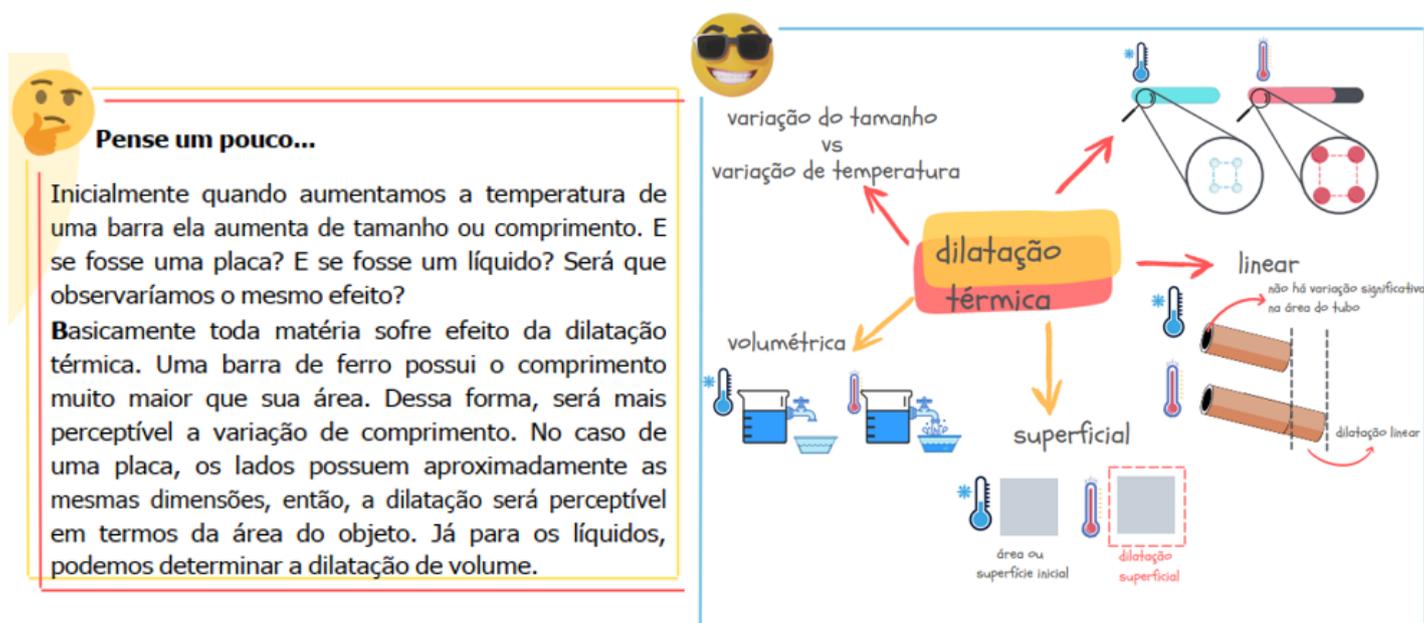
4.2 Do Produto

Este produto foi organizado no formato de uma sequência didática, sendo composto por aulas teóricas e aulas experimentais. As aulas teóricas visam a subsidiar as aulas experimentais. Os objetos do Produto são os seguintes:

a) Textos Pré-Aula

Os textos foram elaborados com linguagem simples e objetiva, com no máximo seis páginas, leiaute atraente, sem linguagem matemática, com ilustrações, esquemas e mapa mental sintetizando o conteúdo. Foram inseridos, conforme Figura 18, no decorrer dos textos quadros: “Pense um pouco” em que questionamos os alunos e os estimulamos a pensar em algum problema. Em seguida, apresentamos uma breve resposta. O quadro “Indo mais a fundo”, aprofunda algum ponto do conteúdo com o objetivo de instigar os alunos.

Figura 18 - Itens dos textos prévios.



Fonte: Autor.

Os textos consistem em um primeiro contato dos alunos com os conteúdos a serem trabalhados. No contexto da Aprendizagem Significativa, a nova informação deve interagir com os conhecimentos prévios dos alunos, dessa forma, os Textos Prévios têm a função de subsidiar a construção de conhecimentos prévios e motivar os alunos a buscarem mais informações. Forçando-os a adotarem uma postura ativa e um ambiente mais propício à Aprendizagem Significativa.

Os alunos foram consultados se prefeririam versão impressa ou eletrônica, por unanimidade, versão eletrônica. Os textos foram oferecidos em formato .PDF e enviados via aplicativo, para que os alunos pudessem lê-los a qualquer tempo e local, utilizando celular ou outro meio eletrônico. Ou seja, um texto com visual atraente, fácil manuseio e que pudesse concorrer com as redes sociais.

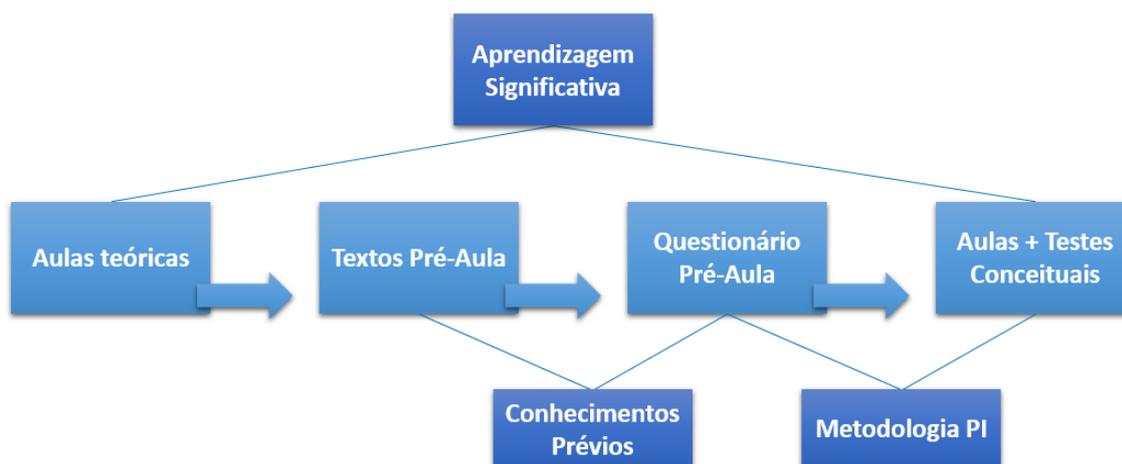
b) Questionários Pré-Aula

Cada Questionário Pré-Aula é composto por duas questões abordando os conceitos instrutórios de cada tópico. São questões objetivas com quatro alternativas. Os questionários foram aplicados nas três aulas teóricas e na primeira aula experimental. Os Questionários Pré-Aula são enviados para os alunos no início de cada aula via *Google Forms* (exceto nas duas aulas experimentais). Avaliam se os alunos leram os textos e permitem avaliar os conhecimentos prévios e, também, auxiliam no direcionamento das aulas. Pois, oferecem ao docente um retrato da turma em relação aos conceitos, auxiliando em quais partes do conteúdo dar mais ênfase.

c) Testes Conceituais

Os testes aplicados no decorrer da aula, avaliam se os alunos compreenderam o conteúdo ou se necessitam de intervenção. Servem de ferramenta para fomentar as discussões entre os alunos. E de acordo com o percentual de acerto, o docente decide se (i) avança para o próximo tópico – o índice de acerto for maior ou igual a 70%; (ii) discute-se o teste e os alunos respondem novamente – entre 30% e 70%; e (iii) caso menor que 30%, repete-se o conteúdo. Os Testes Conceituais, são aplicados no âmbito da metodologia PI, novamente, espera-se que a metodologia possibilite a Aprendizagem Significativa. A Figura 19 sintetiza o desenrolar das aulas teóricas.

Figura 19 - Esquema das aulas teóricas.



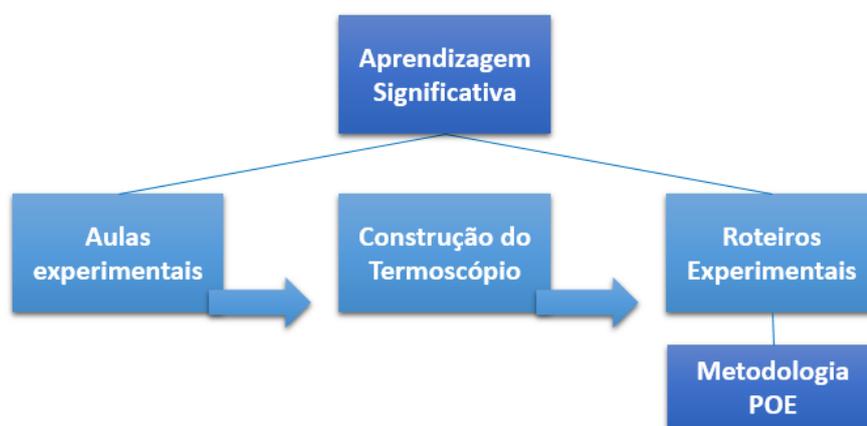
Fonte: Autor.

d) Roteiros Experimentais

Para as aulas experimentais, os roteiros foram construídos a partir da metodologia ativa POE. A metodologia é baseada em três passos: os alunos preveem, observam e explicam. Essa metodologia se mostra bastante promissora em aplicações experimentais, já que antes de realizar o experimento o aluno pode **prever** o que acontecerá, na sequência realiza o experimento e **observa**, e **explica** se o que de fato observou estava de acordo com o previsto.

Os passos da metodologia têm um caráter investigativo, apresentando integração com práticas experimentais – investigativa por excelência – e grande potencial de aplicação e desenvolvimento de um ambiente para Aprendizagem Significativa. A Figura 20 resume a aplicação dos roteiros experimentais.

Figura 20 - Esquema das aulas experimentais.



Fonte: Autor.

Aula 1 – Introdução à Termologia

No primeiro encontro, foi realizada a apresentação do trabalho e os alunos foram informados das práticas experimentais. Foi criado um grupo no *WhatsApp* para facilitar a comunicação e o envio das atividades (textos pré-aula; questionários pré-aula; testes conceituais; roteiros das aulas experimentais; e demais formulários). A partir do grupo os alunos se mostraram receptivos, e a interação aluno/professor e aluno/aluno se mostrou otimizada através o recurso. Em seguida os alunos receberam o Pré-Teste. Ficaram apreensivos, e então, foi explicado que não tinha caráter de prova e deviam responder conforme seus conhecimentos.

Após a apresentação e aplicação do Pré-Teste, os alunos receberam o Texto Pré Aula 1, composto por seis página e que trata de uma introdução à Termologia e foram dados alguns minutos para a leitura.

Em seguida os alunos responderam ao Questionário Pré-Aula 1, que serviu para nortear a atuação do professor no desenvolver das aulas – quais partes do conteúdo dar mais ênfase –, pois evidenciou os pontos de maiores dúvidas dos alunos.

Quadro 3 - Questionário Pré-Aula 1: Introdução à Termologia.

Questionário pré-aula 1: Introdução à Termologia	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 37	
1. Marque a alternativa que apresenta corretamente o objeto de estudo da termologia.	
é a parte da física que estuda a construção de equipamentos para medição da temperatura e do calor	2,7%
a palavra termologia vem do grego, termo significa temperatura, logia significa estuda. Assim, termologia, tem como objeto de estudo a temperatura e os mecanismos de medição	13,5%
é um ramo da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e temperatura. Dentre eles: termometria, mudanças de fase, calor e temperatura e dilatação térmica	73%
é a parte da física que tem como objeto de estudo todos os fenômenos que apresentam relação com temperatura e calor. Através dessa área da física, podemos compreender que o calor e a temperatura são sinônimos, isto é, grandezas que medem o grau de agitação das moléculas	10,8%
2. Marque a alternativa correta:	
temperatura é a quantidade de energia de um corpo e o calor é a medida numérica da noção de quente e frio	18,9%
as fases da matéria têm relação com o estado de agregação das moléculas, e encontramos basicamente três fases: sólido, líquido, gasoso	73%
na termologia, estudamos de forma exclusivamente microscópica, as relações entre temperatura e calor	5,4%
o calor é uma forma de energia que somente pode ser compreendida do ponto de vista macroscópico	2,7%

Fonte: Autor.

No Quadro 3 são apresentados os resultados do Questionário Pré-Aula 1: Introdução à Termologia, em que podemos visualizar o percentual de acerto e erros dos alunos. O percentual de acertos – maior que 70% – observados tanto na questão 1 quanto na 2, evidenciam que grande parte dos alunos efetuou a leitura dos textos e compreendeu de forma satisfatória os conceitos iniciais. As alternativas em negrito são as corretas. As questões não apresentam grande complexidade, tratam de aspectos introdutórios do conteúdo.

Os alunos formaram duplas e durante a aplicação dos testes foram estimulados a dialogarem. Seguem os testes no Quadro abaixo.

Quadro 4 - Testes aplicados na Aula 1.

Teste Aula 1: Introdução à Termologia	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 26	
1. (PUC Campinas - Adaptada) Sobre o conceito de calor, pode-se afirmar que se trata de uma?	
medida da temperatura do sistema	11,5%
forma de energia em trânsito	85,5%
substância fluida	Zero
quantidade relacionada com o atrito	Zero
2. Acerca da temperatura marque a alternativa correta:	
temperatura e calor são grandezas sinônimas e medem a mesma grandeza	3,8%
a temperatura é a medida de energia de um sistema térmico	11,5%
a temperatura mede o quanto as moléculas de um sistema estão agitadas, isto é, o quanto se movimentam	80,8%
temperatura é uma medida de energia, portanto, não tem relação com as ideias de quente e frio	3,8%
3. (Unisa-Adaptada) O fato de o calor passar de um corpo para outro deve-se:	
à quantidade de calor existente em cada um	Zero
à diferença de temperatura entre eles	92,3%
à energia cinética total de suas moléculas	7,7%
ao número de calorías presentes nos corpos	Zero

Fonte: Autor

Essa aula consiste no primeiro contato com a turma tratando dos conteúdos. Dessa forma, os alunos adotaram uma postura mais cautelosa. Interagiram em maior parte com sua dupla e duplas adjacentes. Enquanto respondiam os testes, era reforçado que poderiam conversar e interagir a respeito das alternativas.

O Quadro 4 mostra o resultado do teste aplicado no decorrer da aula. Os testes são aplicados no contexto da metodologia PI. As questões envolveram conceitos introdutórios a respeito de calor e temperatura. Após a aplicação dos testes, foi indicada a alternativa correta e realizado um breve comentário. Foi possível perceber que grande parte dos alunos demonstraram ser capazes de diferenciar os conceitos de calor e temperatura.

Aula 2 – Termometria

Ao final da aula 1, os alunos receberam o Texto Pré-Aula 2. Novamente, no início da aula, os alunos receberam o Questionário Pré-Aula 2: Termometria, conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Questionário Pré-Aula 2: Termometria.

Questionário Pré-Aula 2: Termometria	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 31	
1. Marque a alternativa correta.	
temperatura é uma grandeza física que serve para medir o calor de um corpo	6,5%
a temperatura e o calor são grandezas que não apresentam relação entre si	Zero
a temperatura mede o grau de agitação das moléculas	58,1%
a temperatura é uma grandeza física que mede a energia térmica de um corpo	35%
2. Marque a alternativa que apresenta as escalas termométricas mais utilizadas.	
Joule; Newton; Kelvin	Zero
Celsius; Kelvin; Newton	Zero
Celsius; Pascal; Joule	Zero
Celsius; Fahrenheit; Kelvin	100%

Fonte: Autor.

Na questão 1, nota-se que os alunos compreendem que o calor e temperatura são grandezas ligadas, contudo, ainda foi detectada uma distorção entre: temperatura e calor. Pois, quando os alunos estudam que o calor é uma energia em trânsito e, portanto, perceptível a partir de variações de temperatura ($Q = m.c.\Delta T$). Associam temperatura à medida de calor e não a grau de agitação das moléculas.

A questão 2, sobre escalas termométricas, os alunos não apresentaram dificuldades, entretanto, trata-se de um conteúdo que demanda Aprendizagem Mecânica, ou seja, os alunos devem por assimilação literal aprender o nome das escalas termométricas. Visto, também, que os nomes das escalas são amplamente conhecidos.

Nesta segunda aula, foi introduzido o conceito de temperatura, do ponto de vista qualitativo (quente e frio) e, então, construído o conceito quantitativo, isto é, a temperatura traduzindo o quente e frio através de um número. Bem como, a construção de uma escala termométrica. Em seguida foram aplicados os testes sobre os tópicos estudados, Quadro 6, 7 e 8. (Os testes foram divididos em 3 quadros para melhor visualização).

Quadro 6 - Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questões 1 a 3.

Testes aula 2: Termometria	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 34	
1. Os instrumentos para medida de temperatura são baseados em alguma grandeza física que apresenta alguma variação em relação a mudanças de temperatura. Essas grandezas podem ser: pressão, volume, densidade, resistência elétrica, comprimento dentre outras. Essa grandeza é chamada de:	
grandeza termoscópica	2,9%
grandeza termométrica	94,1%
grandeza calorimétrica	Zero
grandeza termodinâmica	2,9%
2. Um termoscópio é um dispositivo constituído basicamente de um bulbo ligado a um tubo preenchido por algum líquido (água; álcool; vinagre; etc). Ao colocarmos o bulbo em contato com outros corpos, o líquido movimentar-se-á. Conforme essa movimentação, avaliamos se o corpo está mais quente ou mais frio. Ao quantificarmos, ou seja, atribuímos valores a estas movimentações o termoscópio passa a ser um termômetro. Podemos afirmar que:	
o termoscópio apresenta uma medida qualitativa (mais quente ou mais frio) de temperatura, enquanto, o termômetro apresenta uma medida quantitativa (um valor numérico)	88,2%
o termômetro e termoscópio são sinônimos, e, portanto, medem a mesma grandeza, que é a temperatura de um corpo	Zero
são exatamente os mesmos instrumentos, porém, diferenciam-se pelo modo de construção	8,8%
são equipamentos diferentes, todavia, são capazes de medir a mesma grandeza física, que é a agitação das moléculas	2,9%
3. A temperatura é uma medida quantitativa de quente ou frio, isto é, uma forma de medir a partir de números a sensação de quente ou frio. Essas formas de medir chamamos de escalas termométricas. Marque a alternativa correta.	
existe apenas uma escala termométrica correta, apenas essa é capaz de expressar corretamente a temperatura de um corpo	6,1%
as escalas termométricas podem ser construídas, dessa forma, qualquer estudante pode construir um termômetro e criar sua própria escala	69,7%
as escalas termométricas medem a temperatura de um corpo, isto é, a energia térmica que esses armazenam	15,2%
as escalas termométricas não apresentam relação entre si, ou seja, um valor de temperatura em uma escala não apresenta um valor correspondente em uma segunda escala	9,1%

Fonte: Autor.

Quadro 7 – Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questão 4.

4. Indique a alternativa que apresenta os passos para construção de uma escala termométrica, a partir de um termoscópio.	
1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer um sistema de medidas 3. Realizar testes experimentais	6,3%
1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer dois pontos de referência, como ponto de fusão e evaporação da água e registrar as alturas da coluna líquida 3. Dividir o intervalo em partes iguais	81,3%
1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer dois pontos de referência, como ponto de fusão e evaporação da água e registrar as alturas da coluna líquida 3. Comparar os valores com outro termômetro graduado em Celsius	12,5%
não é possível construir um termômetro a partir de um termoscópio	Zero

Fonte: Autor

Os testes apresentam conceitos relacionados à construção de um termoscópio/termômetro, suas propriedades e medidas e foram aplicados no âmbito da metodologia PI. À exceção da terceira (69,7%) e da quinta questão (60,6%) teste todos os outros apresentaram índice de acerto maiores ou iguais a 70%. Não necessitando de uma segunda aplicação. No entanto, foi repetido somente o quinto teste, já que, no caso do terceiro ficou com índice muito próximo dos 70%.

Após nova discussão a respeito da informação contida em uma medida de temperatura. Foram questionados se a temperatura mudaria conforme a escala termométrica empregada. Como resultado da discussão 84,4% marcaram a alternativa correta, conforme Quadro 8. Foi ressaltado que a temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas e que valores numéricos diferentes em escalas termométricas diferentes podem representar os mesmos graus de agitação das moléculas.

Quadro 8– Testes aplicados na Aula 2: Termometria, questão 5.

5. Três termômetros são utilizados para efetuar a medição de temperatura de um mesmo líquido ao mesmo tempo. Os termômetros apresentaram as seguintes medidas: -40°C; -40°F; 233K. Marque a alternativa correta.		
	1ª Aplicação	2ª Aplicação
os valores representam grandezas diferentes, afinal, as escalas termométricas são diferentes	6,1%	3%
os valores representam a mesma grandeza, que é a temperatura, todavia, os valores representam quantidades diferentes	24,2%	9,1%
os valores representam as medidas de temperatura em pontos diferentes do líquido, e não há relação entre elas	3%	Zero
os valores representam a temperatura do líquido, portanto, representam o mesmo grau de agitação das moléculas cada um em sua escala termométrica	60,6%	84,4%

Durante a aula foi utilizado um termoscópio para obter as medidas qualitativas, em seguida foi explicado o que se deve fazer para obter medidas quantitativas de temperatura. Os passos para a construção de uma escala termométrica e seus elementos essenciais, enfatizando que qualquer aluno poderia construir sua própria escala.

Após a apresentação do termoscópio e a forma de construí-lo, foi colocado em um recipiente com água quente. Os alunos se mostraram impressionados com o efeito visual da substância termométrica subindo pelo canudo. E quando foram informados que durante a prática experimental deveriam construir seus próprios termoscópio, demonstraram entusiasmo para as aulas práticas. A presença de um aparato experimental, mesmo que bem simples, foi capaz de prender a atenção da turma. Novamente, ao término da Aula 2, os alunos receberam o Texto Pré-Aula 3.

Aula 3 – Dilatação Térmica

Na terceira aula teórica foi tratado o conteúdo da dilatação térmica (linear, superficial e volumétrica). Inicialmente os alunos receberam o Questionário Pré-Aula 3, conforme Quadro 9.

Quadro 9 - Questionário Pré-Aula 3: Dilatação Térmica.

Questionário Pré-Aula 3: Dilatação Térmica	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 30	
1. No contexto da física térmica, o que ocorre quando aumentamos a temperatura de um corpo.	
nada ocorre, a temperatura não influencia nas propriedades dos corpos	3,3%
a energia cinética do corpo aumenta	20%
a energia potencial do corpo aumenta	3,3
o corpo pode sofrer alterações em suas dimensões, ou seja, sofre dilatação térmica	73,3%
2. A dilatação térmica consiste na influência da temperatura nas dimensões de um corpo. Esta influência pode ser percebida:	
na fase sólida	6,7
na fase líquida	3,3
apenas nos corpos que apresentam uma dimensão, como uma barra de ferro	20%
nas fases: sólida, líquida e gasosa	70%

Fonte: Autor.

O questionário acima corresponde ao início da aula de dilatação térmica. Novamente, os índices de acerto ficaram em 70% e 73%, respectivamente. Na primeira questão, busca-se evidenciar a relação entre temperatura e dilatação de um corpo. Durante a aula foi explicado que aumentar a temperatura de um corpo implica em aumento da energia cinética das moléculas que o constituem. E não do corpo. Um objeto pode estar em repouso, porém suas moléculas estão se movimentando.

Para a segunda questão espera-se que o aluno perceba que a dilatação térmica ocorre em todas as dimensões de um corpo e em qualquer fase da matéria. Essa questão, explora a percepção dos alunos quanto à dilatação dos diferentes tipos materiais. Apesar das duas primeiras alternativas estarem corretas, estão incompletas, de modo que a mais completa é a quarta alternativa. Que consiste em um modelo de questão explorado pelas bancas de vestibulares e concursos. No decorrer da aula foi explicado que apesar de percebermos as variações apenas no comprimento de um corpo, na verdade, a variação

ocorre nas outras duas dimensões (profundidade e altura), contudo, essas variações são imperceptíveis. Assim como, mais difíceis de se perceber na fase gasosa ou líquida.

No decorrer da aula, no contexto da PI, foram aplicados os testes conforme os Quadros 10 e 11.

Quadro 10 - Testes aplicados na Aula 3: Dilatação Térmica, questões 1 e 2.

Testes Aula 3: Dilatação Térmica		
Total de alunos: 37		
Alunos que responderam: 20		
1. (Enem PPL - adaptada) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de		
equilíbrio térmico	5,3%	
elasticidade	5,3%	
condutividade térmica	15,8%	
dilatação térmica	73,7%	
2. (Unirio – Adaptada) Um quadrado é formado a partir de duas substâncias diferentes. Três lados são formados pelo material A e o outro lado pelo material B. Sabendo que o coeficiente de dilatação térmica do material A é maior que do material B. Indique abaixo qual figura geométrica será formada após elevar a temperatura do objeto:		
quadrado	1ª Aplicação	2ª Aplicação
	5,0%	9,5%
retângulo	20,0%	19,0%
triângulo	20,0%	38,1%
trapézio	55,0%	33,3%

Fonte: Autor.

3. (IFMT-Adaptada) Analise a tirinha abaixo:



o primeiro personagem da tirinha não tem força suficiente para tirar a porca do parafuso	Zero
o diâmetro do parafuso é ligeiramente maior que o diâmetro da porca, o que inviabiliza que o primeiro personagem consiga arrancá-la	Zero
a porca, ao ser aquecida, sofre uma dilatação térmica linear que aumenta o seu diâmetro interno, o que possibilita ao segundo personagem tirá-la sem muitas dificuldades	30,0%
ao aquecer, a porca sofre uma dilatação térmica superior à dilatação sofrida pelo parafuso e, com isso, tem o seu diâmetro interno elevado, facilitando a sua retirada pelo segundo personagem	70,0%

Fonte: Autor.

Na primeira questão, os alunos deveriam se apropriar do conceito de dilatação térmica e perceber que a movimentação da lâmina bimetálica se dá pela diferença entre o coeficiente de dilatação térmica. Além disso, os conceitos de elasticidade e condutividade térmica ainda não haviam sido trabalhados em sala de aula. E o conceito de equilíbrio térmico se aplica quando a corpos com temperaturas diferentes.

Contudo, para o exercício dois, em que os alunos deviam conjugar seus conhecimentos de formas geométricas e dilatação, na primeira aplicação tivemos um resultado de 55%. Após as discussões, o índice de acerto diminui para 33%. Nesse caso, as discussões não se mostraram suficientes para que os alunos respondessem corretamente o teste. O teste foi, então, resolvido com os alunos enfatizando quais

variáveis influenciam na dilatação térmica. E que o coeficiente de dilatação é uma propriedade da matéria e indica o quanto esse se dilata com a variação de temperatura. A questão trabalha um conceito abstrato, dilatação térmica, que os alunos devem aplicar na construção de uma figura geométrica, também abstrato, portanto, uma questão mais complexa.

Para a terceira questão, novamente, uma situação em que os alunos devem aplicar o conceito de dilatação térmica para resolver o problema. As duas primeiras alternativas não foram escolhidas pelos alunos, já que não apresentam conceitos relacionados à dilatação. As alternativas restantes apresentam uma diferença bem sutil, a terceira alternativa menciona *dilatação linear* o que a torna errada. Afinal, trata-se de dilatação superficial.

Chegando à conclusão da terceira aula teórica, concluiu-se a primeira etapa de aplicação deste produto. Ao final desta aula, os alunos foram informados que as próximas aulas seriam no laboratório, e como poderiam montar seus termoscópios.

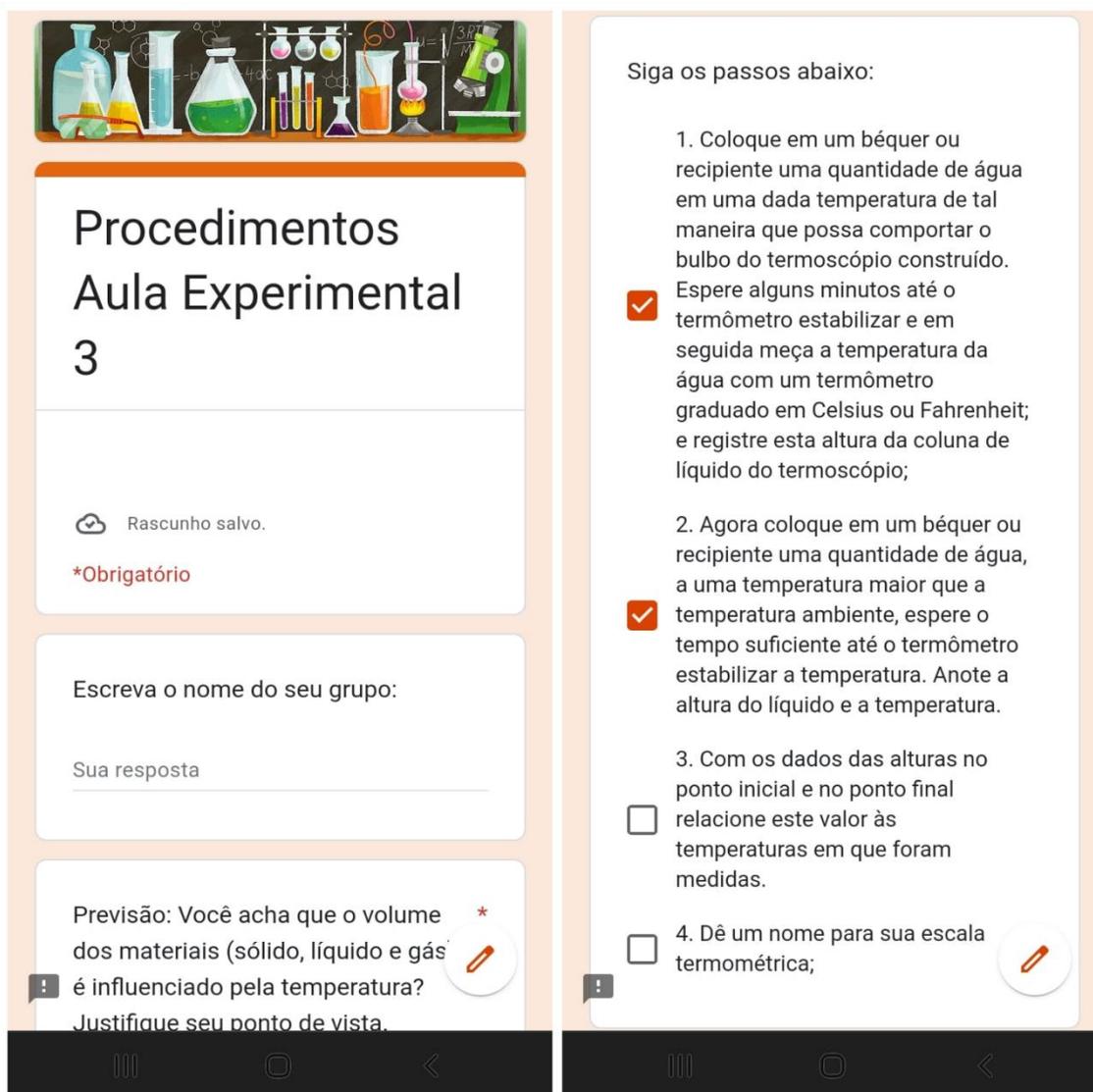
4.3 Das Aulas Experimentais

As aulas experimentais foram divididas em três práticas: (i) construção do termoscópio; (ii) termoscópio como dilatômetro; (iii) transposição do termoscópio para o termômetro. Após as aulas teóricas os alunos foram informados que já poderiam iniciar a construção das bases dos termoscópios. Durante aquela semana, os alunos enviaram fotos de suas bases no grupo de *WhatsApp*. Os roteiros também foram disponibilizados no grupo no formato .PDF e oferecidos em versão impressa, porém os alunos preferiram no formato *Google Forms*. Devido ao espaço do laboratório, a turma foi dividida em duas partes. Em torno de quinze alunos fizeram as práticas pela manhã e o restante à tarde, no total oito grupos com quatro ou cinco alunos.

Os roteiros via *Google Forms* contêm: o passo a passo que os alunos devem realizar; a previsões que devem fazer; e as perguntas a responder. Esse método teve boa aceitação entre os alunos, pois utilizaram durante toda a prática o *smartphone*, reduzindo a utilização de caneta e papel.

A ferramenta apresenta bom leiaute para visualizar o roteiro e apresenta interatividade, já que os alunos podem marcar em qual passo estão e percorrer todo o roteiro facilmente. Segue na Figura 21 um retrato de como os alunos visualizavam os roteiros nos aparelhos.

Figura 21 - Roteiros Experimentais vistos pelo *smartphone*.



Fonte: Autor.

Nesta etapa do trabalho, foi utilizada a Metodologia POE, que se coaduna com aulas experimentais. Pois os alunos podem *prever* o que acontecerá, podem executar o experimento e *observar* o que ocorre, em seguida, juntar suas previsões e observações e construir uma explicação acerca do experimento ou fenômeno.

i) **Construção do termoscópio**

O objetivo da primeira aula experimental foi a construção do termoscópio. A ideia básica do termoscópio foi descrita e os alunos foram deixados à vontade para projetarem seus equipamentos. Nesta aula, não houve roteiro a seguir, sendo aplicado no início da aula um Questionário Pré-Aula. De forma que fosse possível avaliar se os

alunos compreendiam o aparato que estavam montando. Segue no Quadro 12 o questionário.

Quadro 12 – Questionário Pré-Aula 4: Aula Experimental.

Questionário Pré-Aula 4: Aula Experimental 1	
Total de alunos: 37	
Alunos que responderam: 32	
1. Qual medida esperamos obter com a construção do termoscópio?	
medidas de temperatura, afinal o termoscópio é um termômetro	9,4%
comparações de medidas de temperatura entre dois corpos	21,9%
medidas comparativas de quente ou frio entre dois ou mais corpos	65,6%
nenhuma medida	3,1%
2. A noção de quente e frio é essencial para construção do conceito de temperatura. Quais conceitos da termologia estão envolvidos na construção do termoscópio.	
dilatação térmica, pressão e volume	65,6%
pressão, volume e temperatura	3,1%
dilatação, noções de quente e frio e temperatura	28,1%
pressão, mudanças de fase e temperatura	3,1%

Fonte: Autor.

Na primeira questão, 65,6% dos alunos responderam corretamente, contudo, ainda permanecia dúvidas em relação às medidas que pretendíamos com o termoscópio. Foi explicado que apesar de o termoscópio oferecer medidas qualitativas de temperatura, isto é, quente e frio, são medidas que diferem das oferecidas por um termômetro, que expressam a temperatura através de um valor numérico, medidas quantitativas.

Na segunda questão, quando perguntamos quais conceitos estão envolvidos na construção do termoscópio grande parte dos alunos, 65,6%, responderam a primeira alternativa. E 28,1% a terceira alternativa. Um aluno (3,1%) respondeu como correta a segunda e um aluno a quarta alternativa. O conceito central da nossa prática é dilatação térmica e a temperatura, evidenciando a terceira alternativa como correta. No entanto, foi possível perceber que os alunos associaram a variação de volume, decorrente à

dilatação térmica, ao volume. Já a relação com a pressão, se deu pela extremidade da mangueira ficar em contato com a pressão atmosférica. Dessa forma, a primeira alternativa não é totalmente desconectada dos conteúdos tratados, todavia, a única alternativa que apresenta conceitos de Termologia é a primeira. Os alunos foram informados das alternativas corretas e se iniciaram as montagens.

As bases que eles levaram para a sala de aula foram aproveitadas ao máximo, com o objetivo de motivá-los. As lâmpadas estavam pré-prontas, já estavam sem os filamentos e com epóxi. Optou-se por essa configuração para evitar acidentes durante o manuseio da lâmpada. Foram oferecidas para os alunos lâmpadas incandescentes de uso convencional e lâmpadas danificadas (queimadas) utilizadas em geladeiras.

Figura 22 - Lâmpadas utilizadas para montagem do termoscópio.

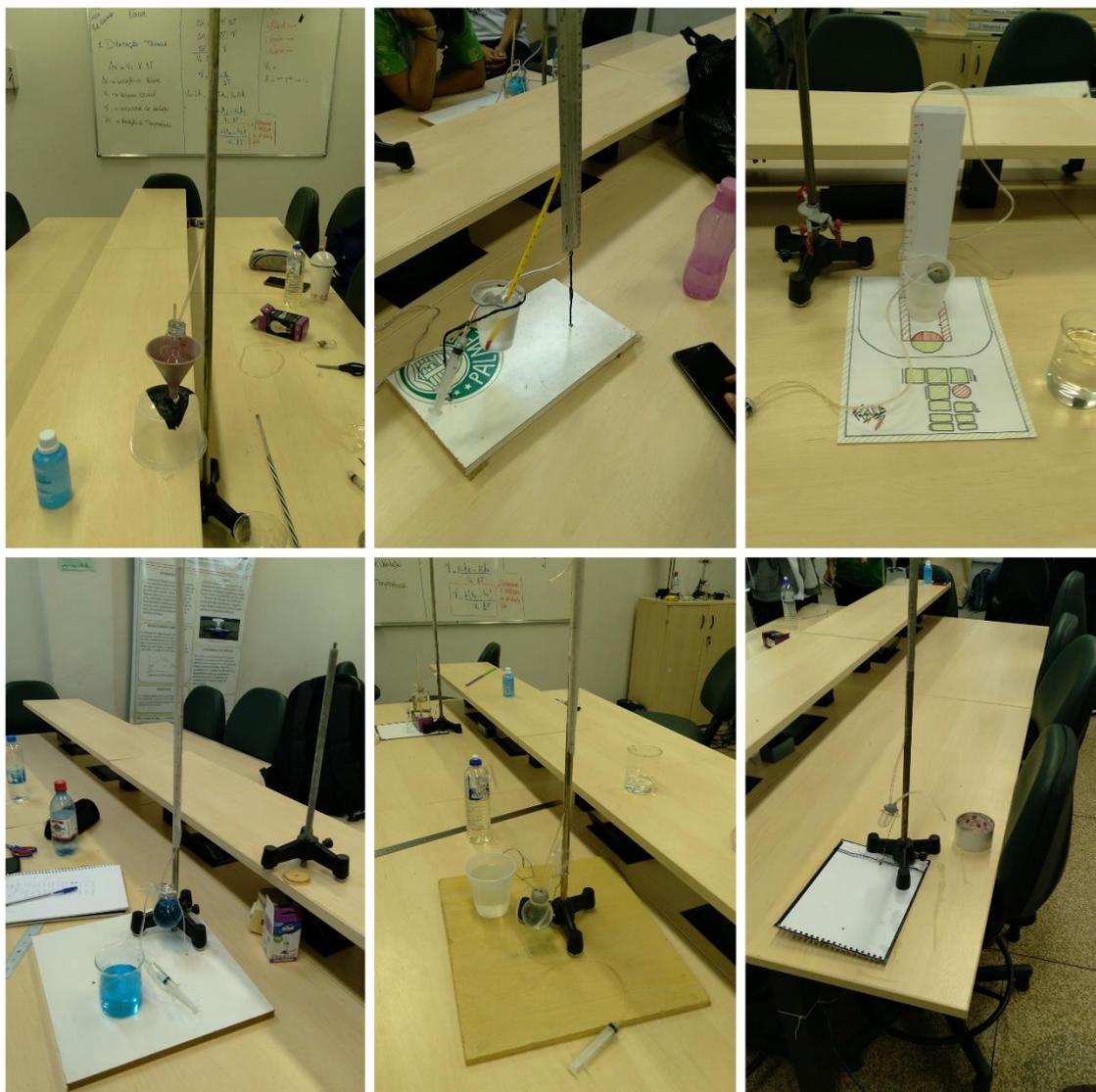


Fonte: Autor.

Esta aula durou em torno de cinquenta minutos, alguns grupos não conseguiram montar a haste para fixação das mangueiras, esses utilizaram as hastes do laboratório. Também foi utilizada uma fita branca para registrar as alturas da coluna de líquido. Durante a prática os alunos se mostraram motivados e foi dada autonomia para realizarem a montagem, estimulando que eles próprios resolvessem eventuais problemas, proporcionando uma montagem heterogênea. Vale ressaltar que nesta etapa os alunos não receberam roteiro.

Utilizaram materiais do cotidiano como pote e um funil uma capa de um caderno, base de madeira e uma das bases foi feita com papel dobrado. Em uma das montagens, uma régua foi utilizada como haste para a mangueira. Após a montagem do aparato prosseguiu-se para a próxima etapa. Segue na Figura 23 alguns termoscópios construídos pelos alunos.

Figura 23 - Termoscópios montados pelos alunos.



Fonte: Autor.

ii) Termoscópio como dilatômetro

A segunda aula, também com cinquenta minutos de duração, foi dedicada a utilização do termoscópio para evidenciar a dilatação térmica dos líquidos. Os alunos

receberam via grupo do *Whatsapp* o roteiro para a prática experimental. Os líquidos utilizados para esta prática foram: água; álcool; e acetona.

Antes da prática, foi realizada uma breve revisão dos conceitos de dilatação térmica e como adaptar a relação matemática, da dilatação térmica volumétrica, para estimar o valor coeficiente de dilatação volumétrica.

$$\gamma = \frac{V_f - V_i}{V_i \Delta T} = \frac{A (h_f - h_i)}{V_i \Delta T} \quad (4.1)$$

Em que,

γ : Coeficiente de dilatação volumétrica;

A: Área da secção transversal da mangueira;

h: altura da coluna de líquido;

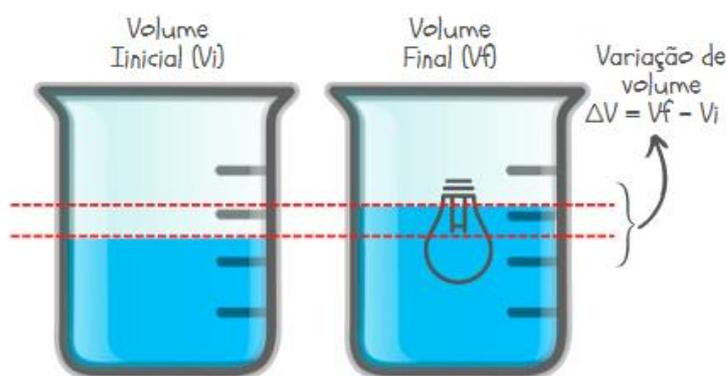
V_i : volume de líquido dentro da lâmpada;

V_f : volume de líquido dentro da lâmpada mais o dilatado;

ΔT : variação de temperatura.

Os alunos foram orientados a anotarem a quantidade de líquido que colocassem no bulbo da lâmpada a partir da seringa graduada. Como outra opção, poderiam também utilizar um béquer graduado com um determinado volume (V_i) e em seguida colocarem a lâmpada dentro do béquer e anotar o volume (V_f). A diferença de volume é o volume da lâmpada. Conforme Figura 24.

Figura 24 - Alternativa para medição de variação de volume.



Fonte: Autor.

Segue abaixo, no Quadro 13, a primeira previsão e a Questão 1 enviado para os alunos via *Google Forms*, bem como, as respostas.

Quadro 13 - Respostas dos grupos da Previsão e Questão 1.

Grupos	Previsão: O que você acha que acontecerá com a altura do líquido na coluna se colocarmos uma fonte quente para aquecer o líquido?	Questão 1: O que foi previsto foi o que você observou? Justifique a sua resposta
Grupo A	Vai subir	Sim, o líquido subiu
Grupo B	O líquido irá subir	Sim
Grupo C	Ele subirá	Sim
Grupo D	A altura do líquido na coluna irá aumentar.	Sim, a altura da coluna aumentou bastante.
Grupo E	O líquido irá subir	Ela aumenta, junto com a temperatura do líquido
Grupo F	irá subir	sim, de fato subiu
Grupo G	Ocorrerá o aumento da temperatura da escala termométrica, ou seja, o aumento da altura do líquido na coluna.	Sim, ocorreu o aumento do líquido dentro da coluna.
Grupo H	Aumento da escala termométrica	Sim, ocorreu um aumento do líquido dentro da coluna.

Fonte: Autor.

. Na Questão 1 os alunos deveriam confrontar suas previsões, verificar se o fenômeno de fato ocorreu e justificar suas respostas. Todos os grupos previram corretamente, que a coluna de líquido subiria, contudo, apenas o Grupo E explicou que o líquido sobe – ou dilata – conforme o aumento da temperatura.

Quadro 14 - Respostas dos grupos da Previsão e Questão 2.

Grupos	Previsão: O que você acha que acontecerá, com a altura do bulbo, se mudarmos o líquido do bulbo da lâmpada?	Questão 2: Você encontrou a mesma variação de altura na coluna para diferentes líquidos na mesma temperatura? Explique suas observações experimentais.
Grupo A	Como a altura depende da temperatura, só mudando o líquido a altura não muda	Valores próximos
Grupo B	Mudar o coeficiente de dilatação	Não
Grupo C	Irá mudar	Não. Cada líquido tem um grau de dilatação diferente.
Grupo D	Vai modificar a altura do bulbo.	Não utilizamos outros tipos de líquidos.
Grupo E	Não irá mudar, o importante é a temperatura, não o tipo de líquido	Sim, o importante é a temperatura
Grupo F	Irá mudar, pois são líquidos diferentes	Sim, foram apresentadas alturas diferentes
Grupo G	Dependendo do líquido, haverá uma mudança nos pontos de fusão e ebulição. Podendo ser maior ou menor que o da água.	Não, a variação de temperatura varia de acordo com o líquido utilizado.
Grupo H	Dependendo do líquido, e da temperatura de ebulição, haverá uma mudança no ponto de fusão e ebulição. Podendo ser maior ou menor do que a água.	Não, a variação de temperatura varia de acordo conforme o líquido utilizado.

Fonte: Autor.

Foi solicitado que previssem o que aconteceria se repetissem os passos anteriores, porém, com outros líquidos, Quadro 14. Os grupos A e E demonstraram ter notado que a dilatação tem relação direta com a temperatura, atribuíram a dilatação térmica somente à temperatura. Alguns grupos não consideraram o coeficiente de

dilatação. Os demais grupos previram que haverá mudança de altura, sendo que os Grupos C e D não apresentaram justificativas. Os Grupos G e H relacionaram a mudança de altura aos pontos de fusão e ebulição dos líquidos. Apesar de relacionarem a mudança de temperatura aos pontos de fusão e ebulição, é uma forma de indicarem que as propriedades dos líquidos influenciam na dilatação térmica. Os Grupos B e F indicaram como justificativa que os líquidos são diferentes e, portanto, a influência do coeficiente.

Continuando, foi solicitado que trocassem de termoscópio com outros grupos para verificarem se as previsões estavam corretas, ou que compartilhassem seus resultados. Todos os grupos relataram que de fato os líquidos se dilataram de forma diferente. O Grupo C respondeu: *“cada líquido tem grau de dilatação diferente”*. Uma maneira não-formal de evidenciar a relação da dilatação térmica de um corpo com seu coeficiente de dilatação térmica.

Agora, utilizando a equação (4.1) os alunos estimaram valores do coeficiente de dilatação térmica dos líquidos e compartilharam os dados. Para as lâmpadas de geladeira, os valores de volume encontrados ficaram entre 10 e 11ml, já para as lâmpadas convencionais próximo de 100ml. O diâmetro da mangueira encontrado pelos alunos foi de 5mm. Seguem os valores encontrados pelos alunos para o coeficiente de dilatação térmica dos líquidos utilizados, no Quadro 15.

Quadro 15 - Apresentação dos coeficientes de dilatação térmica encontrados pelos alunos.

Líquido	Experimental (°C)	Literatura (°C)
Água (Grupo A)	0,0071	0,00013
Acetona (Grupo B)	0,0097	0,00149
Álcool (Grupo C)	0,0007	0,00112
Água (Grupo D)	0,0210	0,00013
Acetona (Grupo E)	Não respondeu	0,00149
Álcool (Grupo F)	0,0018	0,00112
Água (Grupo G)	0,0009	0,00013
Água (Grupo H)	0,0009	0,00013

Fonte: Autor.

A partir dos valores do Quadro 15, foi possível observar que o aparato experimental pode ser utilizado para estimar valores do coeficiente de dilatação térmica. Destaque-se que à exceção dos Grupos A, D e E, os valores encontraram valores com a mesma ordem de grandeza dos valores da literatura.

Para concluir a prática foi perguntado aos alunos “o que podem concluir a respeito da dilatação térmica dos líquidos”. Com o objetivo de medir se os alunos compreenderam que cada líquido possui um valor de dilatação térmica. Segue no Quadro 16 a resposta de cada grupo.

Quadro 16 - Respostas dos alunos à questão 7.

Grupos	Questão 7: O que você pode concluir a respeito da dilatação térmica dos líquidos. Dê uma explicação final associando os resultados obtidos aos coeficientes de dilatação encontrados na questão anterior.
Grupo A	A dilatação muda de acordo com a temperatura
Grupo B	O coeficiente da dilatação térmica varia de acordo com o líquido.
Grupo C	Muda dependendo do líquido
Grupo D	Quanto maior diferença de temperatura, menor a dilatação térmica.
Grupo E	Os líquidos se dilatam de acordo com a temperatura do ambiente em que foram colocados.
Grupo F	Mesmo que tenham a mesma quantidade de líquido, temperatura e etc, serão resultados diferentes se forem líquidos diferentes
Grupo G	Havendo uma diferença de coeficientes térmicos de cada líquido, há uma variação na escala termométrica criada. Esse fato se dá por conta da agitação das moléculas.
Grupo H	Havendo uma diferença de coeficientes térmicos de cada líquido há uma variação na escala termométrica criada. Esse fato se dar por conta da agitação das moléculas.

Fonte: Autor.

Três grupos relacionaram a dilatação térmica somente à temperatura. E os outros cinco grupos relacionaram a dilatação térmica com o coeficiente ou enfatizou que os líquidos se dilatam de formas diferente. No geral, os alunos apresentaram as respostas conforme o esperado, relacionaram a dilatação térmica com a temperatura ou

coeficiente de dilatação térmica. O Quadro 17 resume os resultados das Questões 2 e 7, em que é possível perceber que no desenvolver da prática houve um aumento do número de Grupos que associaram corretamente a Dilatação Térmica com a temperatura e as propriedades do líquido.

Quadro 17- Comparação entre os resultados das Questões 2 e 7.

Conceito	Questão 2	Questão 7
Temperatura	A E	A D E
Coefficiente	B C F G	B C
Temperatura e Coeficiente	H	F G H

Fonte: Autor.

Os alunos foram incentivados a construírem calculadoras em programas como Excel ou plataformas (C++, Python, Pascal, etc). Todavia apenas um dos grupos utilizou o recurso e escreveu em *Python* um código capaz de calcular o coeficiente de dilatação. Os alunos escreveram o código na plataforma *Replit*. Segue abaixo, na Figura 25, um recorte do código.

Figura 25 - Sintaxe da calculadora de coeficientes de dilatação térmica.

```

1 while True:
2     try:
3         celf = float(input("Insira a temperatura inicial: "))
4         break
5         break
6     except ValueError:
7         print("Insira apenas números")
8
9 while True:
10    try:
11        celf = float(input("Insira a temperatura final: "))
12        break
13        break
14    except ValueError:
15        print("Insira apenas números")
16
17 while True:
18    try:
19        vol1 = float(input("Insira o volume inicial: "))
20        break
21        break
22    except ValueError:
23        print("Insira apenas números")
24
25 while True:
26    try:
27        diam = float(input("Insira o diametro da mangueira: "))
28        break
29        break
30    except ValueError:
31        print("Insira apenas números")
32
33 while True:
34    try:
35        alt1 = float(input("Insira a altura inicial: "))
36        break
37        break
38    except ValueError:
39        print("Insira apenas números")
40
41 while True:
42    try:
43        alt2 = float(input("Insira a altura final: "))
44        break
45        break
46    except ValueError:
47        print("Insira apenas números")
48
49 coef = (3.14*(diam/2)*(diam/2))*(alt2 - alt1) / (vol1 * (celf-celf1))
50 print("O coeficiente de dilatação é: {:.5f}".format(coef))

```

Fonte: Recortado da plataforma *Replit*.

Escrever um código ou utilizar um programa para construir uma calculadora, demonstra que os alunos se apropriaram de forma satisfatória dos conhecimentos. Além disso, mostra a possibilidade de tratar os conteúdos de física de maneira interdisciplinar, combinando-os com os conteúdos de informática.

iii) Transposição do termoscópio para o termômetro

A terceira prática experimental, consiste em transpor o termoscópio para um termômetro. Da prática anterior os alunos já puderam constatar que uma fonte quente faz a coluna de líquido subir e uma fonte fria, descer. Evidenciando o termoscópio. Agora, o próximo passo é atribuir valores às variações de altura e criar uma escala termométrica. No início da prática os alunos receberam o roteiro e responderam o questionário conforme Quadro 18.

Quadro 18 - Respostas dos alunos às Previsões.

Grupos	Previsão: Você acha que o volume dos materiais (sólido, líquido e gás) é influenciado pela temperatura? Justifique	Previsão: O que você acha que acontecerá com a coluna do líquido quando colocar uma quantidade de água quente? E fria?
Grupo A	Sim, as substâncias passam por modificações de volume, textura e formato, conforme a temperatura.	Ocorrerá a dilatação térmica. A coluna do líquido irá descer.
Grupo B	Sim, O volume dos materiais depende diretamente da temperatura.	Na água quente, o líquido vai subir, já na fria, o líquido vai descer.
Grupo C	Sim, expandem e retraem.	Quente vai subir a altura da coluna e fria vai diminuir a altura da coluna
Grupo D	Sim, pois a temperatura modifica o estado físico dos materiais e consequentemente o volume.	Ele vai subir quando colocar água quente e descer quando colocar água fria.
Grupo E	Sim, eles são influenciados pela temperatura, pois sua dilatação é diferente.	Quando o bulbo colocado sobre a água quente o seu volume sobe, e quando colocado com a água fria ele volta ao seu volume inicial.
Grupo F	Sim porque por exemplo, quanto maior for a temperatura do material, maior será o calor fornecido	Na água quente, o líquido sobe, e na fria ele retorna a medida inicial.
Grupo G	Sim, afinal com o aumento da temperatura, existe o aumento da agitação das moléculas, tanto em sólidos, líquidos e gases.	Com o estado inicial da escala em temperatura ambiente, quando adicionado água fria, a escala se mantém estática. No entanto, adicionando água quente, há o aumento do nível da escala.
Grupo H	Sim, porque todos eles passam por uma modificação de estado ou comprimento	Se colocar água quente sobe, e água fria desce

Fonte: Autor.

Na primeira *previsão*, todos responderam de forma positiva, que o volume dos materiais é influenciado pela temperatura, nas fases sólidas, líquidas ou gasosas. Na segunda *previsão*, novamente, os alunos também responderam de forma correta. As perguntas não apresentam grande complexidade, afinal os alunos já vivenciaram a dilatação térmica na primeira prática.

Em seguida, continuaram a prática ao realizar o processo de transposição do termoscópio para o termômetro. Uma alternativa para construir a escala termométrica é utilizar dois pontos de referência (fusão e ebulição) da água. O método que empregamos neste trabalho é mais simples. Uma escala já consolidada, como Celsius, é construída com base nos pontos de fusão e ebulição. Então, a escala a ser construída será comparada com a escala já consolidada.

Uma vez o termoscópio montado, basta que os alunos façam o procedimento de colocar o termoscópio em contato com uma fonte fria, ou mesmo, temperatura ambiente e registrar a altura e temperatura em Celsius. E depois, fazer o mesmo com uma fonte quente. Como fonte quente utilizou-se água quente levada em uma garrafa térmica, por conta do fácil manuseio. A dilatação térmica volumétrica do líquido é observada através da variação de altura da coluna de líquido no equipamento. Dessa forma, os alunos podem relacionar a altura da coluna de líquido com a temperatura na escala termométrica conhecida. A partir desse passo, o termoscópio passa a ser um termômetro.

Os alunos foram questionados em como relacionar os fenômenos da dilatação térmica com as observações experimentais. Segue no Quadro 19, a pergunta e as repostas.

Quadro 19 - Resposta dos alunos à questão 1.

Grupos	Questão 1: Você consegue relacionar suas observações experimentais com a dilatação volumétrica? Justifique sua resposta.
Grupo A	Sim, houve a dilatação na qual o líquido sofreu um aumento significativo de temperatura
Grupo B	De acordo com a dilatação, o líquido vai subir ou descer, assim, podemos saber a sua temperatura depois de aplicar na fórmula.
Grupo C	Sim, com a água quente a altura da coluna subiu e água fria desceu.
Grupo D	Sim, pois a medida que a temperatura da água aumenta, o volume da água aumenta e a altura da água sobe. Acontece então uma dilatação volumétrica.
Grupo E	Sim, pois observamos que quanto maior a temperatura da água, maior a sua dilatação.
Grupo F	É exatamente a dilatação volumétrica, pois ocorre o mesmo processo, tanto na água de baixa temperatura, quanto na quente, ocorre a dilatação volumétrica quando acontece a variação de temperatura.
Grupo G	Com uma diferença de 20°C, houve o aumento de 1 Dev na nossa escala.
Grupo H	Sim, pois quando houve o aumento de temperatura houve a dilatação do corpo

Fonte: Autor.

É possível perceber que a maioria dos alunos, relaciona corretamente a dilatação térmica à variação de temperatura. Após realizarem as calibrações, conforme Figura 26, o roteiro pede para que expliquem como desenvolveram suas escalas termométricas.

Figura 26 - Alunos realizando a calibração do termoscópio/termômetro.



Fonte: Autor.

Ao perguntar aos alunos como desenvolveram suas escalas termométricas, apresentaram como resposta uma descrição dos procedimentos experimentais, Quadro 20. Responderam descrevendo o procedimento de calibração do termoscópio, demonstrando a eficácia da prática e que os alunos se apropriaram do método.

Quadro 20 - Resposta dos alunos à questão 2.

Grupos	Questão 2: Explique como você e seu grupo desenvolveram a escala termométrica.
Grupo A	Colocamos em uma base uma régua e uma lâmpada com álcool dentro ligada a um tubo pelo qual o álcool da lâmpada passa, medimos a altura inicial do álcool e sua temperatura, em seguida colocamos um pouco de água quente para ver a variação e anotamos os resultados finais.
Grupo B	Estabelecemos uma temperatura inicial e depois obtivemos a temperatura final, a partir disso nós dividimos somente em duas partes.
Grupo C	Inicialmente obtemos uma escala fictícia para seguir com os experimentos (Alpacas). Posteriormente criamos o termoscópio utilizando itens de propriedade acessível para todos os integrantes. Posteriormente, utilizamos de uma régua para obter uma medida em alpacas, que equivaleria a uma medida em Celsius. Para se obter essa medida em Celsius, foi posto um termômetro em um recipiente com água, juntamente da lâmpada que carregava o nosso líquido termoscópico. Em seguida, obtida as medidas, criamos um programa na linguagem Python para calcular a conversão entre celsius e nossa medida fictícia (Alpacas)
Grupo D	Estabelecemos uma temperatura inicial e depois obtivemos a temperatura final, a partir disso nós dividimos somente em duas partes.
Grupo E	Colocamos em uma base uma régua e uma lâmpada com álcool dentro ligada a um tubo pelo qual o álcool da lâmpada passa, medimos a altura inicial do álcool e sua temperatura, em seguida colocamos um pouco de água quente para ver a variação e anotamos os resultados finais.
Grupo F	Com uma base, colocamos uma haste, que serviu para marcarmos o ponto inicial. Colamos uma mangueira em uma lâmpada vazia, que serviu para a mangueira não entrar em contato diretamente com a água no recipiente. No final da mangueira colocamos uma seringa, para termos um controle sobre a água. Utilizamos uma fita branca para marcarmos a altura e o volume da água, junto com uma régua. O arame serviu para dar um apoio à lâmpada. Utilizamos água e acetona para o experimento.
Grupo G	Foi desenvolvido de acordo com a relação entre a altura inicial e final observadas, dando um valor de 0 para a inicial e 100 para a final.
Grupo H	Marcamos a temperatura inicial, depois que ocorreu a dilatação da água, marcamos a temperatura final, e o mesmo fizemos com o volume.

Fonte: Autor.

No Quadro 21, estão as previsões e respostas dos alunos, quando sondamos se eles acham possível relacionar a escala desenvolvida por eles com outras escalas.

Quadro 21 - Respostas dos alunos à Previsão e à questão 3.

Grupos	Previsão: Agora que vocês desenvolveram uma escala termométrica, será possível realizar medições de temperatura com seu termômetro e relacioná-las com as escalas Celsius ou Fahrenheit? Justifique sua resposta.	Questão 3: Como você pode relacionar a escala termométrica desenvolvida por você e seu grupo com uma escala termométrica já estabelecida?
Grupo A	Sim, fazendo conversões	Utilizando o teorema de Tales
Grupo B	Vai ser possível, já que para descobrir a temperatura, temos que colocar na fórmula, onde já temos os dados.	Tendo a fórmula: $C - T_1 / T_2 - T_1 = X - X_1 / X_2 - X_1$ Assim, só foi necessário substituir os valores. $T_1 = 26 \quad T_2 = 45$ $X_1 = 0 \quad X_2 = 14$
Grupo C	Será. Obtendo as medidas iniciais e finais na respectiva escala, e obtendo as medidas iniciais, finais e uma medida X, será possível relacionar a nossa escala fictícia com essa escala escolhida, bastando utilizar uma fórmula para tal conversão, desenvolvida em laboratório na linguagem Python.	Através do teorema de Tales.
Grupo D	Sim, será possível, pois com os dados retirados da nossa escala, podemos converter para ambas escalas termométricas.	Como já falado na questão anterior, podemos converter os dados da nossa escala com uma escala termométrica já estabelecida.
Grupo E	Sim, relacionamos as temperaturas em Celsius	Podemos relacionar, as temperaturas e os seus volumes.
Grupo F	Sim, temos todos os dados para converter para Celsius ou Fahrenheit	Elas têm a mesma distância entre as marcações, são marcadas por centímetros
Grupo G	Sim, pois tendo um teto e um chão como base é possível estabelecer um valor intermediário entre eles.	Através do teorema de tales.
Grupo H	Sim, calculando a diferença do ponto inicial da Aginv até Celsius ou Fahrenheit	A partir dos pontos de congelamento e ebulição de cada escala termométrica

Fonte: Autor.

Todos os grupos previram de forma positiva a possibilidade de realizar as devidas conversões entre as escalas arbitrárias e as já consolidadas. Na questão 3, os Grupos A, B, C e G responderam afirmando que tal procedimento se realiza através do Teorema de Tales. O Grupo D, respondeu que utilizaria uma escala já estabelecida. O Grupo H “*pontos de congelamento e ebulição de cada escala*”. Ou seja, uma definição informal do Teorema de Tales. Os outros grupos indicaram que seria possível, porém não explicaram o procedimento.

Os grupos escreveram as equações que encontraram relacionando as escalas que eles criaram com a escala Celsius. Utilizaram as equações para converter valores de temperatura da escala Celsius para a escala arbitrária. Segue no Quadro 22 as equações que os grupos encontraram e as repostas de quais grandezas e substâncias termométricas utilizaram na construção de seus termômetros. O lado esquerdo das equações corresponde à escala Celsius e o lado direito à escala construída pelos alunos.

Quadro 22 – Resposta dos alunos às questões 4 e 5.

Grupo	Escala	Questão 4: Equação de conversão	Questão 5: Grandeza termométrica	Questão 5: Substância termométrica
Grupo A	Banana Newton	$\frac{C - 27}{47 - 27} = \frac{X - 3,5}{9,5 - 3,5}$	Dilatação térmica	Álcool
Grupo B	Sem nome	$\frac{C - 26}{45 - 26} = \frac{X - 0}{14 - 0}$	Pressão dilatação	Água
Grupo C	Alpacas	$\frac{C - 26}{46 - 26} = \frac{X - 0}{19,3 - 0}$	Centímetros	Acetona
Grupo D	Cristais	$\frac{C - 27}{49 - 27} = \frac{X - 12}{19,5 - 12}$	Régua	Água
Grupo E	Wish	$\frac{C - 27}{49 - 27} = \frac{X - 12}{30 - 12}$	Celsius	Água
Grupo F	Pimposos	$\frac{C - 18}{36 - 18} = \frac{X - 0}{8,5 - 0}$	Dilatação térmica	Acetona
Grupo G	Sorte	$\frac{S}{1} = \frac{C}{25}$	Sorte	Água
Grupo H	Angiv	$\frac{C - 25}{45 - 25} = \frac{X - 1}{2 - 1}$	Angiv	Acetona

Fonte: Autor.

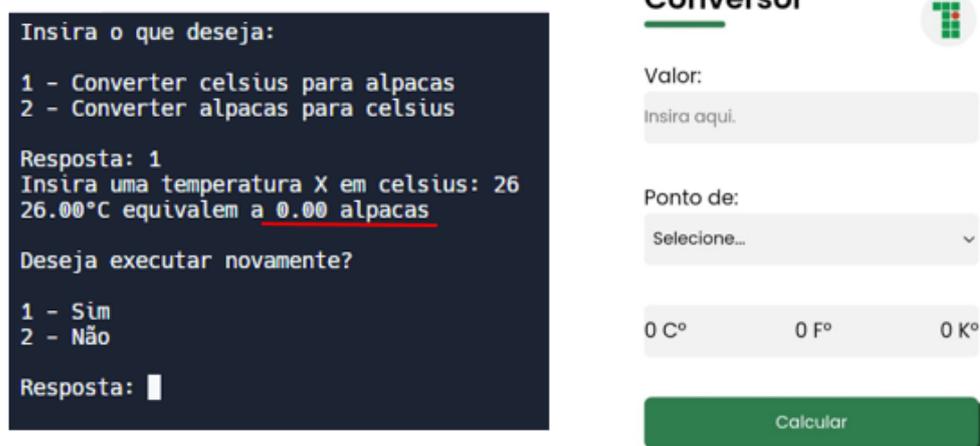
Analisando a estrutura das equações produzidas pelos alunos, é possível perceber que os grupos compreenderam os procedimentos para construção de uma escala termométrica, a exceção do Grupo G que realizou uma regra de três simples. Os Grupos D e E utilizaram a mesma substância termométrica e temperaturas bem próximas, conforme o lado esquerdo da equação. Entretanto, o lado direito das equações não guarda semelhança. O que evidencia que um dos grupos teve algum desvio durante os procedimentos, talvez não tenham aguardado o tempo adequado para os líquidos entrarem em equilíbrio térmico.

Tal situação não foi prevista durante a construção do produto educacional aplicado. Então, inserir-se-á mais uma questão, solicitando que os alunos encontrem uma temperatura com seus termômetros e depois a compare com a temperatura indicada pelo termômetro graduado. Indicando se seus termômetros foram aferidos adequadamente.

Em relação a substância termométrica todos os grupos compreenderam que é o líquido empregado no termômetro. Contudo, o conceito de grandeza termométrica não ficou claro, já que apenas três grupos responderam corretamente. A maioria dos grupos confundiu o conceito de grandeza termométrica com o conceito de escala termométrica. Nessa atividade dois grupos (Grupo C e H) escreveram um algoritmo para realizar as conversões entre as escalas termométricas (escala arbitrária vs Celsius). O Grupo C (Alpacas), escreveu em linguagem *Python* um algoritmo em que se insere um valor de temperatura e esta é convertida para a escala desejada.

Já o Grupo H, apresentou uma calculadora com excelente interface, contudo não ficou claro as conversões que esta pode efetuar.

Figura 27- Conversores de escalas produzidos pelos alunos



Fonte: Retirado da calculadora dos alunos.

Quadro 23 - Resposta dos alunos à questão 6.

Grupos	Questão 6: A quantidade de pontos em que sua escala foi dividida influência nas medidas de temperatura?
Grupo A	Não, visto que o grau da agitação se mantém o mesmo independente da escala termométrica utilizada.
Grupo B	Não
Grupo C	Sim
Grupo D	Sim, pois conforme a altura e o volume, a medida de temperatura também varia.
Grupo E	Sim
Grupo F	Não, pois se fossem outros pontos também, a temperatura continuaria a mesma pois, o que muda são as apenas as medidas
Grupo G	Sim. A temperatura de ebulição em Celsius se divide em apenas 4 partes na nossa escala °S.
Grupo H	Fusão: -025° na escala Aginv Vaporização: 4,75 na escala Aginv

Fonte: Autor.

A questão 6, presente no Quadro 23, pergunta se quantidade de pontos em que a escala foi dividida influencia nas medidas de temperatura. Os Grupos C, E e G responderam que sim. O Grupo D explicou que “conforme a altura e o volume, a medida de temperatura também varia”. Apresentando, ainda, uma distorção conceitual, pois associam medidas de temperatura somente a altura da coluna de líquido. O Grupo A respondeu: “Não, visto que o grau da agitação se mantém o mesmo independente da escala termométrica utilizada”. O grupo F: “Não, pois se fossem outros pontos também, a temperatura continuaria a mesma pois, o que muda são as apenas as medidas”. Dessa forma, os grupos compreenderam corretamente o conceito de temperatura, pois o mesmo grau de agitação das moléculas, pode ser representado por diversos valores numéricos em escalas diferentes. Os outros grupos responderam de forma negativa, porém não apresentaram explicações.

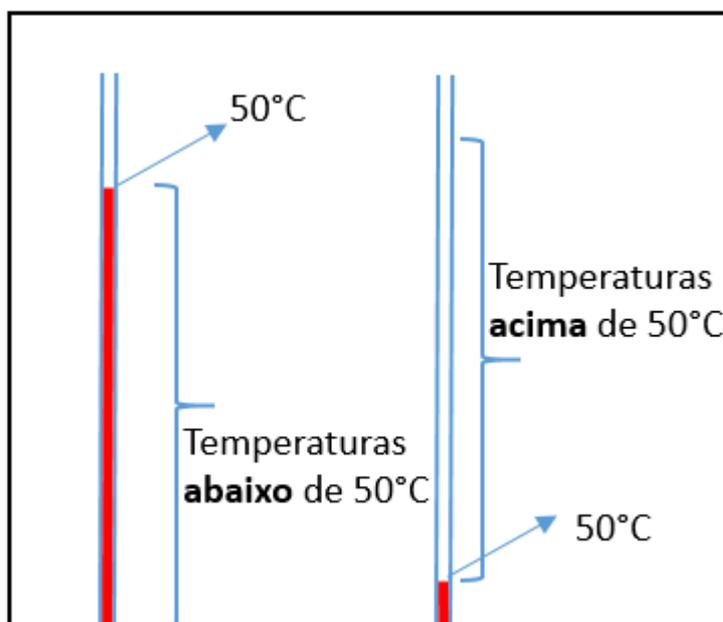
Quadro 24 - Resposta dos alunos à questão 7.

Grupos	Questão 7: Como a escolha dos pontos iniciais interferem nos valores de temperatura que seu termômetro pode medir?
Grupo A	Caso nós queiramos trabalhar com temperaturas mais baixas devemos escolher um ponto inicial alto. E se, ao contrário, devemos escolher um ponto inicial baixo que nos permita trabalhar com temperaturas altas.
Grupo B	De acordo com o ponto inicial do líquido, podemos medir as temperaturas, se o ponto inicial for mais em baixo, a quantidade de temperaturas que poderão ser medidas vai mudar (mais temperaturas acima do ponto inicial do que abaixo do ponto inicial), se o ponto inicial for no alto, acontecerá o contrário.
Grupo C	Influenciam no desenvolvimento da escala fictícia e na conversão entre escalas.
Grupo D	Conforme o ponto inicial que escolhemos, a altura e o volume da água é modificado.
Grupo E	Interfere em quais temperaturas podemos achar
Grupo F	Porque estarão de acordo a medida que escolhemos, como por exemplo a nossa medida inicial foi 18° e no caso não conseguimos medir menos que isso.
Grupo G	Pois assim foi possível dividir a nossa escala em menos pontos, em relação ao Celsius
Grupo H	Porquê estarão de acordo a medida que escolhemos, como por exemplo a nossa medida inicial foi 18° e no caso não conseguimos medir menos que isso.

Fonte: Autor.

O objetivo da questão 7, presente no Quadro 24, é verificar se os alunos perceberam como a escolha dos pontos influenciou nas medidas que realizaram. A altura inicial pode ser controlada por meio da seringa e associa-se à temperatura inicial. O intervalo de temperaturas que o termômetro será capaz de medir, pode ser escolhido no momento da transposição termoscópio/termômetro, conforme ilustração da Figura 28. Dessa forma, os grupos compreenderam que a escolha do ponto inicial é arbitrária e determina o intervalo de temperaturas que o termômetro será capaz de medir.

Figura 28 - Escolha dos pontos iniciais.



Fonte: Autor.

Pedi-se, também, que explicassem por qual motivo os termômetros utilizam substâncias termométricas líquidas, tal como o próprio termômetro que eles construíram, conforme Quadro 25. Os alunos perceberam que independentemente da fase da matéria, os materiais sofrem dilatação e construir equipamentos para medir temperatura com substâncias termométricas na fase líquida otimiza o manuseio e medições.

Quadro 25 - Resposta dos alunos à questão 8.

Grupos	Questão 8: Os termômetros mais comuns são aqueles em que são utilizadas substâncias termométricas líquidas, explique o porquê.
Grupo A	Por que os líquidos se expandem quando são aquecidos, sendo possível medir a temperatura
Grupo B	Com substâncias líquidas, é mais fácil de se medir a temperatura, e também se tem uma medição mais exata.
Grupo C	Para melhor observação da dilatação térmica da substância.
Grupo D	Pois conforme a temperatura aumenta ou diminui, a substância varia de tamanho dentro do termômetro. São mais fáceis de utilizar e visualizar.
Grupo E	Pois é mais fácil de observar a dilatação de um líquido.
Grupo F	Porque é mais fácil de ver a dilatação quando se é líquido
Grupo G	A substância termométrica líquida torna mais fácil a visualização e compreensão dos valores obtidos.
Grupo H	Propriedade dos líquidos é diferente dos sólidos e gases.

Fonte: Autor.

Por fim, foi solicitado que fornecessem uma explicação final a respeito da prática, Quadro 26. Os grupos, basicamente, realizaram uma explanação a respeito de como construíram seus termômetros.

Quadro 26 - Resposta dos alunos à questão 9.

Grupos	Questão 9: Os termômetros mais comuns são aqueles em que são utilizadas substâncias termométricas líquidas, explique o porquê.
Grupo A	Por que os líquidos se expandem quando são aquecidos, sendo possível medir a temperatura
Grupo B	Com substâncias líquidas, é mais fácil de se medir a temperatura, e também se tem uma medição mais exata.
Grupo C	Para melhor observação da dilatação térmica da substância.
Grupo D	Pois conforme a temperatura aumenta ou diminui, a substância varia de tamanho dentro do termômetro. São mais fáceis de utilizar e visualizar.
Grupo E	Pois é mais fácil de observar a dilatação de um líquido.
Grupo F	Porque é mais fácil de ver a dilatação quando se é líquido
Grupo G	A substância termométrica líquida torna mais fácil a visualização e compreensão dos valores obtidos.
Grupo H	Propriedade dos líquidos é diferente dos sólidos e gases.

Fonte: Autor.

Solicitamos que cada grupo relacionasse sua escala termométrica com a de outro grupo. Inicialmente os grupos simplesmente igualaram suas equações. Contudo, foi explicado que essa forma seria incorreta. Foi mostrado novamente o Teorema de Tales e informado que as equações poderiam ser igualadas somente se os pontos inicial e final

correspondesses às mesmas temperaturas. Isto é, a parte da equação que expressa as temperaturas em Celsius devem estar iguais. A atividade foi deixada, então, para a aula de encerramento. Os alunos demoraram em torno de quarenta minutos para realizar a atividade, gerando um ambiente tedioso, do ponto de vista dos alunos. Seguem as respostas no Quadro 27.

Quadro 27 - Resposta dos alunos à questão 10.

Grupos	Questão 10: Escreva a sua equação abaixo:
Grupo A	$\frac{B - 3,5}{9,5 - 3,5} = \frac{X - 0,9}{2,1 - 0,9}$
Grupo B	$\frac{y - 0}{14 - 0} = \frac{X - 3,7}{17,75 - 3,7}$
Grupo C	$banX = \frac{(alpX - 0)}{(19.3 - 0)} (9,5 - 3,5) + 3,5$
Grupo D	$\frac{R - 12}{17,5} = \frac{X - 0,736}{16,2}$
Grupo E	$\frac{W - 12}{30 - 12} = \frac{X - 0,2}{2,2 - 0,2}$
Grupo F	Sem resposta
Grupo G	Sem resposta
Grupo H	$\frac{A - 1}{2 - 1} = \frac{X - 10,69}{41,25 - 10,69}$

Fonte: Autor.

Dois grupos não conseguiram responder, e o Grupo C, novamente, escreveu um algoritmo para realizar o processo de conversão. Ainda assim, a questão apresentou grande dificuldade e dispêndio de tempo para resolução, porém pouco ganho de conteúdo. Talvez, seria mais produtivo trabalhar novamente os conceitos com maior índice de erro evidenciados pelos testes, questionário e roteiros. A atividade se mostrou tediosa e expôs fragilidades em operações matemáticas, contribuindo para desmotivação dos alunos e desconstruindo um ambiente propício à Aprendizagem Significativa.

A prática experimental permitiu que os alunos aplicassem os conhecimentos teóricos e os colocassem a prova. Deu mais sentido aos conceitos vistos em sala de aula, e a construção do termômetro promoveu uma aproximação dos conceitos de termologia. Mostrando que com materiais de fácil acesso, encontrados no cotidiano, é possível

construir um termômetro. A prática também permitiu que os alunos fossem atores dos seus processos de aprendizagem, buscando soluções para montar seus equipamentos e explicações para os fenômenos observados. Mostrando, portanto, que a aplicação da prática foi satisfatória.

4.4 Do Pré-Teste e Pós-Teste

Na aula de encerramento da aplicação do produto, foi aplicado o Pós-Teste, com as mesmas questões aplicadas no Pré-Teste. Segue na Tabela 2 o resumo dos resultados.

Tabela 1- Resultados obtidos no Pré-Teste e Pós-Testes.

Resumo dos Pré-Teste e Pós-Teste		
Pré-Teste: 37 Alunos		
Pós Teste: 32 Alunos		
Questão	Pré-Teste	Pós-Teste
1	89,2%	94,1%
2	67,6%	85,3%
3	35,1%	70,6%
4	81,1%	82,4%
5	83,3%	88,2%
6	91,9%	88,2%
7	78,4%	70,6%
Média	75,2%	82,7%

Fonte: Autor.

O Pré-Teste foi aplicado no primeiro contato com os alunos. E na aula final, foi aplicado o Pós-Teste, com as mesmas questões, com o objetivo de avaliar o desempenho dos alunos. Na primeira aplicação 37 alunos responderam o teste e na segunda aplicação 32 alunos. Nas cinco primeiras questões do teste, o índice de acertos aumentou em relação à primeira aplicação.

A primeira questão trata do conceito de temperatura, mesmo na primeira aplicação os alunos já tiveram um alto índice de acerto, que aumentou na segunda aplicação. O conceito foi trabalhado amplamente no decorrer das aulas.

A segunda questão, trata de quais medidas são realizadas com um termômetro. As alternativas apresentam termos exclusivos e a alternativa correta apresenta a definição de temperatura. Evidenciando que parte dos alunos, durante a primeira aplicação, tinha dúvidas a respeito de quais medições são efetuadas com o termômetro. Já na segunda aplicação do teste, o índice de acerto aumentou quase 20%.

A terceira questão, pede que os alunos indiquem a diferença entre o termômetro e termoscópio. O índice de acerto, na segunda aplicação em relação à primeira, dobrou. Evidenciando a influência das aulas e da prática experimental, construção dos conceitos.

A quarta e quinta questão, apresentaram um ganho sutil, contudo, já na primeira aplicação tiveram um índice de acerto da ordem de 80%. As questões trabalharam, respectivamente, os conceitos de substância termométrica e calor.

Já a sexta e a sétima questão, apresentaram diminuição no índice de acerto, muito embora, esta diferença corresponda a respectivamente um e cinco alunos. As questões tratam de conceitos mais abstratos, vez que, os alunos devem aplicar os conceitos em uma situação.

De forma geral, o índice de acertos apresentou um aumento do Pós-Teste em relação ao Pré-Teste. A média de acertos subiu de 75,2% para 82,7%. Evidenciando que a aplicação o produto educacional teve um efeito positivo na construção dos conceitos de Termologia.

4.5 As questões dissertativas do pré-teste, uma sondagem conceitual.

Foram colocadas ao final, duas questões dissertativas com o intuito de verificar a compreensão dos alunos sobre o tema tratado. Esta possibilidade de verificação era simples de ser obtida e foi baseada em textos e experiências sobre o tema. Para compreender melhor as respostas dos alunos, estas foram agrupadas conforme o conceito que o aluno utilizou para explicar e exercício, mesmo que o conceito seja informal.

Questão 08: Suponha a seguinte experiência: temos três recipientes com água a diferentes temperaturas, uma mais alta, outra mais baixa e na terceira água a temperatura média (mistura de quantidades iguais de água tanto na temperatura maior quanto na temperatura menor). Colocamos uma das mãos no recipiente com água quente e outra mão no recipiente com água fria, em seguida, depois da mão estar

adaptada à temperatura de cada uma colocamos as duas mãos no recipiente com temperatura média. Qual a sensação que será percebida por cada uma das mãos (descreva de acordo com alguma experiência cotidiana já vivenciada por você)?

Nesse primeiro bloco de respostas, conforme Quadro 29, os alunos basicamente descreveram a percepção das mãos após mudarem de recipientes. Isto é, as diferentes percepções de “temperaturas” quando as mãos entraram em contato com o recipiente com temperatura média.

As respostas 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12 e 18, citaram o conceito de equilíbrio térmico, mencionando que após algum tempo as mãos e a água, do recipiente com temperatura média, atingiriam a mesma temperatura. Contudo o teor predominante das respostas foi a descrição da sensação das mãos.

A resposta 11 e 12 utilizaram a troca de calor para justificar as variações de temperatura entre as mãos e os recipientes. E citam que há mudança de “sensação” e não de temperatura como as demais respostas. Apresentando uma conceituação mais completa, pois citaram: a descreveram a sensação térmica; citaram o equilíbrio térmico; e atribuíram as variações térmicas ao calor.

Quadro 28 - Respostas dos alunos às questões dissertativas (Questão 8 Pré-Teste).

Questão dissertativa Total de alunos: 35 Respostas: 18	
1	A sensação na mão fica fria e na outra quente.
2	Na mão que estava no recipiente de água fria a sensação foi de que a água de temperatura média estava quente, enquanto a mão que estava no recipiente de água quente a sensação foi de que a água de temperatura média estava fria.
3	Uma das mãos ficará quente e a outra fria, logo alcançará o equilíbrio térmico entre elas.
4	Mão que estava no frio vai sentir um aumento na temperatura e a Mão que estava no quente vai sentir uma diminuição da temperatura
5	Bom, ambas as mãos vão entrar em equilíbrio térmico de acordo com o recipiente que estiverem, logo uma vai ter uma temperatura superior a outra, sendo que quando ambas entrarem em contato com o terceiro recipiente, também entrarão em equilíbrio térmico.
6	A mão em água fria irá ter aumento de temperatura, enquanto a mão quente terá diminuição de temperatura, até que ambas estejam em equilíbrio.
7	Que uma mão estaria mais quente ou mais fria que a outra.
8	Sentiria uma mão esquentar enquanto a outra esfriar, para alcançar o equilíbrio térmico com a água média
9	A mão que estava na água quente ao tocar na água com temperatura média sente a mão esfriar e a mão que estava na água fria sente a mão esquentar.
10	"A mão que estava na água quente, assim que entrar em contato com a água em temperatura média, vai esfriar, já que a temperatura agora está menor. Já a mão que estava na água gelada, assim que entrar em contato com a água média, vai esquentar, já que a temperatura agora está maior. Depois de um tempo, tudo estará na mesma temperatura."
11	Ao colocar as mãos no recipiente A, que possui a água em equilíbrio térmico com o gelo, irá sentir a água em temperatura ambiente com uma sensação térmica de temperatura maior. Essa sensação acontece porque as mãos dos recebe calor do recipiente B trazendo uma sensação de água quente. Com o recipiente C irá sentir o recipiente B com uma sensação térmica de temperatura menor, pois ao mergulhar as mãos no recipiente C as suas mãos irão entrar em equilíbrio térmico e após mergulhar essas mãos irão transferir calor para o recipiente C trazendo uma sensação de água fria.
12	A mão que estava no frio iria sentir o calor sendo transferido para si, enquanto que a que estava no calor irá sentir o calor saindo de Si. No final ambas se igualam nas sensações.
13	A temperatura da mão quente esfria ao entrar em contato com a água da temperatura média, e a temperatura da mão fria esquenta ao entrar em contato com a água da temperatura média.
14	A mão que estava no recipiente com temperatura mais alta parece estar mais fria que a outra.
15	Uma mão vai parecer mais fria que a outra
16	Uma parece estar mais fria que a outra
17	Uma mão terá a sensação térmica diferente da outra.
18	Você sentirá a mão quente esfriando e a mão fria aquecendo e após um tempo ambas ficarão em equilíbrio térmico.

Fonte: Autor.

Quadro 29: Respostas dos alunos às questões dissertativas (Questão 8 Pré-Teste).

Questão dissertativa Total de alunos: 35 Respostas: 10	
1	depois de uns segundos as duas mãos vão ficar na mesma temperatura devido ao equilíbrio térmico
2	A temperatura da mão se adapta à temperatura da terceira água que é média
3	As duas mãos buscam ficar em uma temperatura ambiente.
4	eu acho que as temperaturas se igualam.
5	Elas ficarão em uma sensação térmica única depois de um determinado tempo.
6	Ao colocar a mão no recipiente 3, sentirá a mesma temperatura do recipiente 1 e 2. Pois, estará em equilíbrio térmico. Ao misturar os dois fluidos, ficaram com a mesma temperatura média
7	Equilíbrio térmico
8	A mão que foi inserida no recipiente com água quente e fria, quando inserida no com água morna, irá rapidamente se adaptar, não sentindo grandes mudanças. Enquanto que, a que não foi inserida passar ali por um processo de adaptação à temperatura, fazendo com que se sinta uma temperatura diferente do ambiente.
9	A sensação térmica é adaptada com a temperatura do terceiro copo sendo media nem quente nem frio
10	Equilíbrio térmico

Fonte: Autor.

O conjunto de respostas, apresentadas no Quadro 30, evidenciam o conceito de equilíbrio térmico. A resposta 1 informa que “*depois de uns segundos as duas mãos vão ficar na mesma temperatura*”. As respostas 7 e 10 responderam apenas: o equilíbrio térmico. E os outros alunos construíram conceitos informais de equilíbrio térmico. Enfatizando que ao término do processo as mãos e o líquido do recipiente deveriam ficar com a mesma temperatura.

Outros sete alunos responderam que aconteceria um “*choque térmico*” no instante em que as mãos adentrassem o recipiente com temperatura média. Entende-se pelo termo acima (choque térmico) uma variação abrupta de temperatura.

As respostas apresentadas a partir de agora retratam o Pós-Teste, em que foram aplicadas as mesmas perguntas. O Quadro 31 apresenta o primeiro grupo de respostas da questão 9.

Quadro 30- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 8 Pós-Teste).

Questão dissertativa Total de alunos: 33 Respostas: 20	
1	As mãos sentirão temperaturas opostas, a que estava na água fria ficará quente e a que estava na água quente ficará fria
2	Vai ser percebido que em uma mão vai sentir que a água no recipiente esta gelada e a outra vai está mais quente.
3	Mão fria irá sentir um aumento de temperatura, e logo se igualará. A mão quente uma queda, e logo se igualará tbm.
4	A mão que estava na água quente vai sentir uma perca de temperatura e a mão que está na fria vai sentir um aumento de temperatura
5	A mão quente permanecerá com a sensação de calor, enquanto a mão gelada irá continuar com a sensação fria. Entretanto, a mão gelada irá distribuir calor para a mão quente, sendo que em algum ponto, toda a água entrará em equilíbrio térmico.
6	A sensação da mão que estava na água quente vai ser de esfriamento, já que a temperatura vai abaixar, já a mão que estava na água gelada vai passar por uma sensação quente, onde a temperatura vai aumentar.
7	Na mão que estava no recipiente de água quente é possível sentir que a água de temperatura média está fria, e a mão que estava no recipiente de água fria é possível perceber que a água de temperatura média está quente.
8	Uma sentirá a temperatura abaixando e a outra sentirá a temperatura aumentando.
9	A mão mais fria sentirá a água mais quente e a mão mais quente sentira a água mais fria.
10	Ocorrerá a sensação térmica, as mãos quentes, a água irá parecer mais fria. já com as mãos geladas a água vai ficar quente para nós.
11	Na mão que anteriormente foi posta no recipiente de água quente, será observada uma sensação de diminuição de temperatura Enquanto que na outra mão, será o inverso: será observada uma sensação de aquecimento. O que ocorre é que ambas as mãos irão entrar em equilíbrio térmico com o meio às quais foram inseridas, que no caso é o recipiente com água na temperatura ambiente. Tal fato está de acordo com a Lei Zero da Termodinâmica, que determina a busca pelo equilíbrio térmico dos corpos.
12	A mão que estava no recipiente com água quente terá a sensação de estar esfriando, e a mão estava no recipiente com água fria terá a sensação de estar esquentando
13	A mãe que estava no recipiente com água fria vai sentir a sensação de água quente, enquanto a mãe que estava no recipiente com água quente vai sentir a sensação de água fria.
14	Com o recipiente C os alunos irão sentir o recipiente B com uma sensação térmica de temperatura menor, pois ao mergulhar as mãos no recipiente C as suas mãos irão entrar em equilíbrio térmico e após mergulhar essas mãos irão transferir calor para o recipiente C trazendo uma sensação de água fria.
15	A sensação é de mudança brusca de temperatura, onde a mão fria sente um calor mínimo, e a mão quente sente um frio mínimo.
16	O aluno terá duas sensações térmicas diferentes pois uma estava quente e outra estava mais fria.
17	Depois de colocar a mão na água fria acontece a sensação de as mãos receberem calor do recipiente se água quente trazendo uma sensação de água quente e quando colocar as mãos no recipiente de temperatura média essas mãos irão transferir calor para o recipiente trazendo uma sensação de água fria
18	Ao colocar as mãos no recipiente médio, irá sentir a água em temperatura ambiente com uma sensação térmica de temperatura maior. Essa sensação acontece porque as mãos recebem calor do recipiente médio trazendo uma sensação de água quente. Com o recipiente quente irá sentir o recipiente médio com uma sensação térmica de temperatura menor, pois ao mergulhar as mãos no recipiente quente as suas mãos irão entrar em equilíbrio térmico e após mergulhar essas mãos irão transferir calor para o recipiente médio trazendo uma sensação de água fria.
19	A mão que estava no recipiente na água gelada e colocasse na água média, sentirá a sensação da água na temperatura ambiente (morna) assim entrando em um equilíbrio térmico. agora dá quente para a morna, ele sentira uma diminuição de temperatura pois o calor vai se transferindo para água morna para entrar no equilíbrio término.
20	A mão que estava na água quente ao entrar em contato com a água média, vai sentir a mão esfriar. Já a que estava na água fria ao entrar em contato com a água média, vai sentir a mão esquentar. Como a água está em temperatura média, esse esquentar e esfriar é mínimo, não tão perceptível.

Fonte: Autor.

A partir do Quadro 32, dos 33 alunos que responderam o Pós-Teste, 20 descreveram as sensações térmicas após a inserção da mão no recipiente de temperatura média. Ou seja, que a mão proveniente do recipiente quente teria sensação de menor temperatura, enquanto a proveniente do recipiente frio teria sensação de maior temperatura.

As respostas 5, 6, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19 e 20 citaram corretamente o termo sensação térmica ao invés de temperatura. Evidenciando que perceberam que as mãos não são capazes de efetuarem medidas de temperatura quantitativas, mas, tão somente, indicarem se um corpo está quente ou frio. Ainda, as respostas 5, 14, 17, 18 e 19, explicaram as diferentes sensações térmicas, ou mudanças de temperatura a trocas de calor. As respostas 3, 18 e 19 também citaram que após algum tempo as mãos entrariam em equilíbrio térmico com o recipiente.

Quadro 31 - Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 8 Pós-Teste).

Questão dissertativa	
Total de alunos: 33	
Respostas: 7	
1	Que uma das mãos está tentando alcançar equilíbrio térmico
2	A sensação que fica é uma temperatura estável.
3	As duas mãos vão se adaptar à temperatura da água de temperatura média
4	Inicialmente eles parecem estar quente e frio mais após um tempo eles irão aquecendo e esfriando a ponto de alcançar o equilíbrio térmico
5	vai ocorrer depois de um certo tempo o equilíbrio térmico, pela diferença de temperatura e o contato tido depois
6	Depois de um certo tempo vai acontecer o Equilíbrio térmico, por conta do contato das duas mãos em temperatura diferentes
7	As temperaturas se igualam.

Fonte: Autor

No Quadro 32, estão as respostas dos alunos que utilizaram o conceito de equilíbrio térmico para explicar o problema. Quatro alunos responderam “*choque térmico*”. Um aluno respondeu que a água estava “*morna*”. Outro aluno respondeu que “*acredito que haverá um alívio nas duas mãos*”.

Tabela 2 - Resumo das respostas dos alunos, conforme o conceito empregado.

Conceito	Pré-Teste	Pós-Teste
Sensações térmicas.	18 alunos	20 alunos
Equilíbrio térmico	10 alunos	7 alunos
Choque térmico	7 alunos	4 alunos
Inconclusivos	-	2 alunos

Fonte: Autor.

Tanto no Pré-Teste, quanto no Pós-Teste, a grande maioria dos alunos descreveram as sensações térmicas ou responderam equilíbrio térmico. Contudo, o número de alunos que responderam “choque térmico” diminuiu de sete para quatro. Além disso, no Pós-Testes, as respostas foram mais completas. E mais alunos recorreram ao conceito de calor para explicar as mudanças de sensações térmicas. No Pré-Teste, dois alunos citaram o calor, no Pós-Teste, cinco alunos.

Na primeira aplicação, 2 alunos utilizaram o termo sensação térmica, já na segunda aplicação nove alunos utilizaram o termo. Afirmando que havia mudança na sensação térmica e não mudança de temperatura. Sugerindo que as aulas e as práticas experimentais, contribuíram para robustecer os conceitos dos alunos. Pois o termo, sensação térmica sugere uma medida qualitativa de temperatura. Isto é, medidas de quente e frio, ao contrário das medidas realizadas com termômetro que são quantitativas.

Para a questão 9, segue Quadro 33 mostrando as respostas obtidas no Pré-Teste. Novamente as respostas são agrupadas conforme a proximidade dos conceitos ou das respostas. Na questão em tela, pergunta-se o que é termologia e três situações cotidianas em que os alunos verifiquem emprego de tal conceito. As respostas se dividem, basicamente, em uma tentativa de explicar o conceito ou apenas citação de situações.

Quadro 32- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pré-Teste).

Questão dissertativa	
Total de alunos: 34	
Respostas: 3	
Questão 09: Na sua concepção e percebendo a palavra "Termologia", qual fenômeno do seu cotidiano está associado ao estudo desta parte da Física? Cite pelo menos três situações.	
1	Termologia é a grandeza que estuda o calor. Exemplos: quando a energia térmica do corpo fica alta; termômetro; clima.
2	A termologia estuda a medição das temperaturas, e no cotidiano isso pode ser visto em uma situação em que uma pessoa está com febre e é utilizado um termômetro para medir quantos graus de febre a pessoa tem.
3	Estuda o calor.

Fonte: Autor.

No Quadro 34, é possível notar um esforço, por parte dos alunos, no sentido de explicar o que é termologia. As respostas giraram em torno do conceito de temperatura e calor. A resposta 1 e 3, associam a termologia com o estudo do calor. Já a resposta 2, define como medições de temperatura. Ambas as respostas apenas não estão completas.

Quadro 33- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pré-Teste).

Questão dissertativa Total de alunos: 34 Respostas: 30	
1	Previsão do tempo; Temperatura; Energia
2	Aquecimento global, cozimento, medir a temperatura quando está com febre.
3	1. ao entrar e sair do banho 2. tomar algo gelado depois quente 3. estar com corpo quente e ir tomar banho
4	Tomar banho em um dia frio, cozinhar e tomar banho de sol.
5	O uso do termômetro quando está com febre.
6	Um choque térmico ao entrar e sair de locais gelados; esquentar água para o café; troca de calor entre pessoas.
7	Para cozinhar, febre e temperatura do dia está muito alta
8	1 Na temperatura diária como clima; ao comer ou beber algo quente ou frio; tocar em algo e sentir a sua temperatura
9	1- Ao beber café quente; 2- Ao sentir calor ou frio; 3- Ao sentir temperatura de outras coisas
10	Na hora de cozinhar, quando estamos com febre e quando a temperatura do dia está muito alta.
11	Dilatação, ebulição e temperatura corporal.
12	- Derretimento do gelo, congelamento de algo e cozinhar algo
13	Montar um dissipador de calor em um PC, esquentar água do café e ligar o ar condicionado para me esfriar.
14	Temperatura do ambiente, situação em que precisa medir a temperatura de alguém, uma bebida mais gelada ou mais quente.
15	1. Ferver a água do café 2. Colocar gelo nas bebidas 3. Sair do banho quente e entrar no quarto gelado
16	Ferver água, temperatura do dia e chegar em casa com o corpo quente e já tomar banho frio
17	A termologia pode estar em vários momentos do cotidiano, por exemplo, quando você esquentar alguma comida, quando coloca uma bebida na geladeira ou quando se mistura duas coisas com temperaturas diferentes.
18	-Gelo derretendo após ser removido do congelador da geladeira -Aquecimento da água no fogão -Congelamento de comida no congelador da geladeira
19	Medir a temperatura quando se está com febre / Aquecimento global / Diferentes sensações térmicas em diferentes estações do ano / Se aquecer ou se refrescar com um banho, ou depender do dia.
20	Água quente e fria no mesmo recipiente. Troca de temperatura ao abraçar. Gelo em cima da mesa.
21	Quando um copo de água gelada é deixado por certo tempo sobre uma mesa, ele esquentará até entrar em equilíbrio térmico com o ambiente em que está. Quando ficamos muito tempo abraçados com outra pessoa, entramos em equilíbrio térmico com ela. Quando colocamos água quente e água fria num mesmo recipiente elas entram em equilíbrio térmico.
22	Quando estou com o corpo quente e vou tomar banho Quando estou com febre e tomo banho de água gelada Quando estou em lugar quente e vou para uma sala gelada.
23	1) Fazer comida 2) Assistir TV 3) Pegar o ônibus
24	Temperatura do ambiente, ao medir a temperatura do corpo de uma pessoa, ao medir a temperatura de um copo com líquido.
25	Dilatação e contração dos materiais e na cozinha, cozinhando um ovo.
26	Leite fervendo
27	Leite fervendo
28	Quando chego com o corpo quente da escola e vou para meu quatinho geladinho, ferver água para preparar um miojo e solidificar a água para fazer gelo pro teres.
29	Termômetro, alto forno, controle de temperatura do ar condicionado

Fonte: Autor.

Nesse grupo de respostas os alunos basicamente citaram exemplos e não explicaram o conceito de termologia. É possível perceber que os exemplos citados são de fenômenos presentes no cotidiano dos alunos. Na resposta 6 foi citado o termo “*choque térmico*”, como exemplo de fenômeno associado à termologia. Um aluno citou “*não saber*” e outro “*quente e frio*”.

Quadro 34- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pós-Teste).

Questão dissertativa	
Total de alunos: 32	
Respostas: 3	
Questão 09: Na sua concepção e percebendo a palavra "Termologia", qual fenômeno do seu cotidiano está associado ao estudo desta parte da Física? Cite pelo menos três situações.	
1	O calor.
2	Fenômenos q contem mudanças de temperatura, dilatação e contração da matéria. A mudança de estados da água. O funcionamento da panela de pressão
3	A dilatação e contração dos materiais; medição da temperatura corporal, até os ajustes realizados pelas fábricas para aumentar a eficiência dos motores de carros.

Fonte: Autor.

Conforme o Quadro 35, para o Pós-Teste, a exemplo do Pré-Teste, apenas três alunos conceituaram termologia. No entanto, os conceitos 2 e 3 foram bem mais completos, citando outros fenômenos que são objeto de estudo da termologia. Restando, a resposta 1 em que o aluno apresentou como resposta “*o calor*”.

Quadro 35- Resposta dos alunos à questão dissertativa (Questão 9 Pós-Teste).

Questão dissertativa Total de alunos: 32 Respostas: 29	
1	Temperatura do dia; termômetro (medição de febre); temperatura da água ou de alimentos
2	Ferver água do café, descongelar comida e sair da sala gelada para o sol.
3	Por gelo na água, cozinhar, chuva durante um forte sol.
4	Cozinhando alimentos, construindo determinadas coisas e nos hospitais.
5	Culinária, estudo de eventos climáticos, estudo do aquecimento global e gastronomia
6	cozinhar, calor do sol e uso do ventilador.
7	Na temperatura ambiente (quando sentimos calor e entramos em um lugar frio), temperatura dos alimentos (ao beber ou fazer um café quente) e temperatura corporal (quando abraçamos alguém com temperatura diferente da nossa)
8	Fazer café, congelamento da água e o derretimento do gelo
9	Choque térmico ao entrar em um ambiente frio, estando quente fora do mesmo; O aquecimento do computador depois de certo período; A mudança de temperatura em partes da casa utilizando um ar condicionado.
10	Quando misturamos 2 líquidos em temperaturas diferentes, quando esquentado uma água para fazer o cozimento de uma comida ou quando colocamos uma bebida na geladeira.
11	Fazer comida, tomar banho e entrar em um ambiente com a temperatura diferente do ambiente em que estava.
12	tomar banho, fazer comida e entrar em um ambiente gelado logo dps de sair do sol
13	A medição da temperatura corporal com termômetro, para descobrir se uma pessoa está com febre, a medição da temperatura ambiente através de termômetros, e como as temperaturas afetam cada tipo de material, seja um metal, alimentos e etc
14	Fazer café, cozinhar feijão e medir febre.
15	Ferver leite
16	quando vai cozinhar
17	Podemos observar em diversas situações do nosso dia: Quando tomamos um banho gelado em um dia quente, na qual a sensação térmica de calor é rapidamente substituída pela sensação de refrescância. Esse mesmo caso pode ser observado de maneira análoga quando bebemos um refresco, um suco gelado, ou mesmo quando ingerimos um líquido quente, em dias frios. Mas ela também é observada não só por essas situações rotineiras, mas também é em escala maior. Nesse caso, observamos isso no aumento da temperatura da terra com o efeito estufa, o qual a cada ano está cada vez maior. Quando abraçamos alguém, podemos observar a lei que determina a busca dos corpos pelo equilíbrio térmico, visto que ambos os corpos irão trocar calor para chegarem a uma temperatura igual.
18	-Uma bebida sendo congelada no freezer; -Uma comida sendo cozinhada; -Um termômetro para medir nossa temperatura corporal.
19	Cozinhar um ovo, a dilatação e contração dos objetos, geladeiras.
20	Temperatura do ambiente, mudança de clima e dilatação térmica.
21	quando estamos quentes e vamos tomar banho gelado, quando estamos de corpo quente e entramos em um lugar com ar condicionado, quando comemos algo quente e bebemos água gelada
22	Na hora de fazer café, cozinhar o ovo e quando estamos doentes (febre)
23	Medir a temperatura corporal de alguém para saber se a pessoa está com febre; Cozinhar; Esquentar água para o café dissolver melhor na água.
24	Cozinhar ovo, dilatar trilhos de trens e construir estruturas sólidas
25	Quando um copo de água gelada é deixado por certo tempo sobre uma mesa, ele esquentará até entrar em equilíbrio térmico com o ambiente em que está. Os termômetros. Quando abraçamos pessoas a pessoa com maior temperatura transfere calor para a pessoa de menor temperatura, entrando em equilíbrio 2.
26	1 - Quando deixamos água gelada em cima da mesa, a água vai esquentar até entrar na temperatura ambiente. 2 - Quando abraçamos pessoas, quem estiver com maior temperatura transfere calor para a que estiver com menor temperatura para entrar no equilíbrio térmico. 3 - Termômetro
27	Quando estou de corpo quente e vou para o ar condicionado Quando estou treinando e estou de corpo quente e vou tomar banho Quando tomo café e depois bebo água gelada
28	Medição da temperatura corporal, para descobrir se estou com febre; Ferver água para determinadas receitas; Mudança na temperatura do meu quarto onde há central de ar, e o resto da casa onde se mantém na temperatura ambiente.

Fonte: Autor.

Os alunos, em sua maioria, apenas citaram exemplos de situações que guardam relação com fenômenos da terminologia. Ainda assim, é possível notar que os alunos citaram exemplos próximos de seus cotidianos. Os exemplos têm relação com culinária, práticas de esporte, abraços, situações corriqueiras como beber água, dentre outros. Sugerindo uma apropriação conceitual, ou maior proximidade entre os alunos e os conceitos estudados.

As análises dos dados obtidos nestas duas questões sugerem um certo grau de organização com relação ao conhecimento que foi colocado pelos alunos. A associação dos aspectos da terminologia com o que é colocado no cotidiano do aluno nos informa sobre as suas associações prévias, nos auxiliando nas relações que devem ser estabelecidas pelo professor no momento da prática. E evidenciando, ganhos conceituais após as práticas.

4.6 Do Questionário de Satisfação

No questionário de satisfação, foram realizadas oito perguntas com o objetivo de medir como foi a experiência dos alunos com a metodologia empregada. Dos trinta e sete alunos que participaram da prática, vinte e nove responderam. As perguntas permitem avaliar cada etapa da prática: os textos pré-aula; a metodologia *Peer Instruction*; e as aulas experimentais.

Quadro 36 - Questionário de satisfação, questões de 1 a 4.

Questionário de Satisfação		
Total de alunos: 37		
Alunos que responderam: 29		
Questão 1: Você já tinha participado de uma aula experimental?		
Sim – 31% (9 alunos)	Não – 69% (20 alunos)	
Questão 2: Você acha que participar de uma aula experimental contribuiu para sua aprendizagem?		
Sim – 96,6% (28 alunos)	Não – Nenhum	Indiferente – 0,4% (1 aluno)
Questão 3: Você já tinha construído um termômetro?		
Sim – Nenhum	Não – 100%	
Questão 4: O que você achou das aulas?		
Gostei – 96,6% (28 alunos)	Não Gostei – Nenhum;	Indiferente -0,4% (1 aluno)

Fonte: Autor.

A partir do Quadro 37, é possível perceber que grande parte dos alunos não havia participado de aulas experimentais, as práticas foram o primeiro contato dos alunos com o laboratório após o ingresso no IFRO. Além disso, os alunos avaliaram que as práticas experimentais contribuíram para o processo de aprendizagem, bem como, auxiliou a despertar o interesse para a disciplina de Física. Conforme, Questionário de Identificação, a grande maioria da turma revelou mais facilidade para a disciplina de Educação Física. E apenas um aluno apontou a disciplina de Física.

Quadro 37 – Questionário de satisfação questões de 5 a 7.

Questionário de Satisfação		
Total de alunos: 37		
Alunos que responderam: 29		
Questão 5: Você acha que participar da construção do experimento despertou seu interesse para as aulas de Física?		
Sim – 79,3% (23 alunos)	Não – 6,9% (2 alunos)	Indiferente – 13,8% (4 alunos)
Questão 6: Você acha que as leituras prévias, antes das aulas, contribuíram para o desenvolvimento das aulas e sua aprendizagem?		
Sim – 96,6% (28 alunos);	Não – Nenhum;	Indiferente -0,4% (1 aluno)
Questão 7: Você avalia que os testes durante as aulas e as discussões a respeito do conteúdo, contribuíram para sua aprendizagem?		
Sim – 96,6% (28 alunos)	Não – Nenhum	Indiferente – 0,4% (1 aluno)

Fonte: Autor.

O Quadro 38 evidencia que as aulas experimentais, os textos prévios e a metodologia PI (pergunta 7), tiveram um impacto positivo, do ponto de vista dos alunos. Apenas dois alunos responderam que a construção experimental, não foi capaz de despertar seu interesse pela física e um aluno se mostrou indiferente, e o restante, indicou que a prática contribuiu para a aprendizagem.

Por fim, os alunos foram convidados a deixar algum comentário, sugestão ou responderem o que acharam das aulas. Registrou-se apenas uma resposta de teor

indiferente e as demais evidenciando o aspecto positivo da prática, auxiliando na visualização dos conceitos e aproximando-os do cotidiano dos alunos.

Quadro 38 - Questionário de satisfação questão 8.

Questionário de Satisfação
Total de alunos: 37
Alunos que responderam: 29
Questão 8: Deixe aqui algum comentário, ou sugestão, sobre o que você achou das aulas.
Nada a acrescentar
Sucesso dms
Poder visualizar o prático contribuiu muito para o teórico
Muito boa a abordagem e a forma como fez-me entender mais sobre terminologia e temperatura não de uma forma que já vem infiltrada como cultura em nossas vidas, mas trazendo a física para o dia-dia de uma forma fácil e prática.
Eu particularmente gostei e achei que é uma dinâmica que facilita o entendimento do aluno na matéria
As aulas eu achei bem legal e dinâmica.
Estou satisfeito com as aulas.
As aulas foram boas por conta da prática, deu para entender melhor :)
Muito bom esse tipo de aula onde a gente aprende, entendi o que tem que fazer e vamos para a aula prática
Diferente, dinâmica e legal, o que ajuda mais na aprendizagem.
Gostei muito, achei as aulas bem dinâmicas e que contribuíram para minha aprendizagem.
Jesus te ama professor, o senhor é top 😊😊
Gostei, principalmente das aulas práticas sobre o termoscópio e o termômetro.
Prática.
Amei a aula, o professor explica super bem e aprendi muito com a aula dele.
Ter mais aulas experimentais.
Gostei de ter aula prática, e da camisa do iron maiden do professor, mt rock
Gostei bastante das dinâmicas, e foi superinteressante construir um termômetro. Gostaria de poder ter novamente essas experiências.
Gostei muito, professor tirou todas as nossas dúvidas e despertou uma vontade a mais de estudar
Muito boa as aulas
Adorei muito! Principalmente das aulas experimentais e gostei muito os questionários pois são bastantes fáceis de se interpretar e responder.
Adorei as práticas
Achei legal a dinâmica das aulas :)
Muito bom!! Parabéns professor :)
A de amei
A linguagem simples e didática contribuiu fortemente para o entendimento a respeito do conteúdo. As aulas em laboratório permitiram também melhor entendimento do conteúdo, dado a forma como a prática contribui no estudo e pesquisa dos temas abordados.
As aulas em laboratório permitiram também melhor entendimento do conteúdo, dado a forma como a prática contribui no estudo e pesquisa dos temas abordados.
Muito bom as aulas e aprendi bastante, apesar de ter uma certa dificuldade.

Fonte: Autor.

A partir de aulas que fogem dos métodos tradicionais, os alunos, em sua maioria, se mostram mais motivados e predispostos a aprender os conteúdos. E ainda, a proposição de que eles devem interagir para resolver problemas, força-os a se colocarem em posição de atores de seus processos de aprendizagem. Proporcionando, dessa forma, a Aprendizagem Significativa.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem significativa pressupõe o fato de que o aluno deve conter em sua estrutura cognitiva aspectos relacionados ao conteúdo para que possamos ancorar os novos conhecimentos. Estes aspectos não precisam ser necessariamente científicos, devem apenas estar relacionados aos aspectos mais básicos, tais como a vivência ou ainda as consequências do conceito.

Nesse sentido, ao falar sobre a termologia, em especial aos aspectos mais básicos, como o calor e temperatura, a maioria dos seres humanos já trazem consigo as informações empíricas necessárias para desenvolvermos conhecimentos científicos sobre estes aspectos. Afinal de contas, a pele, o maior órgão do corpo humano, é um sensor de temperatura e está a todo momento exposto a variações dessas.

A prática, por conseguinte, foi idealizada, tendo como ponto final o aprendizado acerca da termologia e suas ramificações. Buscamos a sondagem dos Subsunoçores que os alunos dispunham na tentativa de desenvolver aspectos bem solidificados e com base na Aprendizagem Significativa. O produto educacional permite a construção de conhecimentos a respeito da termologia, bem como, a construção - com materiais de baixo custo e fácil acesso - de um equipamento que permite ao aluno visualizar os conceitos Físicos.

A utilização da metodologia de ensino *Peer Instruction* durante as aulas expositivas mostrou-se de grande valor, uma vez permitiu a interação entres os alunos e a partir dessa a construção e socialização dos conceitos. No contexto experimental, o POE permitiu que os alunos pusessem a prova os conhecimentos construídos em sala de aula. Testando suas constatações e as verificando a partir do experimento. Fazendo que os alunos rompessem com a posição de depositários do conhecimento e fossem atuantes em seu processo de aprendizagem, criando um ambiente propício à Aprendizagem Significativa.

Atualmente, a tecnologia, tem ganhado espaço e os *smartphones* não foram tratados como objetos antagônicos à aprendizagem. Pelo contrário, foram incluídos e utilizados como ferramenta durante a aplicação deste produto. Associado à *internet* os aparelhos facilitaram a comunicação e aproximaram os alunos do docente e dos conteúdos.

Os textos prévios, utilizados para auxiliar os alunos a terem contato com os conteúdos, foram construídos em formato eletrônico. De modo que se adequassem aos *smartphones* e os alunos pudessem lê-los em qualquer lugar. Além disso, os formulários e testes também foram aplicados em eletrônico. Os alunos receberam com naturalidade esse formato, e ainda, facilitou o tratamento dos dados pelo professor. Afinal, os resultados e indicadores do desempenho da turma pode ser observado instantaneamente.

Outro ponto de destaque, é que os alunos foram incentivados a escrever algoritmos para realizar os procedimentos matemáticos. Uma vez que, a programação está cada vez mais presente no cotidiano. A confecção de um pequeno programa para calcular os coeficientes, demonstra, por parte dos alunos, um maior domínio e apropriação dos conteúdos. Afinal, aplicaram o conhecimento em construção em um novo problema, a construção de um algoritmo.

Ainda, a prática não se esgota com sua aplicação. Pode ser revisitada quando tratar dos conteúdos de Transmissão de Calor, auxiliando os alunos a compreender como escolher os materiais mais adequados para a construção do termoscópio/termômetro. Aplicando o conceito de coeficiente de condutibilidade térmica, bem como, a influência da espessura do material.

O produto educacional foi de grande auxílio na prática docente, pois a utilização do material exemplificou o que estava sendo tratado, permitiu ainda, a construção do conhecimento através da interação do conhecimento desenvolvido e do seu objeto de pesquisa. No que diz respeito à funcionalidade pode-se observar que o material didático desenvolvido responde bem ao que se propõe, a construção dos conceitos de terminologia no contexto da Aprendizagem Significativa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA A. L., Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 2, 2017.

AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston.

BAPTISTA, José Plínio, Os princípios Fundamentais ao Longo da História da Física, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 541-553, (2006)

BARROS, J. Acácio; REMOLD, Julie; SILVA, Glauco S. F.; TAGLIATI, J. R.; Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Ensino Médio – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN**. Brasília: MEC 1996.

CAMPOS, Alexandre; RICARDO, Élio Carlos, A complexidade do movimento local na Física aristotélica, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, (2012)

CINDRA, José Lourenço; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl, **Calor e temperatura e suas explicações por intermédio de um enfoque histórico**, Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, Campinas – São Paulo, 2004, p. 240 – 248.

FACCIN, Franciele; GARCIA, Isabel Krey, Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre temperatura, **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V7(2), pp. 18-28, 2017

FREIRE, P., **Pedagogia da Autonomia – Saberes necessários à prática educativa**, São Paulo, Editora Paz e Terra, 1996.

Halliday, David; Resnick Robert; Walker, Jearl; **Fundamentos de Física – Gravitação, Ondas e Termodinâmica**, Editora LTC, 9º Edição, São Paulo – SP, 2009

KIELT, Everton Donizetti; SILVA, Sani de Carvalho Rutz; MIQUELIN, Awdry Feisser; Implementação de um aplicativo para smartphones como sistema de votação em aulas de Física com *Peer Instruction*, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 4, e4405 (2017)

KITTEL, Charles, **Introdução à Física do Estado Sólido**, Rio de Janeiro – RJ, Editora Guanabara Dois, 1978.

MOREIRA, M. A., Aprendizagem Significativa, um conceito subjacente, **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(3), pp. 25-46, 2011.

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

MOREIRA, M. A.; ALMEIDA, V. O., Mapas conceituais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos da óptica física, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4403 (2008).

MOREIRA, M. A.; **O que é afinal Aprendizagem Significativa?**, Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

MULLER, Maykon Gonçalves; ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Angela Eliane; SCHELL, Julie; Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015), **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 3, e3403 (2017)

NICOLSON, Iain, **Gravidade, buracos negros e o universo**, Rio de Janeiro – RJ, Editora F. Alves, 1983

NUSSENZVEIG, Herch Moysés, **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**, 4a edição, Editora Edgard Blücher, 2002.

PÁDUA, Antonio Braz; PÁDUA, Cléia Guiotti; MARTINS, Ricardo Spagnuolo, A natureza do calor: passados dois séculos, será que a teoria do calórico ainda é de alguma

forma uma idéia atraente ou, até mesmo, útil?, **Seminário de Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina**, v. 30, n. 1, p. 3-18, jan./jun. 2009

PIRES, A. S. T. **Evolução das ideias da Física**, São Paulo, 2º edição: Editora Livraria da Física, 2011. 478

PIRES, Denise Prazeres Lopes; AFONSO, Júlio Carlos; CHAVES Francisco Artur Braun, A termometria nos Séculos XIX e XX, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, (2006)

PONCZEK, Roberto I. Leon, **Origens e Evolução das Ideias da Física**, Salvador – BA, EDUFBA (Org. José Fernando M. Rocha)

PPP – Projeto Político Pedagógico da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Barão do Solimões, 2018.

ROLANDO, Axt; MOREIRA, Marco Antônio, O Ensino Experimental e a Questão do Experimento de Baixo Custo, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 13, p. 97 - 103, 1991

SALINAS, R. A., **Introdução à Física Estatística**, São Paulo – EDUSP, 2008.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira; SILVA, Josué Borba, O uso dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação formativa na educação Química, **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V8(1), pp. 49-60, 2018.

SANTOS, J. M. et al., Simulação analógica de configurações eletrostáticas em uma malha de resistores, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 287-301, abr. 2019.

SEABRA, M. E. F., MACIEL, A. M. M., Ensino de física por projeto: o estudo de terminologia em sala de aula favorecendo a alfabetização científica, **Experiências em Ensino de Ciências** V.14, No.1, p. 330 -343, 2019.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B., Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 4, 2019.

YOUNG, H. Física II: Termodinâmica e ondas/Young Freedman, São Paulo, Addison Wesley 12ª ed., 2008.

ZEMANSKY, M.K., **Calor e Termodinâmica**, Rio de Janeiro, editora Guanabara Dois AS, 1978.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL -



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

POLO DE PORTO VELHO - RO



**PRODUTO EDUCACIONAL
TERMOLOGIA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO E
UTILIZAÇÃO DE UM TERMOSCÓPIO**

TERMOLOGIA

**EDUARDO RODRIGUES MAMÉDIO
ORIENTADORA: PRISCILLA PACI ARAUJO**

2023



Prezado Professor e Professora,

A disciplina de física é fundamental para compreensão do mundo que nos rodeia. Afinal, estamos imersos em um universo regido por leis descritas e estudadas pela física. Desde os fenômenos naturais até a compreensão das tecnologias. É de fundamental importância, portanto, que esta disciplina seja bem compreendida pelos alunos. Apesar de sua importância, nem sempre é bem aceita pelos alunos, restando a pecha de disciplina tediosa.

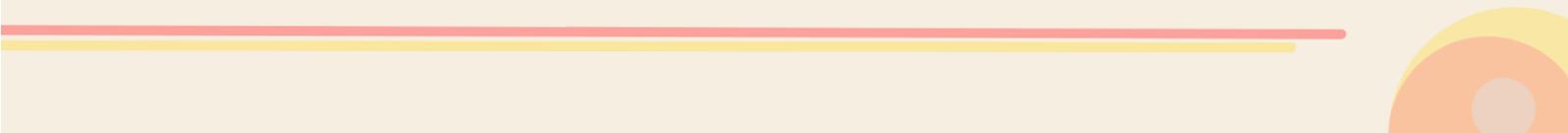
Neste sentido, amigo professor, apresentamos este produto educacional, uma proposta para trabalhar os conteúdos de Termologia. Este produto foi organizado a partir da teoria da Aprendizagem Significativa, empregando metodologias ativas como ferramenta para sua obtenção.

Este produto é composto por duas etapas: aulas teóricas com o auxílio da metodologia Peer Instruction e Textos Pré-Aula; e aulas experimentais para a construção de um termoscópio/termômetro. Em ambas as etapas, espera-se que os alunos alcancem Aprendizagem Significativa.

A aplicação do produto, não precisa ser estritamente conforme os roteiros. Fica a critério do professor utilizá-lo no todo ou em parte, ou ainda, realizar adaptações mais coerentes com sua realidade.

Esperamos, a partir, desse produto, proporcionar um ambiente motivador para os alunos e por consequência sejam mais ativos em seus processos de aprendizagem, alcançando a Aprendizagem Significativa e o gosto pela Física.

Eduardo Rodrigues Mamédio



Sumário

Introdução	10
Descrição Básica do Experimento	11
A METODOLOGIA APLICADA À PRÁTICA DOCENTE.....	12
1.1O Método de Peer Instruction: revisitando e discutindo	12
1.2A aplicação do método Peer Instruction ao contexto da experimentação em Física.	12
1.3 Sequência didática	13
Aula 1: Introdução à Termologia.....	13
Aula 2: Termometria.....	17
Aula 3: Dilatação Térmica	21
Aula experimental 1: CONSTRUÇÃO DO TERMOSCÓPIO	25
Aula experimental 2: DILATAÇÃO TÉRMICA VOLUMÉTRICA DOS LÍQUIDOS	30
Aula experimental 3: ESTABELECIMENTO DE UMA ESCALA DE TEMPERATURAS.....	34
Resultados Experimentais que podem ser alcançados	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS	44

Introdução

O produto educacional tem como objetivo principal a facilitação do ensino-aprendizagem da termologia, em especial aos aspectos relacionados a escalas termométricas e à dilatação térmica dos líquidos, já que estes assuntos estão completamente relacionados em termos práticos.

O desenvolvimento deste material tem como ponto primordial a aplicação de materiais de baixo custo e fácil acesso, tendo em vista, que é destinado aos professores e alunos da rede pública. A partir do experimento, é possível perpassar a história da termologia, partindo da observação dos efeitos de diferenças de temperaturas, introduzidas pelo Termoscópio. Verificar a dilatação térmica de líquidos de maneira qualitativa, isto é, perceber e ordenar quais líquidos dilatam mais em relação aos outros.

Evidenciar a conceituação de substância termométrica, afinal, a partir do momento que se é capaz de estabelecer uma escala termométrica, a substância, antes utilizado para observar o fenômeno da dilatação térmica, passa a ser também a substância termométrica e o termoscópio, um termômetro. É possível estabelecer equações de transformações capazes de relacionarem a escala criada pelos discentes com as escalas tradicionais (Celsius, Fahrenheit e Kevin).

Foi colocada ao longo do texto uma descrição dos materiais e, também, a maneira de trabalhá-lo, em sala de aula, com base nos conceitos de Aprendizagem Significativa e na Metodologia de Ensino Ativo.

Isto permite que o docente esteja totalmente assistido com relação à utilização deste material didático, uma vez que, apresenta tanto a utilização do equipamento, quanto a construção e aplicação dentro de sala de aula aos alunos de qualquer nível de ensino.

Notamos ao longo de nossas práticas que a utilização da construção de equipamentos de baixo custo está diretamente associada ao aspecto mais básico de compreensão de um determinado conteúdo, tendo em vista, que ocorrem associações do que é colocado com o que foi construído.

Permitindo aos alunos – de ensino fundamental, médio e graduação – que a construção desse equipamento seja de grande valor e proveito, proporcionando a melhoria do aprendizado e tornando o conteúdo bem mais instigante.

Descrição Básica do Experimento

O experimento mostra a Dilatação Térmica Volumétrica dos fluidos quando aquecidos a partir da temperatura ambiente, como também, o estabelecimento de uma escala de temperatura pelos alunos através da calibração do material com a comparação através de pontos fixos a temperaturas conhecidas.

O fenômeno da dilatação é observado, macroscopicamente, por meio do aumento do nível da coluna de um líquido, e através dessa variação é realizada a graduação do termômetro, concretizando a transposição: termoscópio – termômetro.

O fato do experimento apresentar caráter interdisciplinar entre os conteúdos de Dilatação Térmica e a Medida de Temperaturas reside no fato desses dois pontos de estudo da Física serem imensamente relacionados, afinal estão inseridos no bojo da Termologia.

Portanto, o experimento pode auxiliar o professor no estabelecimento e na concretização de um modelo mental sobre a Dilatação Térmica Volumétrica e sobre as ferramentas de medição de temperatura por parte do aluno. Evidenciando, ainda, a constatação de que os modelos teóricos e os desenvolvimentos descritos em sala de aula são resultados de fenômenos naturais.

Os materiais utilizados são de natureza simples, não oferecendo grandes dificuldades de serem encontrados. Todavia, aos que não tenham tanta habilidade com as fontes térmicas é aconselhável que seja solicitada a ajuda de terceiros para que não ocorram pequenos acidentes que inibam a prática experimental.

A METODOLOGIA APLICADA À PRÁTICA DOCENTE

1.1 O Método de Peer Instruction: revisitando e discutindo

O método de *Peer Instruction* (Instrução por Pares) foi inserido no contexto da Física por Eric Mazur, sendo primordial no contexto da aprendizagem ativa. A interação do discente, ao buscar o entendimento de certos aspectos do conhecimento é de grande valor, não só ao docente como também ao grupo de alunos que interagem socialmente e em busca de um objetivo (BARROS et al., 2004, p. 64).

O experimento que foi proposto na seção anterior pode, completamente, ser relacionado com os primeiros termômetros que foram destacados ao longo deste trabalho. Podemos também adaptar o método de *Peer Instruction* afim de conseguir uma metodologia de aprendizagem ativa

1.2 A aplicação do método *Peer Instruction* ao contexto da experimentação em Física.

Foi desenvolvida aqui a seguinte sequência didática para o ensino de escalas termométricas e equações de transformações de temperaturas, baseadas no método de *Peer Instruction*. A prática será dividida em seis aulas, sendo três com aspectos conceituais e outras três com aspectos experimentais. De acordo com Araújo et. al (2017) o método de Peer Instruction ocorrem os seguintes passos:

“Durante a aula, onde será trabalhado o assunto da leitura realizada pelos alunos, podem ocorrer os seguintes passos:

1. O professor realiza uma exposição oral, de aproximadamente 15 minutos, sobre os elementos mais importantes do tópico a ser trabalhado.
2. É proposto um teste conceitual, de múltipla escolha, a respeito do tema apresentado na exposição oral. Os alunos refletem sobre o teste conceitual, individualmente, de maneira silenciosa, durante 1 a 2 minutos.
3. Cada estudante decide qual é a opção correta e registra sua resposta, mostrando-a ao professor, que fará a distribuição de acertos da turma. Quando menos de 30% da turma acerta a resposta, o professor deve repetir o passo 1.
4. Quando entre 30% e 70% da turma escolhe a resposta correta, o professor abre espaço para discussão entre os alunos. Em duplas ou em pequenos grupos, os estudantes são encorajados a discutir suas respostas com os colegas, durante 2 a 4 minutos. Por outro lado, caso mais de 70% da turma

acerte a questão, o professor explica rapidamente a resposta correta e, a seguir, propõe outro teste conceitual sobre o mesmo assunto.

5. Após a discussão, os estudantes registram novamente suas respostas, que podem ou não terem sido alteradas pela interação com os colegas, apresentando-as ao professor. Espera-se que, após as interações entre os colegas, a frequência de acertos ultrapasse 70%. Desse modo, o professor pode passar para outro teste conceitual, repetindo os procedimentos enquanto houver tempo disponível de aula.” – (ARAÚJO et al., 2017, p. 02; KIELT et al., 2017).

1.3 Sequência didática

Aula 1:

Nesta aula será aplicado o pré-teste, que tem como objetivo avaliar os conhecimentos dos alunos acerca dos conteúdos. O pré-teste consiste em dez questões a respeito do conteúdo, sendo oito questões de múltipla escolha com quatro alternativas cada e duas questões dissertativas (segue em apêndice). Os resultados do pré-testes serão comparados com os resultados do pós-teste aplicado ao final das aulas com a intenção de avaliar se a Sequência Didática proposta contribuiu para o entendimento dos conceitos de Termologia.

Assim, apresentaremos os Planos de Aula que foram utilizados no desenvolvimento desta sequência didática.

Plano de Aula: 01

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Noções de “quente e frio” e temperatura

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Conhecimentos prévios:

- Noções de quente e frio;
- Noções de temperatura.

Objetivos gerais:

- Apresentar os objetos de estudo da termologia;
- Apresentar os conceitos qualitativos e quantitativos das grandezas envolvidas na termologia.

Objetivos específicos:

- Conhecer o conceito de termologia;
- Reconhecer no dia-dia os conceitos e aplicações da termologia;
- Perceber as diferenças entre: quente e frio; calor; e temperatura.

Conteúdos:

- Conceitos iniciais da termologia e seu objeto de estudo;
- Apresentação da ideia de quente e frio (qualitativo);
- Construção do conceito de temperatura (quantitativo).

Metodologia:

- Os alunos receberão uma sugestão de leitura antes das aulas como proposta para construção de conhecimentos prévios, segue no apêndice. Como elemento motivador para o material de leitura, será aplicado um breve questionário. Esse questionário, não necessariamente tem como objetivo verificar os conhecimentos dos alunos, mas sim, garantir que realizem a leitura. E, portanto, garantir que os alunos tenham conhecimentos prévios a respeito do conteúdo, propiciando que a aprendizagem seja uma Aprendizagem Significativa. No decorrer da aula serão aplicados testes como mencionado por Araújo et. al (2017). Bem como, as discussões entre os alunos a respeito dos conteúdos. O sistema de votação no decorrer das aulas será realizado via Formulários do Google.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário em aplicativo. Bem como, pela observação da interação e debate.

Recursos Didáticos:

Recursos da aula:

- a) Quadro;
- b) Pincel e apagador;
- c) Aplicativo para votação dos alunos.

Segue abaixo a sugestão de questionário prévio para ser aplicado no início da aula.

Questionário: Pré-Aula 1

Questão 1: (Autor) Marque a alternativa que apresenta corretamente o objeto de estudo da termologia.

- a) é a parte da física que estuda a construção equipamentos para medição da temperatura e do calor
- b) a palavra termologia vem do grego, *termo* significa temperatura, *logia* significa estuda. Assim, termologia, tem como objeto de estudo a temperatura e os mecanismos de medição
- c) é um ramo da física que estuda os fenômenos relacionados ao calor e temperatura. Dentre eles: termometria; mudanças de fase; calor e temperatura; e dilatação térmica**
- d) é uma parte da física que tem como objeto de estudo todos os fenômenos que apresentam relação com temperatura e calor. Através dessa área da física, podemos compreender que o calor e a temperatura são sinônimos, isto é, grandezas que medem o grau de agitação das moléculas

Questão 2: (Autor) Marque a alternativa correta:

- a) temperatura é a quantidade de energia de um corpo e o calor é a medida numérica da noção de quente e frio
- b) as fases da matéria têm relação com o estado de agregação das moléculas, e encontramos basicamente três fases: sólido; líquido; gasoso**
- c) na termologia, estudamos de forma exclusivamente microscópica, as relações entre temperatura e calor
- d) o calor é uma forma de energia que somente pode ser compreendida do ponto de vista macroscópico

Depois da aplicação do questionário prévio será possível avaliar se os alunos realizaram a leitura do texto pré-aula, bem como, avaliar seus conhecimentos prévios. Afinal, é a partir desses que vamos ancorar os novos conhecimentos. Segue abaixo, como sugestão, uma lista de testes, que devem ser aplicados durante a aula no contexto da metodologia PI. Ou seja, aplicar-se-á o teste abaixo no decorrer da aula para verificação do quanto os alunos compreenderam determinado conceito. Conforme o resultado dos testes, o professor decide se deve realizar uma intervenção, estimular discussão entre os alunos, reexplicar o conteúdo ou seguir com novo conteúdo. A Lista de Testes não será aplicada na íntegra em apenas um momento, mas no decorrer da aula conforme o desenvolvimento do conteúdo.

Exemplo: O professor explica o conceito de calor. Solicita aos alunos que respondam apenas à Questão 1 da lista. Em seguida avalia o resultado percentual no aplicativo e toma decisões conforme Araújo et. al (2017).

- a) Menos que 30% dos alunos acertarem: Explica o conteúdo novamente;
- b) Entre 30% e 70% dos alunos acertarem: Abre espaço para discussão, encoraja os alunos a discutirem o conteúdo;
- c) Mais que 70% dos alunos acertarem: Explica a alternativa correta e segue com o conteúdo ou outro teste.

Lista de Testes: Aula 1

Questão 1: (PUC Campinas - Adaptada) Sobre o conceito de calor, pode-se afirmar que se trata de uma?

- a) medida da temperatura do sistema
- b) forma de energia em trânsito**
- c) substância fluida
- d) quantidade relacionada com o atrito

Questão 2: (Autor) Acerca da temperatura marque a alternativa correta:

- a) temperatura e calor são grandezas sinônimas e medem a mesma grandeza
- b) a temperatura é a medida de energia de um sistema térmico
- c) a temperatura mede o quanto as moléculas de um sistema estão agitadas, isto é, o quanto se movimentam**
- d) temperatura é uma medida de energia, portanto, não tem relação com as ideias de quente e frio

Questão 3: (Unisa-Adaptada) O fato de o calor passar de um corpo para outro deve-se:

- a) à quantidade de calor existente em cada um
- b) à diferença de temperatura entre eles**
- c) à energia cinética total de suas moléculas
- d) ao número de calorias presentes nos corpos

Aula 2:

A aula será desenvolvida conforme plano de aula abaixo, em seguida a sugestão dos testes para serem aplicado no decorrer da aula no contexto da metodologia. Bem como, o questionário para ser aplicado no início da aula, como verificação se os alunos leram os textos sugeridos.

Plano de Aula: 02

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Termometria

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Conhecimentos prévios:

- Noções de quente e frio;
- Noções de temperatura.

Objetivos gerais:

- Apresentar o conceito de temperatura - abordagem microscópica;
- Apresentar a transposição da noção qualitativa para quantitativa de temperatura;
- Apresentar a construção das escalas termométricas.

Objetivos específicos:

- Reconhecer no dia-dia os conceitos e aplicações da termologia;
- Reconhecer e aplicar as escalas termométricas no cotidiano.

Conteúdos:

- Apresentação do termoscópio e do termômetro;
- Construção das escalas termométricas;
- Aplicações das escalas termométricas;
- Relações entre escalas termométricas.

Metodologia:

- Os alunos receberão uma sugestão de leitura antes das aulas como proposta para construção de conhecimentos prévios, segue no apêndice. Como elemento motivador para o material de leitura, será aplicado um breve questionário. Esse questionário, não necessariamente tem como objetivo verificar os conhecimentos dos alunos, mas sim garantir que realizem a leitura. E, portanto, garantir que os alunos tenham conhecimentos prévios a respeito do conteúdo, propiciando que a aprendizagem seja do tipo Significativa. No decorrer da aula serão aplicados testes como mencionado por Araújo et. al (2017). Bem como, as discussões entre os alunos a respeito dos conteúdos. O sistema de votação no decorrer das aulas será realizado via Formulários do Google.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário em aplicativo. Bem como, pela observação da interação e debate.

Recursos Didáticos:**Recursos da aula:**

- a) Quadro;
- b) Pincel e apagador;
- c) Aplicativo para votação dos alunos.

Segue questionário para ser aplicado no início das aulas.

Questionário: Pré- Aula 2

Questão 1: (Autor) Marque a alternativa correta.

- a) temperatura é uma grandeza física que serve para medir o calor de um corpo
- b) a temperatura e o calor são grandezas que não apresentam relação entre si
- c) a temperatura mede o grau de agitação das moléculas**
- d) a temperatura é uma grandeza física que mede a energia térmica de um corpo

Questão 2: (Autor) Marque a alternativa que apresente as escalas termométricas mais utilizadas.

- a) Joule; Newton; Kelvin
- b) Celsius; Kelvin; Newton
- c) Celsius; Pascal; Joule
- d) Celsius; Fahrenheit; Kelvin**

Depois da aplicação do questionário prévio será possível avaliar se os alunos realizaram a leitura do texto pré-aula, bem como, avaliar seus conhecimentos prévios. Aplicar-se-á o teste abaixo no decorrer da aula para verificação do quanto os alunos compreenderam determinado conceito. Conforme o resultado dos testes, o professor decide se deve realizar uma intervenção, estimular discussão entre os alunos, reexplicar o conteúdo ou seguir com novo conteúdo. A Lista de Testes não será aplicada na íntegra em apenas um momento, mas no decorrer da aula conforme o desenvolvimento do conteúdo.

Exemplo: O professor explica o conceito de grandeza termométrica. Solicita aos alunos que respondam apenas à Questão 1 da lista. Em seguida avalia o resultado percentual no aplicativo e toma decisões conforme Araújo et. al (2017).

- a) Menos que 30% dos alunos acertarem: Explica o conteúdo novamente;
- b) Entre 30% e 70% dos alunos acertarem: Abre espaço para discussão, encoraja os alunos a discutirem o conteúdo;
- c) Mais que 70% dos alunos acertarem: Explica a alternativa correta e segue com o conteúdo ou outro teste.

Lista de Testes: Aula 2

Questão 1: (Autor) Os instrumentos para medida de temperatura são baseados em alguma grandeza física que apresenta alguma variação em relação a mudanças de temperatura. Essas grandezas podem ser: pressão, volume, densidade, resistência

elétrica, comprimento dentre outras. Essa grandeza é chamada de:

- a) grandeza termoscópica
- b) grandeza termométrica**
- c) grandeza calorimétrica
- d) grandeza termodinâmica

Questão 2: (Autor) Um termoscópio é um dispositivo constituído basicamente de um bulbo ligado a um tubo preenchido por algum líquido (água; álcool; vinagre; etc). Ao colocarmos o bulbo em contato com outros corpos, o líquido movimentar-se-á. Conforme essa movimentação, avaliamos se o corpo está mais quente ou mais frio. Ao quantificarmos, ou seja, atribuímos valores a estas movimentações o termoscópio passa a ser um termômetro. Podemos afirmar que:

- a) o termoscópio apresenta uma medida qualitativa (mais quente ou mais frio) de temperatura, enquanto, o termômetro apresenta uma medida quantitativa (um valor numérico)**
- b) o termômetro e termoscópio são sinônimos, e, portanto, medem a mesma grandeza, que é a temperatura de um corpo
- c) são exatamente os mesmos instrumentos, porém, diferenciam-se pelo modo de construção
- d) são equipamentos diferentes, todavia, são capazes de medir a mesma grandeza física, que é a agitação das moléculas

Questão 3: (Autor) A temperatura é uma medida quantitativa de quente ou frio, isto é, uma forma de medir a partir de números a sensação de quente ou frio. Essas formas de medir chamamos de escalas termométricas. Marque a alternativa correta.

- a) existe apenas uma escala termométrica correta, apenas essa é capaz de expressar corretamente a temperatura de um corpo
- b) as escalas termométricas podem ser construídas, dessa forma, qualquer estudante pode construir um termômetro e criar sua própria escala**
- c) as escalas termométricas medem a temperatura de um corpo, isto é, a energia térmica que esses armazenam
- d) as escalas termométricas não apresentam relação entre si, ou seja, um valor de temperatura em uma escala não apresenta um valor correspondente em uma segunda escala

Questão 4: (Autor) Indique a alternativa que apresenta os passos para construção de uma escala termométrica, a partir de um termoscópio.

- a) 1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer um sistema de medidas 3. Realizar testes experimentais
- b) 1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer dois pontos de referência, como ponto de fusão e evaporação da água e registrar as alturas da coluna líquida 3. Dividir o intervalo em partes iguais**
- c) 1. Construir um termoscópio 2. Estabelecer dois pontos de referência, como ponto de fusão e evaporação da água e registrar as alturas da coluna líquida 3. Comparar os valores com outro termômetro graduado somente na escala Celsius
- d) não é possível construir um termômetro a partir de um termoscópio

Questão 5: (Autor) Três termômetros são utilizados para efetuar a medição de temperatura de um mesmo líquido ao mesmo tempo. Os termômetros apresentaram as seguintes medidas: -40°C ; -40°F ; 313K . Marque a alternativa correta.

- a) os valores representam grandezas diferentes, afinal, as escalas termométricas são diferentes
- b) os valores representam a mesma grandeza, que é a temperatura, todavia, os valores representam quantidades diferentes
- c) os valores representam as medidas de temperatura em pontos diferentes do líquido, e não há relação entre elas
- d) os valores representam a temperatura do líquido, portanto, representam o mesmo grau de agitação das moléculas cada um em sua escala termométrica**

Aula 3:

A aula será desenvolvida conforme plano de aula abaixo, segue também a sugestão para o questionário aplicado no início da aula e os testes aplicados no decorrer da aula.

Plano de Aula: Aula 03

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Dilatação térmica

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Conhecimentos prévios:

- Noções de temperatura;
- Noções das fases da matéria.

Objetivos gerais:

- Apresentar o conceito de dilatação e sua relação com a temperatura;
- Apresentar a relação matemática que descreve a dilatação térmica.

Objetivos específicos:

- Reconhecer as variáveis que influenciam na dilatação térmica;
- Reconhecer no cotidiano o fenômeno da dilatação térmica.

Conteúdos:

- Grandezas envolvidas no fenômeno da dilatação térmica;
- Descrição matemática da dilatação térmica;
- Aplicações.

Metodologia:

- Os alunos receberão uma sugestão de leitura antes das aulas como proposta para construção de conhecimentos prévios, segue no apêndice. Como elemento motivador para o material de leitura, será aplicado um breve questionário. Esse questionário, não necessariamente tem como objetivo verificar os conhecimentos dos alunos, mas sim garantir que realizem a leitura. E, portanto, garantir que os alunos tenham conhecimentos prévios a respeito do conteúdo, propiciando que a aprendizagem seja do tipo Significativa. No decorrer da aula serão aplicados testes como mencionado por Araújo et. al (2017). Bem como, as discussões entre os alunos a respeito dos conteúdos. O sistema de votação no decorrer das aulas será realizado via Formulários do Google.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário em aplicativo. Bem como, pela observação da interação e debate.

Recursos Didáticos:

Recursos da aula:

- Quadro;
- Pincel e apagador;
- Aplicativo para votação dos alunos.

Segue questionário pré aula.

Questionário: Pré-Aula 3

Questão 1: (Autor) No contexto da física térmica, o que ocorre quando aumentamos a temperatura de um corpo.

- a) nada ocorre, a temperatura não influencia nas propriedades dos corpos
- b) a energia cinética do corpo aumenta

c) a energia potencial do corpo aumenta

d) o corpo pode sofrer alterações em suas dimensões, ou seja, sofre dilatação térmica

Questão 2: (Autor) A dilatação térmica consiste na influência da temperatura nas dimensões de um corpo. Esta influência pode ser percebida:

a) na fase sólida

b) na fase líquida

c) apenas nos corpos que apresentam uma dimensão, como uma barra de ferro

d) nas fases: sólida, líquida e gasosa

Depois da aplicação do questionário acima será possível avaliar se os alunos realizaram a leitura do texto pré-aula, bem como, avaliar seus conhecimentos prévios. Aplicar-se-á o teste abaixo no decorrer da aula para verificação do quanto os alunos compreenderam determinado conceito. Conforme o resultado dos testes, o professor decide se deve realizar uma intervenção, estimular discussão entre os alunos, reexplicar o conteúdo ou seguir com novo conteúdo. A Lista de Testes não será aplicada na íntegra em apenas um momento, mas no decorrer da aula, conforme o desenvolvimento do conteúdo.

Exemplo: O professor explica o conceito de dilatação térmica. Solicita aos alunos que respondam apenas à Questão 1 da lista. Em seguida avalia o resultado percentual no aplicativo e toma decisões conforme Araújo et. al (2017). Explica novamente o conteúdo

a) Menos que 30% dos alunos acertarem: Explica o conteúdo novamente;

b) Entre 30% e 70% dos alunos acertarem: Abre espaço para discussão, encoraja os alunos a discutirem o conteúdo;

c) Mais que 70% dos alunos acertarem: Explica a alternativa correta e segue com o conteúdo ou outro teste.

Lista de Testes: Aula 3

Questão 1: (Enem PPL - adaptada) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de

- a) equilíbrio térmico
- b) elasticidade
- c) condutividade elétrica
- d) dilatação térmica**

Questão 2: (Unirio – Adaptada) Um quadrado é formado a partir de duas substâncias diferentes. Três lados são formados pelo material A e o outro lado pelo material B. Sabendo que o coeficiente de dilatação térmica do material é maior que do material B. Indique abaixo qual figura geométrica será formada após elevar a temperatura do objeto:

- a) quadrado
- b) retângulo
- c) triângulo
- d) trapézio**

Questão 3: (IFMT-Adaptada) Analise a tirinha abaixo:



- a) o primeiro personagem da tirinha não tem força suficiente para tirar a porca do parafuso
- b) o diâmetro do parafuso é ligeiramente maior que o diâmetro da porca, o que inviabiliza que o primeiro personagem consiga arrancá-la
- c) a porca, ao ser aquecida, sofre uma dilatação térmica linear que aumenta o seu diâmetro interno, o que possibilita ao segundo personagem tirá-la sem muitas dificuldades
- d) ao aquecer, a porca sofre uma dilatação térmica superior à dilatação sofrida pelo parafuso e, com isso, tem o seu diâmetro interno elevado, facilitando a sua retirada pelo segundo personagem**

Após o desenvolvimento dos conteúdos nas aulas teóricas, começamos a construção do aparato experimental.

Aula experimental 1: CONSTRUÇÃO DO TERMOSCÓPIO

Esta aula será dedicada à construção do aparato experimental. E maiores explicações a respeito da prática experimental.

Plano de Aula: Experimental 1

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Construção de um termoscópio

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Objetivos gerais:

- Apresentar conceitos de termologia a partir da construção de um termoscópio, relacionando os conteúdos teóricos com aplicações práticas.

Objetivos específicos:

- Reconhecer os conteúdos físicos a partir da experimentação.

Conteúdos:

- Termologia.

Metodologia:

- Nesta primeira aula, o objetivo é construir o aparato experimental. Os alunos serão orientados conforme roteiro experimental em como prosseguirem à confecção do equipamento.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário apresentado no roteiro.

Recursos Didáticos:

Recursos da aula:

- Roteiro da atividade experimental 1.
- Materiais didáticos propostos no Roteiro.

Segue abaixo questionário para ser aplicado no início da aula experimental. A partir do resultado do questionário. Será possível avaliar se os alunos estão compreendendo o objeto que estão construindo. Com base no resultado, que pode ser verificado no aplicativo, o professor pode explicar novamente o objetivo do experimento, estimular uma discussão entre os alunos ou seguir com a aula.

Questionário: Aula Experimental 1

Questão 1: (Autor) Qual medida esperamos obter com a construção do termoscópio?

- a) medidas de temperatura, afinal o termoscópio é um termômetro
- b) comparações de medidas de temperatura entre dois corpos
- c) medidas comparativas de quente ou frio entre dois ou mais corpos**
- d) nenhuma medida

Questão 2: (Autor) A noção de quente e frio é essencial para construção do conceito de temperatura. Quais conceitos da terminologia estão envolvidos na construção do termoscópio.

- a) dilatação térmica, pressão e volume
- b) pressão, volume e temperatura
- c) dilatação, noções de quente e frio e temperatura**
- d) pressão, mudanças de fase e temperatura

Roteiro da Atividade experimental 1:

CONSTRUÇÃO DO TERMOSCÓPIO

Introdução

Os termômetros constituem um aparato experimental capaz de oferecer uma medida numérica a uma noção qualitativa de quente e frio. A partir de uma abordagem microscópica da matéria, apresentam o grau de agitação, ou o quanto as moléculas estão se movimentando. Uma medida confiável e reproduzível em diferentes contextos.

A construção dos termômetros é baseada em outra grandeza física que apresenta variação regular em função da temperatura. Por exemplo, conforme a variação de temperatura, é possível observarmos variações: na resistência elétrica; nas dimensões de um corpo; na pressão; no volume de gases; na densidade; dentre outros. Assim, é possível construir um termômetro a partir das grandezas citadas. Que são chamadas de: **grandezas termométricas**.

Ainda na construção do termômetro, a substância que se utilizar para perceber as variações das grandezas termométricas é chamada de **substância termométrica**. Por exemplo, no termômetro que será construído, se utilizarmos água, essa será a substância termométrica. Ao utilizar óleo, essa será a substância termométrica.

Além disso, ao construir um termômetro é possível estabelecer uma escala termométrica, escolhendo convenientemente a temperatura inicial, final e em quantas partes a escala será dividida.

Objetivo Geral do Experimento

Este material didático tem como objetivo a construção de um aparato experimental para o estudo da termologia.

Objetivo Específico

- Construir um aparato experimental capaz de oferecer medidas qualitativas de temperatura e evidenciar a dilatação térmica.

Materiais Utilizados para a construção do material didático

- Uma base (de madeira);

- Um bulbo de uma lâmpada incandescente;
- Duas hastes metálicas facilmente maleáveis;
- Um equipo de aplicação de soro fisiológico;
- Uma seringa de 10ml ou 5ml;
- Duas braçadeiras de plástico.

Descrição da construção experimental

1 – Inicialmente deve-se retirar os componentes da lâmpada permanecendo apenas o bulbo (Fig. 1 e 2);



Fig. 1: Retirada do contato da lâmpada.

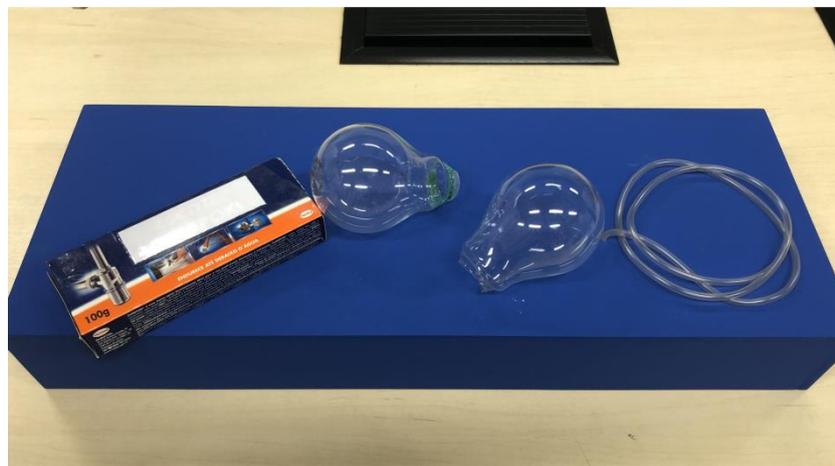


Fig. 2: Componentes de segurança e materiais utilizados para a separação do bulbo da lâmpada.

2 – Fixar as hastes metálicas na base de madeira. Uma das hastes servirá de suporte para o bulbo da lâmpada. A segunda haste servirá de suporte para fixação da mangueira (Fig. 3).

3 – A mangueira deve ser fixada na haste com as braçadeiras, sem, no entanto, obstruí-la (Fig. 4). Uma na extremidade superior e outra na extremidade inferior são suficientes, pois não temos forças elevadas envolvidas neste experimento;



Fig. 3: Hastes metálicas de Fixação.

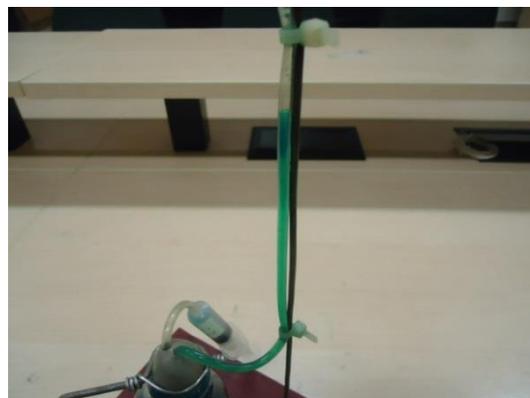


Fig. 4: Fixação da mangueira evidenciadora.

4 – Ao isolar o bulbo da lâmpada, utilizando epóxi ou massa de modelar, deve-se colocar uma segunda mangueira ligada à seringa para preencher o recipiente com líquido desejado. A segunda mangueira serve para facilitar o preenchimento do bulbo com o líquido. Ambas devem ser vedadas com a massa de vedação. Por meio da pressão no interior do recipiente podemos direcionar a dilatação para o ponto em que faremos as observações (Fig. 5).

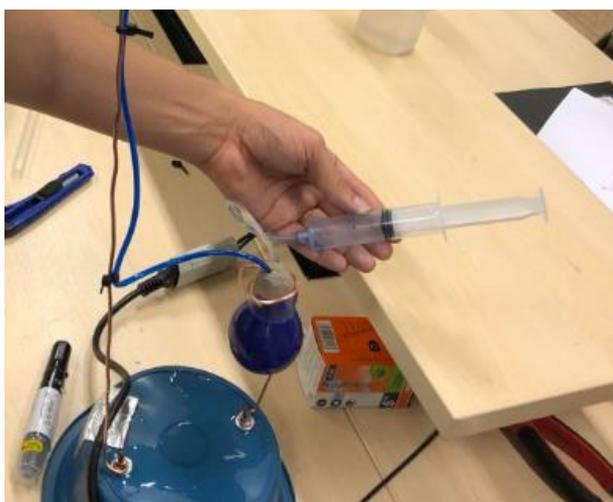


Fig. 5: Seringa para facilitação do preenchimento.

5 – As fontes de calor empregadas serão recipientes com água “quente”, outro com água “fria”, de modo que esse envolva o bulbo da lâmpada. Pode-se utilizar também um soprador térmico ou um secador de cabelo.

É importante salientar que no passo 1 da construção do aparato, deve-se utilizar equipamentos de proteção individual (EPI), como luvas e óculos de proteção. Recomenda-se que essa fase seja realizada pelo professor devido aos riscos no manuseio da lâmpada.

Agora, com o aparato experimental pronto, será possível continuar a prática experimental. Verificar seu funcionamento como termoscópio e em seguida realizar sua transposição para termômetro.

Aula experimental 2: DILATAÇÃO TÉRMICA VOLUMÉTRICA DOS LÍQUIDOS

A aula experimental 2, será dedicada a realizar experimentação evidenciando a dilatação térmica e estimar valores para o coeficiente de dilatação térmica. Conforme, roteiro experimental 2.

Plano de Aula: Experimental 2

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Aplicação do termoscópio para evidenciar a dilatação térmica

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Objetivos gerais:

- Apresentar conceitos de termologia a partir da construção de um termoscópio, relacionando os conteúdos teóricos com aplicações práticas.

Objetivos específicos:

- Reconhecer os conteúdos da terminologia a partir da experimentação;
- Reconhecer e aplicar os conteúdos da dilatação térmica;
- Estimar valores para os coeficientes de dilatação térmica.

Conteúdos:

- Terminologia.

Metodologia:

- Nesta aula, aplicar-se-á a construção do termoscópio para evidenciar a dilatação térmica. Os alunos serão orientados conforme roteiro experimental. O professor, como sugestão, pode separar os alunos em grupos com quatro ou cinco alunos. E acompanhar os passos do roteiro, garantindo um desenvolvimento uniforme do experimento para os grupos. Além disso, o professor deve fomentar as discussões intergrupos. Dessa forma, será possível avaliar se os alunos estão compreendendo a prática experimental e avaliar suas observações. No decorrer da prática experimental, o roteiro solicitará que o aluno faça previsões a respeito do experimento. Em seguida o aluno realiza o experimento e pode confrontar suas previsões com suas observações. A partir das observações e anotações desenvolvidas no decorrer da aula, os alunos podem confirmar suas previsões iniciais ou corrigi-las. Estimulando, portanto, o confronto das ideias iniciais em relação às explicações construídas ao final da aula.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário apresentado no roteiro, bem como, do acompanhamento das discussões.

Recursos Didáticos:**Recursos da aula:**

- Roteiro da atividade experimental 2;
- Termoscópio.

Roteiro da Atividade experimental 2:

MEDIDA DA DILATAÇÃO TÉRMICA VOLUMÉTRICA DOS LÍQUIDOS

Introdução

Em geral, os corpos, independentemente da fase da matéria em que se encontram, sofrem mudanças em suas grandezas físicas conforme as variações de temperatura. Sólidos, líquidos e gases, sofrem alteração em suas dimensões ao em função das variações de temperatura.

A partir da experimentação é possível determinar que essas variações são descritas conforme a relação abaixo.

$$\Delta d = d_{inicial} \times \alpha \times \Delta T$$

Para o caso de dilatação térmica linear, isto é, em uma dimensão, tem-se que a variação de comprimento (Δd), é tão maior quanto for(em): o comprimento inicial ($d_{inicial}$); o coeficiente de dilatação, que é uma propriedade do material (α); e a variação de temperatura (ΔT).

Em caso de duas ou mais dimensões as relações matemáticas se mantêm sob a mesma forma. Substituindo o comprimento, por uma área ou volume. E adicionando um fator multiplicativo 2 ao coeficiente de dilatação linear, para o caso de uma área. E, 3, para o caso de um volume respectivamente.

$$\Delta A = A_{inicial} \times 2\alpha \times \Delta T$$

$$\Delta V = V_{inicial} \times 3\alpha \times \Delta T$$

Objetivo Geral do Experimento

Este material didático tem como objetivo a constatação da Dilatação Térmica Volumétrica dos líquidos através da variação da altura da coluna de líquido.

Objetivo Específico

- Evidenciar que os líquidos, assim como os sólidos e gases também sofrem os efeitos de dilatação térmica, como o aumento de suas dimensões, em função da variação de temperatura;
- Descrever e relacionar o processo de dilatação com outros encontrados no cotidiano.

Materiais Utilizados

- Uma base (de madeira);
- Um bulbo de lâmpada incandescente;
- Duas hastes metálicas facilmente maleáveis;
- Um equipo de aplicação de soro fisiológico;
- Uma seringa de 10ml ou 5ml;
- Duas braçadeiras de plástico;
- Massa epóxi ou massa de modelar.

Procedimentos Experimentais

- 1- Preencha o recipiente de paredes vítreas com água, para isto retire o êmbolo da seringa para que possamos ter uma válvula de saída do ar aprisionado e que não deixaria que fizéssemos o preenchimento;
- 2- Utilizando se de um conta-gotas acrescente corante na água e espere que este se espalhe por toda a porção do líquido. Isto facilitará a visualização do efeito dilatador;
- 3- Registre a altura inicial da coluna de água e a temperatura ambiente;

Previsão: O que você acha que acontecerá com a altura do líquido na coluna se colocarmos uma fonte quente para aquecer o líquido?

- 4- Por meio de uma fonte térmica (secador de cabelo ou um recipiente com água quente) faça o aquecimento do líquido no bulbo da lâmpada e observe. Registre a temperatura e o que acontece com a altura da coluna de água;

Questão 1: O que foi previsto foi o que você observou? Justifique a sua resposta.

- 5- Retire a fonte térmica do contato direto com o recipiente que contém o fluido e observe que ao esfriar.

Previsão: O que você acha que acontecerá, com a altura do bulbo, se mudarmos o líquido do bulbo da lâmpada?

- 6- Repita os passos anteriores, em outros termoscópios utilizando outros líquidos como óleo, utilizando a mesma fonte de calor;

Questão 2: Você encontrou a mesma variação de altura na coluna para diferentes líquidos na mesma temperatura? Explique suas observações experimentais.

- 7- Coloque o líquido em contato com a fonte fria e anote a temperatura e o que acontece com a altura da coluna de água.

Questão 3: A partir dos registros realizados nos passos 3, 4 e 7 utilize a relação abaixo e estime os valores dos coeficientes de dilatação dos líquidos empregados no experimento e compare os valores fornecidos na literatura para o líquido utilizado.

$$\text{coeficiente} = \frac{h_2 - h_1}{\Delta T \times h_1}$$

Questão 4: O que você pode concluir a respeito da dilatação térmica dos líquidos. Dê uma explicação final associando os resultados obtidos aos coeficientes de dilatação encontrados na questão anterior.

Aula experimental 3: ESTABELECIMENTO DE UMA ESCALA DE TEMPERATURAS

A aula experimental 3, será dedicada a realização da transposição do termoscópio para o termômetro. E a escrita da equação termométrica relacionando a escala arbitrária com uma escala tradicional. Conforme, roteiro experimental 3. Nesta aula, também deve ser aplicado o pós-teste para efeito de comparação. Será aplicado, ainda, um questionário de “satisfação” com o intuito de medir a percepção dos alunos em relação à metodologia empregada. Ambos serão aplicados via formulários do Google. Ao final o docente pode utilizar outra aula para que os alunos realizem o mesmo procedimento de relações entre as escalas fahrenheit e arbitrária, aplicado os conhecimentos obtidos e permitindo uma prática revisitada.

Plano de Aula: Experimental 3

Disciplina: Física

Assunto: Termologia

Tema: Transposição do termoscópio para um termômetro

Duração: 30 a 40 minutos.

Público Alvo: Alunos do segundo ano do ensino médio ou das séries finais do ensino fundamental.

Objetivos gerais:

- Apresentar conceitos de termologia a partir da construção de um termoscópio, relacionando os conteúdos teóricos com aplicações práticas.

Objetivos específicos:

- Reconhecer os conteúdos da termologia a partir da experimentação;
- Aplicar conceitos da termometria;
- Construir uma escala termométrica;

- Estimar valores de temperatura a partir do termômetro construído.

Conteúdos:

- Termologia.

Metodologia:

- Nesta aula, aplicar-se-á a construção do termoscópio para evidenciação da dilatação térmica. Os alunos serão orientados conforme roteiro experimental. O professor, como sugestão, pode separar os alunos em grupos com quatro ou cinco alunos. E acompanhar os passos do roteiro, garantindo um desenvolvimento uniforme do experimento para os grupos. Além disso, o professor deve fomentar as discussões intergrupos. Dessa forma, será possível avaliar se os alunos estão compreendendo a prática experimental e avaliar suas observações. No decorrer da prática experimental, o roteiro solicitará que o aluno faça previsões a respeito do experimento. Em seguida o aluno realiza o experimento e pode confrontar suas previsões com suas observações. A partir das observações e anotações desenvolvidas no decorrer da aula, os alunos podem confirmar suas previsões iniciais ou corrigi-las. Estimulando, portanto, o confronto das ideias iniciais em relação as explicações construídas ao final da aula.

Avaliação:

- A avaliação dar-se-á no decorrer das aulas por meio das respostas dos alunos via questionário apresentado no roteiro. Ao final, do processo será aplicado o pós-teste para avaliar o ganho de aprendizagem.

Recursos Didáticos:**Recursos da aula:**

- Roteiro da atividade experimental 3;
- Termoscópio.

Roteiro da Atividade Experimental 3:

ESTABELECIMENTO DE UMA ESCALA DE TEMPERATURAS

Introdução

É de fundamental importância compreender as noções de quente e frio, bem como, efetuar medidas numéricas dessas noções. Um instrumento capaz de medir as relações de quente e frio (ou medir qualitativamente a temperatura) é chamado de termoscópio. E foi desenvolvido por Galileu Galilei (1564 – 1642) em 1592.

O termoscópio de Galileu consistia em um bulbo de vidro terminado em um longo tubo, fino, cuja extremidade era introduzida em um recipiente que continha uma mistura de água e corante (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006, p 103). Ao encostar no bulbo, a mistura de água e corante se movimentavam no interior do tubo, conforme essa movimentação é possível determinar se o corpo está mais quente ou frio.

Ao acrescentar dois pontos de referências: (i) por exemplo, ponto de fusão e ebulição da água; (ii) dividir esses dois intervalos em um determinado número de pontos; (iii) atribuir valores numéricos a cada ponto. É possível fazer a transposição de um termoscópio para um termômetro e, portanto, criar uma escala termométrica.

Objetivo Geral do Experimento

Este material didático tem como objetivo a constatação da Medida de Temperatura através da construção de um termoscópio e sua transposição para um termômetro.

Objetivo Específico

- Realizar a medida da Temperatura através do estabelecimento de uma escala de temperatura arbitrária relacionada com a Celsius ou outras já consagradas.

Materiais Utilizados

- Uma base (de madeira);
- Um bulbo de lâmpada incandescente;
- Duas hastes metálicas facilmente maleáveis;
- Um equipo de aplicação de soro fisiológico;
- Uma seringa de 10ml ou 5ml;
- Duas braçadeiras de plástico.

Procedimentos Experimentais

Previsão: Você acha que o volume dos materiais (sólido, líquido e gás) é influenciado pela temperatura? Justifique seu ponto de vista.

Previsão: O que você acha que acontecerá com a coluna do líquido quando colocar uma quantidade de água quente? E fria?

- 1- Coloque em um béquer ou recipiente uma quantidade de água em uma dada temperatura de tal maneira que possa comportar o bulbo do termoscópio construído. Espere alguns minutos até o termômetro estabilizar e em seguida meça a temperatura da água com um termômetro graduado em Celsius ou Fahrenheit; e registre esta altura da coluna de líquido do termoscópio;
- 2- Agora coloque em um béquer ou recipiente uma quantidade de água, a uma temperatura maior que a temperatura ambiente, espere o tempo suficiente até o termômetro estabilizar a temperatura. Anote a altura do líquido e a temperatura.
- 3- Com os dados das alturas no ponto inicial e no ponto final relacione este valor às temperaturas em que foram medidas.
- 4- Dê um nome para sua escala termométrica;

Questão 1: Você consegue relacionar suas observações experimentais com a dilatação volumétrica? Justifique sua resposta.

Questão 2: Explique como você e seu grupo desenvolveram a escala termométrica.

Previsão: Agora que vocês desenvolveram uma escala termométrica, será possível realizar medições de temperatura com seu termômetro e relacioná-las com as escalas Celsius ou Fahrenheit? Justifique sua resposta.

Questão 3: Como você relacionaria a escala termométrica desenvolvida por você e seu grupo com uma escala termométrica já estabelecida?

Questão 4: Escreva uma relação matemática entre a sua escala arbitrária e outra já estabelecida. Caso não tenha conseguido, explique o motivo.

Questão 4.1: Caso tenha conseguido escrever a relação matemática da questão anterior. Realize uma medida de temperatura com seu termômetro, em seguida utilize o termômetro graduado e verifique se seu termômetro efetuou uma medida correta. Caso não esteja correta, retorne os passos anteriores e calibre novamente seu termômetro.

Questão 4.2: Caso o seu termômetro não tenha apresentado a temperatura correta, explique o motivo, em sua opinião.

Questão 5: Da prática realizada, escreva qual grandeza termométrica e qual substância termométrica foi empregada na construção do termômetro.

Questão 6: A quantidade de pontos em que sua escala foi dividida influenciou nas medidas de temperatura?

Questão 7: Como a escolha dos pontos iniciais interfere nos valores de temperatura que seu termômetro pode medir?

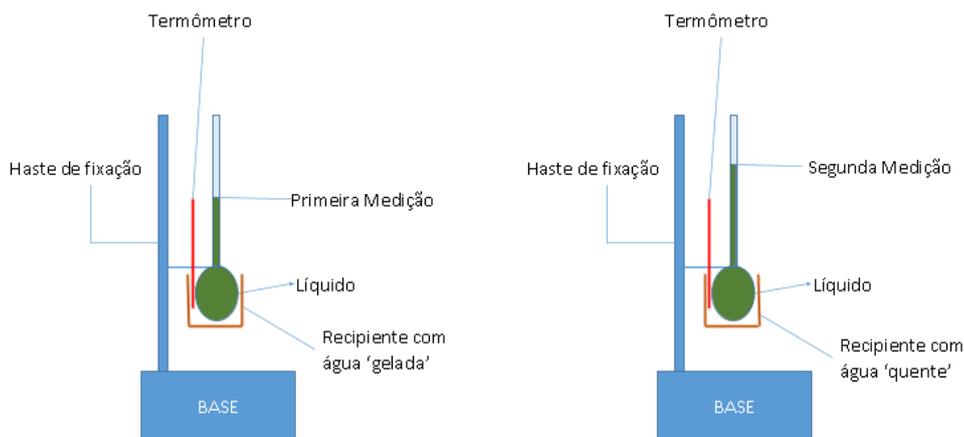


Fig.7: Esquema para calibração do termômetro.

Questão 8: Os termômetros mais comuns são aqueles em que são utilizadas substâncias termométricas líquidas, explique o porquê.

Questão 9: O que você pode concluir a respeito da elaboração de uma escala de temperatura. Em sua resposta, dê uma explicação final relacionando a escala de temperatura desenvolvida por você e seu grupo com as escalas conhecidas e aborde como vocês escolheram os limites da escala desenvolvida por você e seu grupo.

Resultados Experimentais que podem ser alcançados

A constatação da dilatação é quase instantânea devido aos materiais envolvidos no experimento. O bulbo de lâmpada como recipiente é uma boa escolha, já que suas paredes finas contribuem para uma maior transferência de calor do que aquela proporcionada por outros que pudessem ser colocados para desempenhar esta função.

O calibre da mangueira utilizada é um dos fatores que também permitem a facilidade na constatação. A Fig. 8 e Fig. 9 nos mostra dois eventos separados por

aproximadamente 01 minuto, nela podemos ver as duas posições sucessivas do nível do líquido que estão separadas por aproximadamente 10 cm.



Fig. 8: Nível inicial do Fluido.



Fig. 9: Nível final do fluido.

Como fonte de calor, novamente, fizemos a utilização das velas, que são suficientes para causar a dilatação desejada. Aqui também temos a aplicação do conceito de potência da fonte de calor, ou seja, quanto mais velas em contato com o recipiente, que contém o fluido dilatador, mais rapidamente poderemos observar o fenômeno.

O processo reverso também pode ser observado, ou seja, a contração do volume do líquido por meio do resfriamento deste também é possível. Ao aproximarmos uma pedra de gelo do recipiente que contém o fluido observamos um decréscimo no nível alcançado com o aquecimento desse.

Além de nos proporcionar à visualização do fenômeno de Dilatação Térmica Volumétrica dos líquidos, podemos observar novamente a interdisciplinaridade deste fenômeno com o da medida de temperaturas, já que existe uma sensibilidade maior às variações deste parâmetro e o equipamento pode desempenhar a função de termoscópio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática experimental é uma excelente alternativa para trabalhar o ensino de Física de forma mais dinâmica e atrativa. Todavia, se os alunos não contarem com conhecimentos prévios ou Subsunoçores, a prática pode se mostrar ineficaz, induzindo o aluno a construir associações equivocadas e assimilação literal dos novos conhecimentos.

Contudo, concatenar metodologias ativas à prática experimental, possibilita a construção de Materiais Potencialmente Significativos, que façam sentido para o aluno, de modo que os novos conhecimentos possam se relacionar com seus conhecimentos prévios, alcançando, dessa forma, a Aprendizagem Significativa.

Esperamos, portanto, que este Produto Educacional seja capaz oferecer ao professor uma proposta para trabalhar o ensino da Termologia, bem como, aos alunos uma experiência motivadora e dinâmica, capaz de despertar o interesse pela disciplina.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA A. L., Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 2, 2017.

AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston.

CINDRA, José Lourenço; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl, **Calor e temperatura e suas explicações por intermédio de um enfoque histórico**, Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, Campinas – São Paulo, 2004, p. 240 – 248.

Halliday, David; Resnick Robert; Walker, Jearl; **Fundamentos de Física – Gravitação, Ondas e Termodinâmica**, Editora LTC, 9º Edição, São Paulo – SP, 2009

MOREIRA, M. A.; **O que é afinal Aprendizagem Significativa?**, Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés, **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**, 4a edição, Editora Edgard Blücher, 2002.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

Aluno: _____

Série: _____

1. Qual a sua idade?

2. Gênero:

Masculino Feminino

3. Onde você nasceu? Informar município e Estado.

4. Qual sua região da cidade você mora?

Zona Norte Zona Sul Zona Leste Zona Oeste Outro _____

5. Você se considera:

Preto Pardo Branco Amarelo Indígena Quilombola

6. Portador de algum tipo de necessidade especial:

Não Sim, qual? _____

7. Onde você cursou o ensino fundamental?

- Totalmente em escola pública
- Totalmente em escola particular
- Maior parte em escola pública
- Maior parte em escola particular

8. Com qual das atividades citadas abaixo você ocupa mais tempo?

- Televisão
- Teatro
- Cinema
- Música
- Dança
- Vídeo game
- Leitura

Outras: _____

9. Possui *Smartphone*:

- Sim, com acesso à internet
- Sim, sem acesso à internet
- Não

10. Possui computador ou *notebook*:

- Sim, com acesso à internet
- Sim, sem acesso à internet
- Não

11. Excetuando os livros escolares, quantos livros você lê por ano?

- Nenhum
- 01 a 02 livros
- 03 a 05 livros
- Mais de 05 livros

12. Qual disciplina você tem mais facilidade (marque apenas uma):

Ciências Humanas e suas Tecnologias:

- História
- Geografia
- Filosofia
- Sociologia

Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

- Química
- Física
- Biologia

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias;

- Língua Portuguesa
- Literatura
- Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol)

- Artes
- Educação Física

Matemática e suas Tecnologia;

- Matemática

13. Qual disciplina você tem mais dificuldade (marque apenas uma):

Ciências Humanas e suas Tecnologias:

- História
- Geografia
- Filosofia
- Sociologia

Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

- Química
- Física
- Biologia

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias;

- Língua Portuguesa
- Literatura
- Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol)

- Artes
- Educação Física

Matemática e suas Tecnologia;

- Matemática

14. Quando terminar o Ensino Médio você pretende:

- Continuar somente estudando
- Continuar estudando e trabalhando
- Somente trabalhar
- Ainda não sei

15. Você gosta dos conteúdos ministrados na disciplina de física?

- Às vezes
- Sempre
- Nunca

16. Você fica à vontade para fazer perguntas em sala de aula?

- Sim
- Não
- Às vezes

17. Você realiza as atividades que o(a) professor(a) propõe para serem feitas em casa?

- Sim
- Não
- Às vezes

18. Você já percebeu a relação que há entre os conteúdos de Física e os acontecimentos e fenômenos que nos rodeiam?

- Às vezes
- Sempre
- Nunca

19. A sua escola possui Laboratório de Física?

- Sim
- Não

20. Você já participou de atividades no Laboratório de Física?

- Sim
- Não

21. Você gostaria de participar de atividades no Laboratório de Física?

- Sim
- Não

22. Na sua opinião, a utilização de experimentos para explicar fenômenos físicos facilita o aprendizado sobre este conteúdo?

- Sim
- Não
- Às vezes

23. Como você considera a sua aprendizagem em física:

- Ruim
- Regular
- Boa
- Ótima

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Questionário de satisfação

Aluno: _____ Série: _____

Queremos saber o que você achou das aulas. Então, responda o questionário a seguir.

1. Você já tinha participado de uma aula experimental?

Sim Não

2. Você acha que participar de uma aula experimental contribuiu para sua aprendizagem?

Sim Não Indiferente

3. Você já tinha construído um termômetro?

Sim Não

4. Você acha que participar da construção do experimento despertou seu interesse para as aulas de Física?

Sim Não Indiferente

5. O que você achou das aulas?

Gostei Não gostei Indiferente

6. Você acha que as leituras prévias, antes das aulas, contribuíram para o desenvolvimento das aulas e sua aprendizagem?

Sim Não Indiferente

7. Você avalia que os testes durante as aulas e as discussões a respeito do conteúdo, contribuíram para sua aprendizagem?

Sim Não Indiferente

8. Deixe aqui algum comentário, ou sugestão, sobre o que você achou das aulas.

APÊNDICE D – PRÉ-TESTE

Pré-Teste/Pós-Teste

Aluno: _____

Série: _____

Questão 01: De acordo com os princípios da Física Térmica o que é Temperatura:

- a) energia que é transferida de um corpo para outro
- b) a medida do grau de agitação das moléculas de um corpo
- c) a quantidade de matéria que existe em um corpo
- d) uma grandeza que podemos medir somente na escala de Celsius

Questão 02: Um termômetro é um equipamento que:

- a) mede o grau de agitação das moléculas em escalas de temperaturas específicas
- b) mede a temperatura dos objetos sempre em Fahrenheit ou Celsius, nunca em Kelvin
- c) é um material para medir a quantidade de febre de um ser humano, sendo de uso médico, somente
- d) mede as agitações moleculares de um corpo, menos dos corpos sólidos que tem moléculas bem firmes

Questão 03: Qual a diferença de um termômetro para um termoscópio?

- a) ambos são semelhantes, não existindo diferença entre eles
- b) um termômetro é baseado na leitura da variação da substância termométrica através de uma escala, sendo este último não existente em um termoscópio
- c) O termômetro mede a agitação das moléculas, enquanto o termoscópio não consegue medi-lo devido a sua construção
- d) o termoscópio foi construído por galileu e o termômetro por Celsius, daí o nome da unidade mais básica de medida da temperatura.

Questão 04: O que é uma substância termométrica?

- a) é um material que mede temperatura diretamente
- b) é um material que possui a capacidade de informar quanto falta para a água entrar em ebulição
- c) é um material que varia alguma(s) de suas propriedades e permite, através disto, a medida de temperatura por meio do termômetro
- d) é uma substância tóxica que tem dentro dos termômetros e permite a passagem de calor do termômetro para o material mede temperatura

Questão 05: O que é o calor?

- a) a percepção que temos quando um dia está quente, fazendo com que suemos devido ao aumento de temperatura do corpo
- b) é a energia de origem térmica que é transferida de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura
- c) é a energia de origem térmica que é transferida entre dois corpos que tenham temperaturas iguais em virtude da diferença de massa entre eles
- d) é uma substância fluídica que é presente em todos os objetos

Questão 06: Quando colocamos dois objetos em contato um com outro, tendo estes uma diferença de temperatura entre si, o que acontece com a temperatura de ambos?

- a) se mantem iguais às que tinham individualmente no início, pois a temperatura não passa de um corpo para outro

- b) tendem a se manterem inalteradas, pois se tendessem a se igualar ou modificarem-se ao tocarmos num objeto de alta temperatura ficaríamos com temperatura semelhante a do objeto que tocamos, o que de fato, não ocorre
- c) os corpos tendem a trocar energia para que ao final alcancem o equilíbrio térmico, sendo de acordo com a Lei Zero da Termodinâmica
- d) a temperatura do objeto de maior temperatura diminui enquanto ocorre o oposto com o objeto de menor temperatura, podemos medir isto através da sensação térmica sentida pelas mãos.

Questão 07: Quando aumentamos a temperatura de um objeto, um sólido cristalino por exemplo, observamos um aumento (ou diminuição) de suas características geométricas, tais como volume, área e comprimento. Qual a explicação para este fenômeno?

- a) a dilatação dos materiais ocorre porque acrescentamos o flogístico aos objetos, fazendo com que o corpo se expanda devido ao aumento de massa do próprio corpo
- b) quando aquecemos um objeto as moléculas que o compõem se tornam maiores devido à maior energia dos átomos, que passam a oscilar mais fortemente
- c) quando aumentamos a temperatura de um objeto aumentamos o grau de agitação das moléculas, fazendo com que as novas distâncias para o equilíbrio de forças entre as moléculas ou átomos sejam maiores
- d) ao aumentarmos a temperatura de um objeto fazemos com que estes tenham um acréscimo de calor que fica armazenado dentro do corpo podendo ser transportado de um local para outro, criando assim energia para a distribuição em forma elétrica

Questão 08: Suponha a seguinte experiência: temos três recipientes com água a diferentes temperaturas, uma mais alta, outra mais baixa e na terceira água a temperatura média (mistura de quantidades iguais de água tanto na temperatura maior quanto na temperatura menor). Colocamos uma das mãos no recipiente com água quente e outra mão no recipiente com água fria, em seguida, depois da mão estar adaptada à temperatura de cada uma colocamos as duas mãos no recipiente com temperatura média. Qual a sensação que será percebida por cada uma das mãos (descreva de acordo com alguma experiência cotidiana já vivenciada por você)?

Questão 09: Na sua concepção e percebendo a palavra "Termologia", qual fenômeno do seu cotidiano está associado ao estudo desta parte da Física? Cite pelo menos três situações.

APÊNDICE E – TEXTOS PRÉ-AULA

Terminologia

INTRODUÇÃO À TERMINOLOGIA

Prezado aluno, tudo bem? Essa breve descrição da terminologia tem como objetivo te dar um noção do conteúdo. Foi escrito em linguagem simples e fácil, proporcionando uma leitura bem descontraída. Permitindo ler em qualquer lugar...

Boa leitura....

Eduardo Rodrigues Mamédio

Termologia - Texto para aula 1



Pense um pouco...

Você consegue pensar em algum instante do seu cotidiano em que não utilize as palavras: quente ou frio?

Nossa pele, que é o maior órgão do corpo humano, é um sensor térmico. Por esse motivo, experimentamos constantemente as sensações de quente e frio.

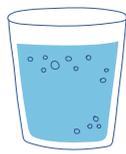
A parte da física que estuda os fenômenos ligados às sensações de quente e frio é a **termologia**. *Termo* é a palavra grega para calor e *logia* quer dizer estudo. Então, o objeto de estudo da termologia são os fenômenos ligados ao calor. Como por exemplo: temperatura; fases da matéria; mudanças de fase; e dilatação térmica. Vamos falar de cada um desses fenômenos nas próximas sessões.

Temperatura

Respondendo a questão inicial, quando falamos de quente e frio, na verdade, nos referimos à **temperatura**, que corresponde à medida de quanto um corpo está quente ou frio. É aquela medida que realizamos com os termômetros (20°C vinte graus Celsius). Dessa forma, sabemos que 20°C é mais quente que 10°C.

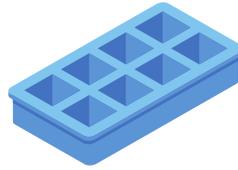
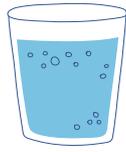
Fases da matéria e mudanças de fase

A água é uma substância bastante presente no dia dia, dessa forma, podemos observá-la em diferentes formas. Quando sentimos sede e bebemos água, esta encontra-se em sua fase **líquida**. Nessa fase, a água tem a forma do recipiente que a ocupa e volume definido. Em um copo com forma de cubo, a água adquire forma de cubo. Em um copo com forma cilíndrica, a água adquire forma cilíndrica. Ao colocarmos água nas "fôrminhas" e depositá-las no congelador, após algum tempo, formam-se cubos de gelo. Nesse caso, a forma e o volume são definidos, temos a fase **sólida**.



fase líquida:

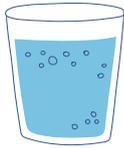
- forma do recipiente
- volume definido



fase sólida:

- forma definida
- volume definido

Por outro lado, durante o preparo dos alimentos é comum aquecermos a água. Nesse caso, após alguma tempo a água alcança a fase **gasosa**, não possui forma nem volume definidos.



fase gasosa:

- forma indefinida
- volume indefinido



Pense um pouco...

Mas afinal, o que ocorre no congelador e no processo de preparo dos alimentos que ocasiona a mudança de fase da água? Somente a água sofre mudanças de fase?

Na verdade, todas as substâncias podem sofrer mudanças de fase. Para transformarmos, por exemplo, água líquida em "água sólida", é necessário que a temperatura atinja valores abaixo de 0°C , esse processo ocorre no congelador. Por outro lado, para que a água transforme-se em vapor, é necessário que a temperatura alcance 100°C , esse processo ocorre durante o preparo dos alimentos. Entre 0°C e 100°C , encontramos a água em sua fase líquida.

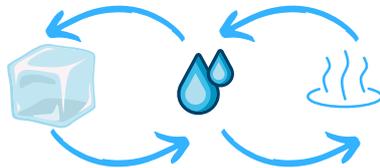
Como já vimos, a matéria pode encontrar-se em três fases: sólida; líquida; e gasosa. Além disso, para observarmos os processos de mudanças de fase precisamos modificar os valores de temperatura. Cada material tem um determinado valor de temperatura em que se encontra em cada fase da matéria.

Agora, vamos estudar o nome de cada mudança de fase, acompanhe o esquema abaixo:



mudanças de fase

solidificação condensação



fusão vaporização



(re)sublimação

Dilatação



Pense um pouco...

Já estudamos que a medida de quente e frio corresponde à temperatura. E conforme o valor da temperatura podemos observar mudanças na fase dos materiais. Mas, e se as variações de temperatura não forem o suficiente para alterarem a fase da matéria, será possível observar outro fenômeno?

Você já deve ter observado que em dias muito quentes, ou com altas temperaturas, fica mais difícil abrir as portas dos armários ou mesmo as portas da casa. Esse efeito decorre devido à dilatação, que consiste na alteração das dimensões de um objeto, ou mesmo no tamanho.

Em geral, quando **aumenta-se** a temperatura, temos um **aumento** de suas dimensões. Ao contrário, quando **diminui-se** a temperatura, temos uma **diminuição** de suas dimensões.

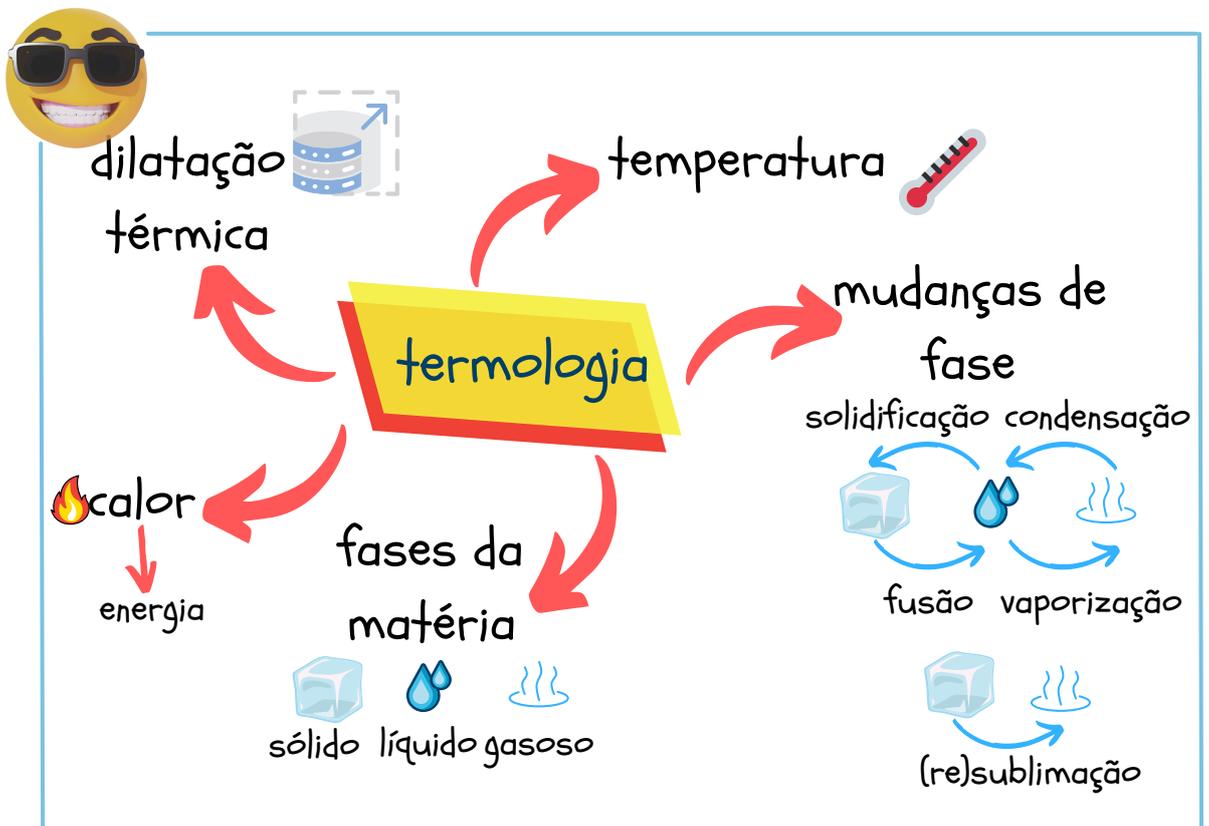
Calor

Agora que tratamos de alguns fenômenos térmicos, é possível notar que todos apresentam relação com a temperatura. Mas afinal, e o calor?

O calor está presente em basicamente toda a natureza e consiste em uma forma de **energia** que é perceptível quando temos diferenças de temperatura. Note, variações de temperatura indicam a presença de calor, por esse motivo o calor está relacionado com a **termologia** e aos fenômenos que estudamos anteriormente.

Esquematisando...

Para concluir nosso texto, fique com o mapa mental abaixo que sintetiza o que conversamos até agora. Que tal fazer seu próprio mapa, utilize programas de computador ou faça no seu caderno!



Referências bibliográficas

HEWITT, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002

GRAF, Física. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2

Ramalho/Nicolau/Toledo - O Fundamentos da Física - Vol. 2 - 7a. edição - 1999 - Ed. Moderna

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física I. 12. ed., São Paulo: PEARSON, 2008, v. 2

Leituras adicionais

Se você quiser ler os livros do Gref acesse o link abaixo, ou [clique aqui](#)

<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>

Terminologia

INTRODUÇÃO À TERMINOLOGIA

Prezado aluno, tudo bem? Essa breve descrição da terminologia tem como objetivo te dar um noção do conteúdo. Foi escrito em linguagem simples e fácil, proporcionando uma leitura bem descontraída. Permitindo ler em qualquer lugar...

Boa leitura....

Eduardo Rodrigues Mamédio

Termometria

Termometria - Texto para aula 2

Termometria

Já estudamos que quando falamos de quente e frio nos referimos à **temperatura**. Mas você já deve ter percebido que quando se fala de temperatura, por exemplo, nos jornais ou na tela do seu *smartphone*, ela está associada a um valor numérico.

$30\text{ }^{\circ}\text{C}$ → valor numérico
→ escala termométrica

Você deve estar se perguntando, mas afinal como podemos medir a temperatura de um corpo? No texto da aula 1, observamos que a variação de temperatura implica em variação de outra grandeza. Quando mudamos a temperatura de um corpo, seu tamanho pode ser modificado. Então, será que podemos nos basear nas mudanças para medir a temperatura? A resposta é sim, podemos construir um equipamento de forma que acompanhem a dilatação térmica e a associemos valores numéricos. Essa associação à valores numéricos chamamos de **escalas termométricas**.



Receita para construir uma escala termométrica

definimos pontos de referências que sejam capazes de serem reproduzidos em qualquer lugar.



ponto de gelo ou fusão da água como ponto inicial e atribuímos um valor



ponto de ebulição ou de fervura da água é o outro ponto de referência e atribuímos outro valor



dividir em intervalos iguais o espaço entre os dois pontos

Termometria

Escalas termométricas



Pense um pouco...

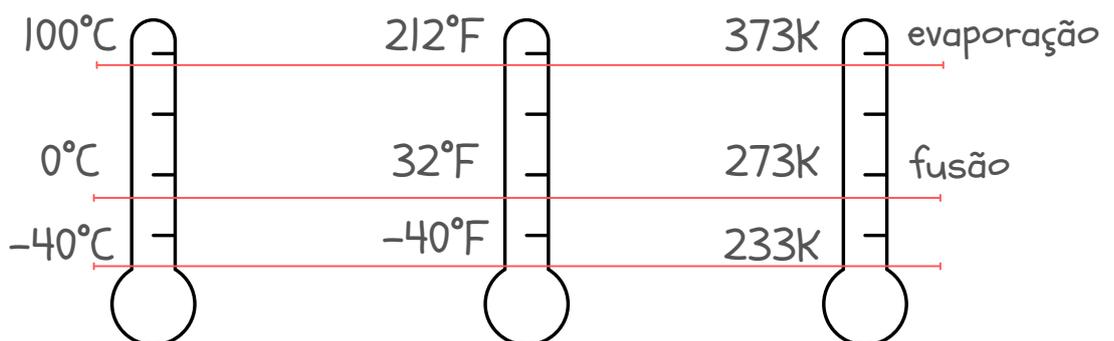
E se escolhermos pontos de referências diferentes, durante a construção de uma escala termométrica? E se dividirmos as escalas em com quantidades diferentes de pontos?

Cada um pode construir sua própria escala termométrica, escolher seus pontos de referência e dividir em intervalos iguais. Pronto! Contruímos nossa própria escala termométrica!

Atualmente temos três principais escalas termométricas:

	Celsius	Fahrenheit	Kelvin
Ponto de fusão da água	0	32	273
Ponto de evaporação	100	212	373
Número de divisões	100	180	100
Símbolo	°C	°F	K

Observe que nem todas as escalas partem do mesmo ponto inicial, e nem todas as escalas possuem a mesma divisão. A escala Celsius e Kelvin são divididas em 100 partes, enquanto a escala Fahrenheit é dividida em 180 partes.



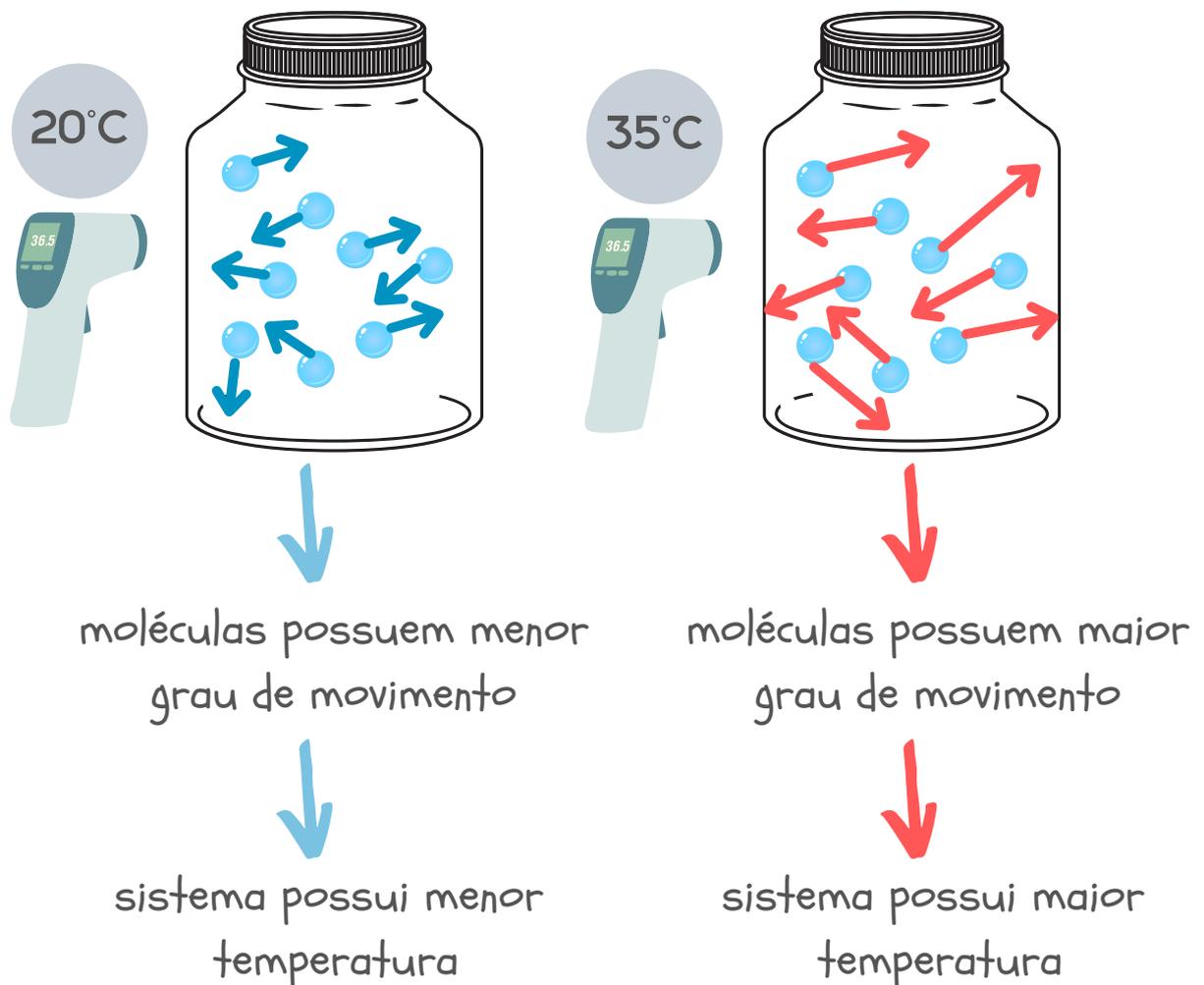
Termometria

A partir da figura anterior, perceba que cada temperatura em uma escala possui um mesmo valor correspondente em outra escala. Você deve estar se perguntando, será que esses valores diferentes medem as mesmas quantidades de temperatura? A resposta é sim! 0°C , 32°F e 273K representam as mesmas quantidades de temperatura!



Indo mais a fundo...

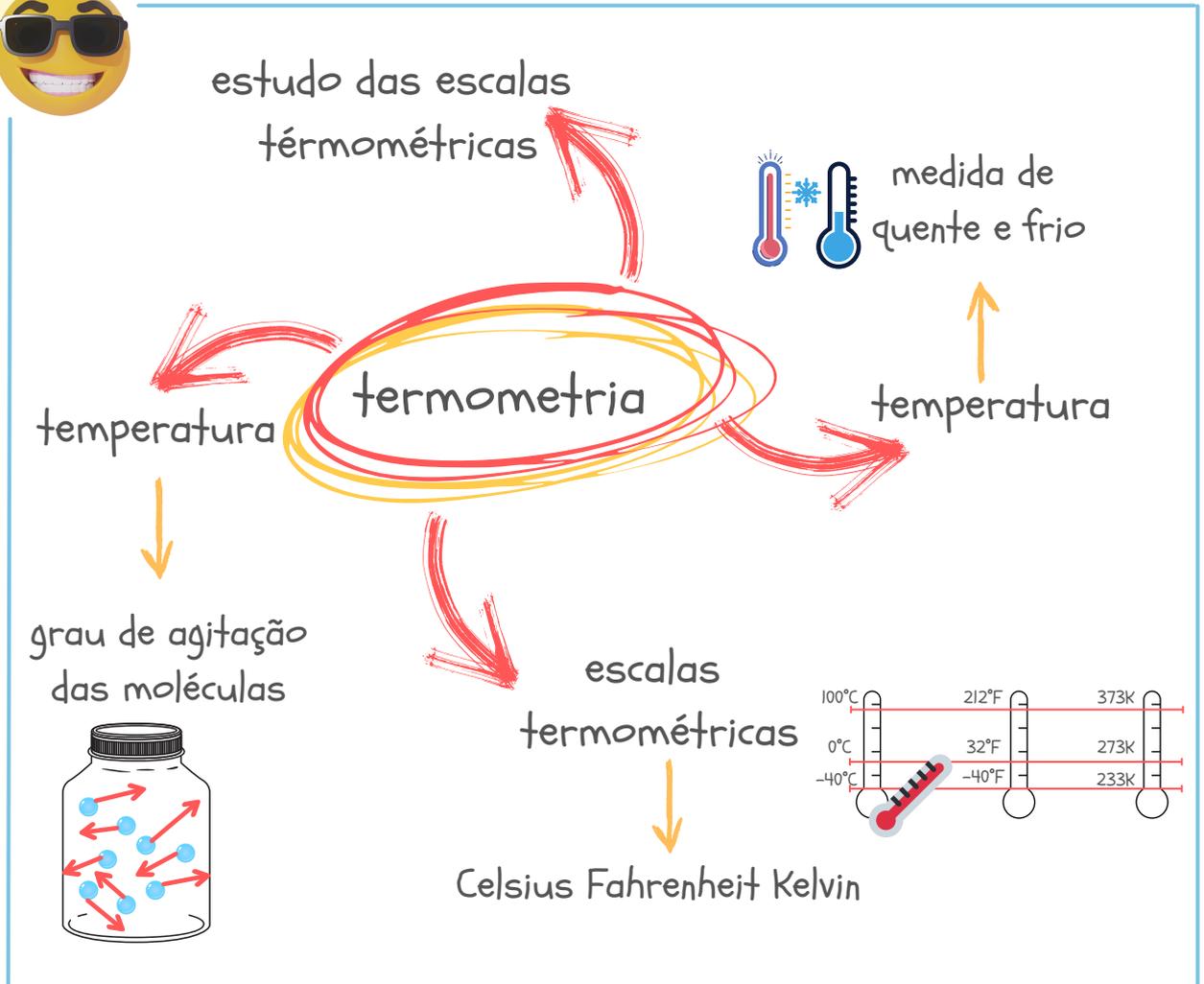
Se partimos do ponto de vista que a matéria é formada por partículas, como se fossem pequenas bolinhas se movimentando. Será possível dar uma nova interpretação para temperatura! Partindo desse ponto é possível relacionar a energia cinética dessas partículas com a temperatura, assim, quanto maior a velocidade das moléculas, maior a temperatura! Dizemos que: a **temperatura** mede o **grau de agitação** das moléculas.



Termometria

Esquemmatizando...

Para concluir nosso texto, fique com o mapa mental abaixo que sintetiza o que conversamos até agora. Que tal fazer seu próprio mapa, utilize programas de computador ou faça no seu caderno!



Referências bibliográficas

HEWITT, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002

GRAF, Física. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2

Ramalho/Nicolau/Toledo - O Fundamentos da Física - Vol. 2 - 7a. edição
- 1999 - Ed. Moderna

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física I. 12. ed., São Paulo:
PEARSON, 2008, v. 2

Leituras adicionais

Se você quiser ler os livros do Gref acesse o link abaixo, ou [clique aqui](#)

<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>

Terminologia

INTRODUÇÃO À TERMINOLOGIA

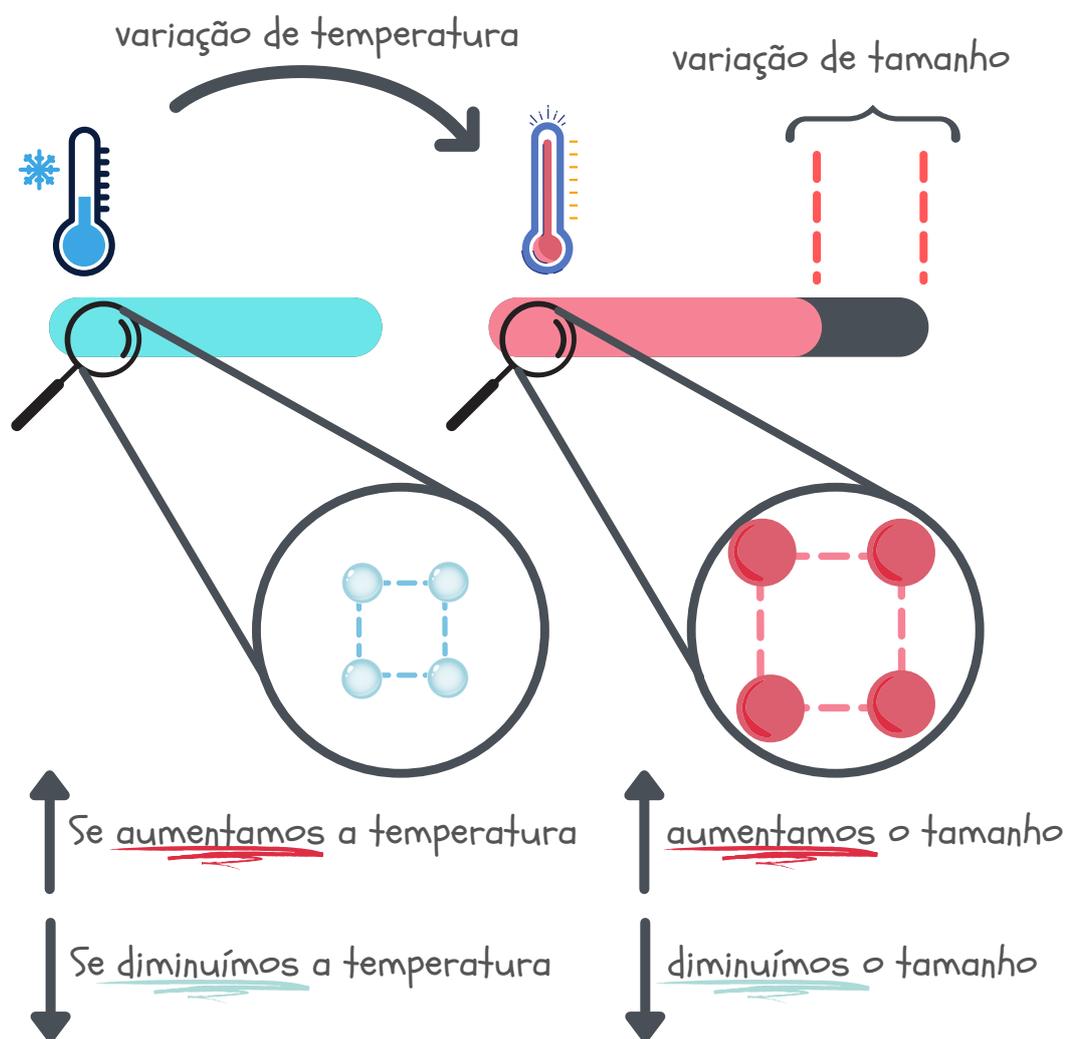
Prezado aluno, tudo bem? Essa breve descrição da terminologia tem como objetivo te dar um noção do conteúdo. Foi escrito em linguagem simples e fácil, proporcionando uma leitura bem descontraída. Permitindo ler em qualquer lugar...

Boa leitura....

Eduardo Rodrigues Mamédio

Dilatação térmica

Bem, a temperatura é uma medida numérica de quente ou frio ou pode ser interpretada como o grau de agitação das moléculas que compõe um corpo. Uma das consequências dessas variações de temperatura são as variações do tamanho dos corpos.



Podemos interpretar o fenômeno da dilatação térmica como o distanciamento entre as moléculas de um determinado corpo. Consequência do aumento da temperatura, pois as moléculas ficam mais agitadas, ou sejam, possuem mais movimento. E portanto, se afastam! Na prática, teremos um aumento das dimensões do corpo.



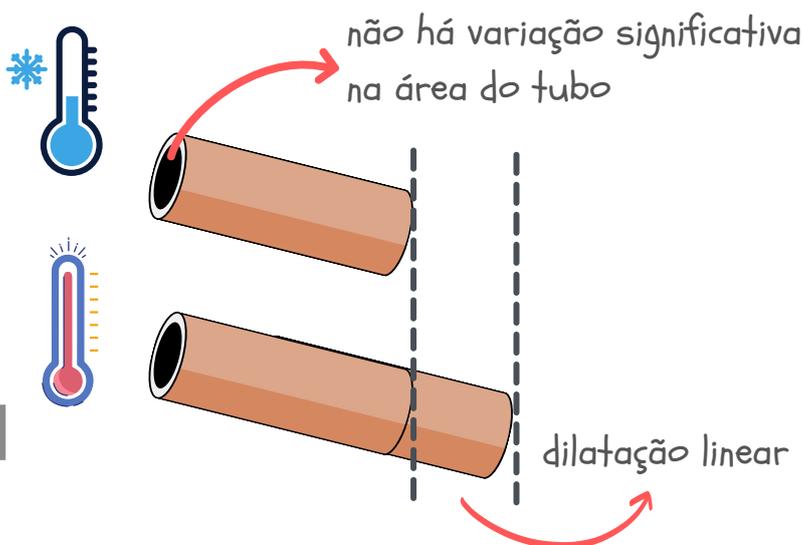
Pense um pouco...

Inicialmente quando aumentamos a temperatura de uma barra ela aumenta de tamanho ou comprimento. E se fosse uma placa? E se fosse um líquido? Será que observaríamos o mesmo efeito?

Basicamente toda matéria sofre efeito da dilatação térmica. Uma barra de ferro possui o comprimento muito maior que sua área. Dessa forma, será mais perceptível a variação de comprimento. No caso de uma placa, os lados possuem aproximadamente as mesmas dimensões, então, a dilatação será perceptível em termos da área do objeto. Já para os líquidos, podemos determinar a dilatação de volume.

Dilatação térmica linear

É a dilatação que ocorre de maneira predominante em apenas **uma** das dimensões de um corpo. Por isso, dizemos que é **linear**.



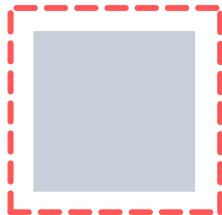
Note que a dilatação na área do tubo ocorre, no entanto, é pouco significativa em relação à dilatação do comprimento do tubo.

Dilatação térmica superficial

É a dilatação que ocorre de maneira predominante em apenas **duas** das dimensões de um corpo. Por isso, dizemos que é **superficial**. O termo superficial traz a ideia de superfície que é a mesma coisa que área.



área ou superfície inicial

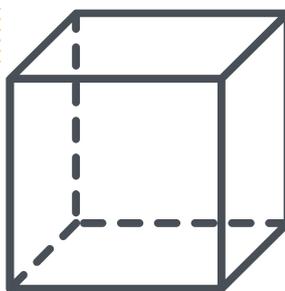
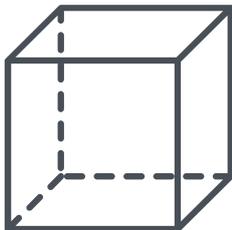


dilatação superficial

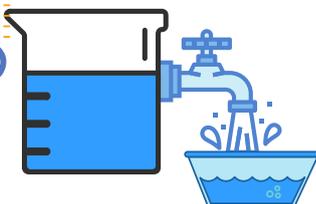
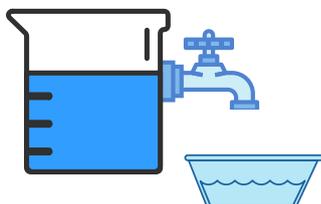
nossa peça inicial possui: altura e comprimento. o produto dessas dimensões resulta na área ou superfície. A espessura, porém, varia muito pouco em relação a superfície. Por isso, falamos: dilatação superficial.

Dilatação térmica volumétrica

É a dilatação que ocorre, de forma perceptível, nas três dimensões de um corpo. Por isso, falamos dilatação térmica **volumétrica**. A combinação das três dimensões de um corpo chamamos de volume. Isto é, o produto entre: altura, comprimento e profundidade. Um cubo é um exemplo de corpo que sofre dilatação volumétrica, e também, os líquidos e gases.



o aumento de temperatura provoca um aumento em todas as dimensões do objeto.



o aumento de temperatura do líquido provoca a dilatação, perceptível pelo volume extravasado para o recipiente menor

Temperatura



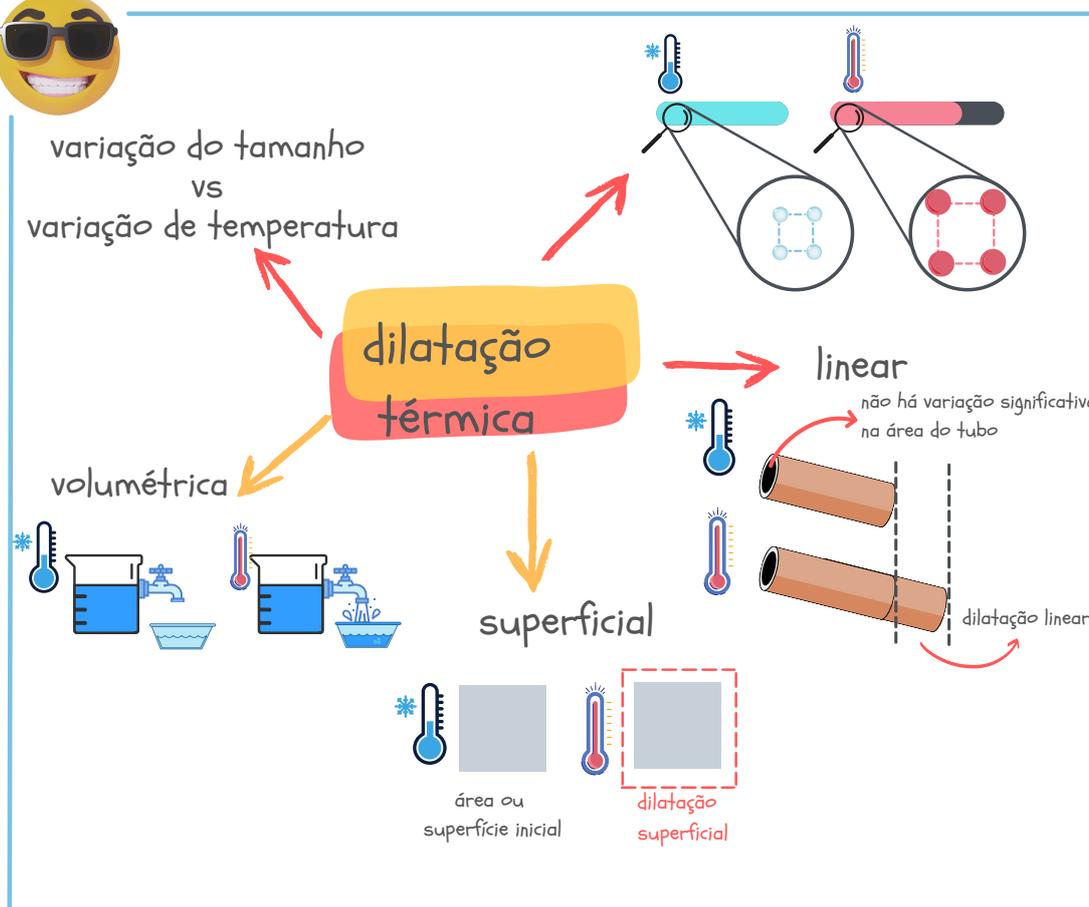
Pense um pouco...

Agora já sabemos que os materiais sofrem dilatação quando variamos a temperatura. Os materiais sofrem dilatação da mesma forma, para as mesmas mudanças de temperatura. O que você acha?

Na verdade, cada material sofre dilatação conforme suas propriedades. Por exemplo: para uma mesma variação de temperatura, uma barra de ferro varia uma quantidade e um pedaço de madeira, uma quantidade diferente. Essa propriedade é chamada de **coeficiente de dilatação térmica**.

Esquematisando...

Para concluir nosso texto, fique com o mapa mental abaixo que sintetiza o que conversamos até agora. Que tal fazer seu próprio mapa, utilize programas de computador ou faça no seu caderno!



Referências bibliográficas

HEWITT, P. G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002

GRAF, Física. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 2

Ramalho/Nicolau/Toledo - O Fundamentos da Física - Vol. 2 - 7a. edição - 1999 - Ed. Moderna

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. Física I. 12. ed., São Paulo: PEARSON, 2008, v. 2

Leituras adicionais

Se você quiser ler os livros do Gref acesse o link abaixo, ou [clique aqui](#)

<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>