



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 38 UFRR - CAMPUS UFRR / PARICARANA**

WESCLEY COSTA DA SILVA

**PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA TERMOMETRIA APLICADO AO
ENSINO DE FÍSICA**

BOA VISTA, RR
2020



WESCLEY COSTA DA SILVA

**PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA TERMOMETRIA APLICADO AO
ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) Polo 38, na Universidade Federal de Roraima; como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira.

BOA VISTA, RR
2020

WESCLEY COSTA DA SILVA

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA TERMOMETRIA APLICADO AO
ENSINO DE FÍSICA

Orientador: Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira.

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, na Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos necessários a obtenção do Título de Mestre no Ensino de Física.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira
UFRR - Orientador

Prof. Dr. Ijanílio Gabriel de Araújo
UFRR – Membro Interno

Profa. Dra. Marta Silva dos Santos Gusmão
UFAM – Membro Externo

BOA VISTA, RR
2020

A Deus e ao meu grande tesouro Família.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, por ter permitido viver esse momento de importante conquista.

A minha Família pelo apoio e compreensão ao meu propósito, meus filhos Ricardo e Ana Maria e em especial minha esposa Rose Anne, que sempre esteve ao meu lado com muito amor e dedicação.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira por toda dedicação e apoio.

A todos os professores do mestrado pelas contribuições com a minha formação.

Aos amigos do mestrado, pelo companheirismo e parceria.

À Universidade Federal de Roraima, pelo apoio e contribuições para o processo de aprendizagem.

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

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

(Albert Einstein)

PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA TERMOMETRIA APLICADO AO
ENSINO DE FÍSICA

Wescley Costa da Silva

Orientador: Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira.

RESUMO

A disciplina de física é percebida rotineiramente, de forma abstrata, pelos alunos, através da complexidade de fórmulas, leis, cálculos, provocando desestímulos de estudo e descrença na possibilidade de aprendizagem satisfatória. Frente a esse contexto, surgiu a proposta neste estudo, proporcionar aos docentes de física uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) com recursos de fácil aquisição para o ensino de termometria no ensino médio e por meio deste, oferecer potencial de motivação e aprendizagem, elevando o nível de conhecimento acerca do tema, relacionando os conhecimentos teóricos com a prática da experimentação. Considerando a realidade da maioria das escolas públicas, selecionou-se uma experiência viável com materiais de fácil aquisição. A metodologia utilizada para realizar a pesquisa foi a pesquisa participativa, com prévio embasamento teórico nos temas relacionados a teoria de ensino-aprendizagem de David Ausubel, em termometria, escalas termométricas, dilatação dos sólidos e líquidos, direcionado aos alunos da 2^o série do Ensino Médio. A pesquisa contemplou o Manual de produção e aplicação do termômetro com o objetivo de guiar o professor para desenvolver aulas experimentais junto aos alunos em sala de aula. Os resultados adquiridos neste trabalho, foram obtidos por meio de intervenção e análise comparativa do teste diagnóstico, e teste avaliativo. Afirma-se que o presente estudo alcançou os objetivos de forma positiva, com efeito determinante no processo de ensino e aprendizagem do estudo de Física, bem como, na motivação prazerosa e satisfação dos professores e alunos.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Termometria; Aula experimental

PROPOSAL FOR A POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNIT FOR THE TEACHING OF THERMOMETRY APPLIED TO PHYSICS TEACHING

ABSTRACT

The discipline of physics is perceived routinely, in an abstract way, by students, through the complexity of formulas, laws, calculations, causing discouragement from study and disbelief in the possibility of satisfactory learning. Faced with this context, the proposal in this study arose, to provide physics teachers with a potentially significant teaching unit (UEPS) with easy-to-acquire resources for teaching thermometry in high school and, through this, offer motivation and learning potential, raising the level of knowledge about the theme, relating theoretical knowledge to the practice of experimentation. Considering the reality of most public schools, a viable experience with easy-to-acquire materials was selected. The methodology used to carry out the research was participatory research, with previous theoretical basis on themes related to the teaching-learning theory of David Ausubel, in thermometry, thermometric scales, dilation of solids and liquids, aimed at students of the 2nd grade of High School . The research included the Thermometer Production and Application Manual in order to guide the teacher to develop experimental classes with students in the classroom. The results acquired in this work, were obtained through intervention and comparative analysis of the diagnostic test, and evaluative test. It is stated that the present study achieved the objectives in a positive way, with a determining effect on the teaching and learning process of the study of Physics, as well as on the pleasurable motivation and satisfaction of teachers and students.

Key words: Physics teaching; Thermometry; Experimental class

LISTA DE FIGURAS

Figura1 – Mapa conceitual sobre aprendizagem significativa.....	23
Figura 2 – Célula de ponto triplo.....	40
Figura 3 – Pontos Fixos das Escalas Termométricas.....	42
Figura 4 – Questionário de Termometria.....	51
Figura 5 – Questionário de Termometria.....	52
Figura 6 – Algumas Origens para o surgimento dos conhecimentos prévios	54
Figura 7 – Mapa Conceitual da Termometria.....	55
Figura 8 – Manual de Fabricação e Utilização do Termômetro.....	57
Figura 9 – Fabricação do termômetro pelos alunos.....	58
Figura 10 – Fabricação do termômetro pelos alunos.....	59
Figura 11 – Fabricação do termômetro pelos alunos.....	59
Figura 12 – Registros da relação termométrica.....	61
Figura 13 – Tabela termométrica (Grupo 1).....	63
Figura 14 – Tabela termométrica (Grupo 2).....	63
Figura 15 – Tabela termométrica (Grupo 3).....	64
Figura 16 – Tabela termométrica (Grupo 4).....	65
Figura 17 – Tabela termométrica (Grupo 5).....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de acertos e erros da 1ª questão.....	76
Gráfico 2 – Porcentagem de acertos e erros da 2ª questão.....	77
Gráfico 3 – Porcentagem de acertos e erros da 3ª questão.....	79
Gráfico 4 – Porcentagem de acertos e erros da 4ª questão.....	81
Gráfico 5 – Porcentagem de acertos e erros da 5ª questão.....	82
Gráfico 6 – Porcentagem de acertos e erros da 6ª questão.....	83
Gráfico 7 – Porcentagem de acertos e erros da 7ª questão.....	84
Gráfico 8 – Porcentagem de acertos e erros da 8ª questão.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Princípios valorativos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que constituirão uma UEPS. Adaptado de Ausubel (2006).....	24
Tabela 2 – Materiais necessários para a fabricação do termômetro deálcool.....	56
...	
Tabela 3 – Na opinião do grupo, o conteúdo trabalhado de termometria teve linguagem objetiva e fácil de compreender?.....	67
Tabela 4 – O seu grupo considera positiva a forma que foram conduzidas as aulas até o fechamento com o experimento para o aprendizado?.....	67
Tabela 5 – A demonstração do experimento realizada pelo professor foi o suficiente para a fabricação do termômetro pelo seu grupo?.....	68
Tabela 6 – O tempo utilizado para a realização do experimento foi o suficiente?	69
Tabela 7 – Houve interesse e envolvimento pela atividade experimental por parte do seu grupo?.....	69
Tabela 8 – O seu grupo teve facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro?.....	70
Tabela 9 – Seu grupo considera a forma e os materiais utilizados para o ensino de termometria foram eficazes?.....	71
Tabela 10 – Seu grupo gostou de participar da aula experimental?.....	71
Tabela 11 – Geralmente se têm aulas práticas na disciplina de física?.....	72
Tabela 12 – Seu grupo gostaria que tivesse mais aulas experimentais na disciplina de física?.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA.....	18
1.2 OBJETIVO GERAL	19
1.2.1 Objetivos específicos	19
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA	20
2.1 TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A EXPERIMENTAÇÃO	27
2.1.1 Importância e desafios das aulas experimentais	28
2.1.2 Aulas experimentais no ensino de física.....	31
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS EM FÍSICA.....	33
3.1 TERMOMETRIA NO ENSINO MÉDIO	35
3.1.1 Conceitos básicos da termometria.....	38
3.1.2 Medidas de temperatura.....	39
3.1.3 Escalas termométricas.....	40
3.2 ESTUDO DA DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS.....	42
3.2.1 Dilatação do recipiente.....	43
3.2.2 Dilatação real do líquido.....	43
3.2.3 Coeficientes de dilatação volumétrica.....	44
3.2.4 Coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente.....	44
4 METODOLOGIA.....	46

4.1 PRODUTO EDUCACIONAL.....	46
4.2 PROPOSTA PEDAGÓGICA.....	49
4.2.1 Elaboração dos planos de aulas.....	49
5 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	50
5.1 APLICAÇÃO DA UEPS.....	50
5.2 ANÁLISE DAS TABELAS DE RELAÇÕES TERMOMÉTRICAS.....	62
5.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DO ALUNO - AULA EXPERIMENTAL.....	66
5.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DO PROFESSOR – AULA EXPERIMENTAL....	73
5.5 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE APRENDIZAGEM.....	75
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
APÊNDICES.....	94
APENDICE A – QUESTIONÁRIO DE TERMOMETRIA.....	95
APENDICE B – PLANO DE AULA A.....	96
APENDICE C – PLANO DE AULA B.....	99
APENDICE D – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	102
APENDICE E – GABARITO DO QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EXPERIMENTAL.....	106

APENDICE F – TABELA TERMOMÉTRICA.....	107
APENDICE G – QUESTIONÁRIO DO ALUNO – AULA EXPERIMENTAL	108
APENDICE H – QUESTIONÁRIO PARA O PROFESSOR.....	110
APENDICE I – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO TERMÔMETRO ALTERNATIVO À ÀLCOOL	112
ANEXOS	135
ANEXO (A) – TERMO DE CONSENTIMENTO (Pai).....	136
ANEXO (B) – TERMO DE CONSENTIMENTO (Escola).....	137
ANEXO (C) – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (Menor).....	138
ANEXO D – TEXTO COMPLEMENTAR - WILLIAM THOMSON.....	139
ANEXO E – TEXTO COMPLEMENTAR – TERMÔMETROS.....	143
ANEXO F – TEXTO COMPLEMENTAR - ESCALA DE FAHRENHEIT	149
ANEXO G – APOSTILA DE TERMOMETRIA E DILATAÇÃO	153

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de física é percebida rotineiramente de forma abstrata pelos alunos, principalmente pela falta de demonstrações que facilitem o entendimento de como ocorrem os fenômenos presentes no nosso dia a dia. Além disso, a complexidade de fórmulas, leis, cálculos ocorrem (provocam) desestímulos de estudo e descrença de que é possível aprender.

Acredita-se que é importante procurar opções para o modelo tradicional com inovações para o processo ensino-aprendizagem, e assim, percebe-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's do Ensino Médio norteiam passos de métodos pedagógicos interessantes, onde destaca que:

O ensino de Física deve incitar os jovens a seguir as notícias científicas, orientando-os para a assimilação sobre o tema que está sendo abordado e gerando meios para o entendimento de suas definições. Notícias de uma missão espacial, uma provável colisão de um asteroide com o planeta Terra, uma nova maneira de remover água do subsolo, inovação no diagnóstico médico abarcando princípios físicos, o incremento da comunicação via satélite, a telefonia celular, são alguns exemplos de atualizações transmitidas nos jornais e programas de televisão que precisariam ser abordados em sala de aula (BRASIL, 1999).

Os conteúdos de cunhos científicos e tecnológicos, quando trabalhados de forma apropriada na escola, colabora para a facilidade em interpretar o que ocorre na sociedade. Mas, atualmente, no ambiente escolar, os conteúdos e metodologias trabalhados não buscam atender os anseios dos indivíduos de forma a prepará-los para uma intervenção efetiva e ativa na sociedade moderna (ANGOTI; BASTOS; MION, 2001).

É relevante pontuar que a Física ultrapassa em muito o conteúdo de mais de uma disciplina do currículo escolar, ou seja, dificilmente se trabalha os conteúdos de física sem necessitar permear por outras ciências, como por exemplo: matemática, biologia e geografia. Destaca-se que a Física envolve características inclusive histórico social envolvendo compromisso de tradição e resolução. Nessa perspectiva, é necessário perceber a Física escolar como

parte da cultura de cidadania na busca de possibilitar aos estudantes uma ideia de ciência e tecnologia, bem como uma percepção do mundo (AULER; DELIZOICOV, 2001).

A Física e suas possibilidades de aplicabilidades são múltiplas. E nesse cenário, o estudo da disciplina apresenta um conhecimento que consente pesquisar os mistérios do mundo submicroscópico das partículas que fazem parte da matéria, até descobrir vários tipos de fontes de energia com a finalidade fundamental de conservar o meio ambiente e produzir novos produtos com tecnologias avançadas (BRASIL, 1999).

Ao permitir essas noções, o aprendizado da Física proporciona a conexão de todo olhar de mundo, de uma concepção de universo mais completa do que os materiais didáticos tradicionais, como exemplo livros, podem oferecer para auxiliar na metodologia de estudo. Dessa forma, é possível afirmar que o estudo de Física também manifesta-se como uma dimensão filosófica de educação, com uma grandeza e destaque que não devem ser desconsideradas no processo educativo (BRASIL, 1999, p. 47).

Neste momento de reflexão, precisa-se abordar um estudo de Física que esclareça o consumo da conta de energia ou o gasto diário de combustível, bem como os pontos referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, abrangendo a energia nuclear, com seus riscos e benefícios esclarecidos com segurança na utilização dessa fonte específica. Isto é, um estudo de Física que trate a compreensão de estudo da origem do universo e sua evolução, para auxiliar no desenvolvimento da vida humana. Ou seja, um estudo que aborde sobre o funcionamento, por exemplo: do refrigerador (inovação tecnológica); ou em relação aos motores a combustão; das células fotoelétricas; e dos processos das radiações presentes no dia a dia. E também não podemos esquecer dos princípios gerais que permitem envolver todas essas compreensões. Desse modo, acredita-se que o estudo de física deva valorizar a visão do aluno em relação ao mundo e que essa percepção seja afluída no momento em que se aprende e não somente em momento futuro (BRASIL, 1999, p. 49).

De acordo com o mesmo documento em relação ao ensino de Física destaca:

[...]a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 1999, p. 22).

A proposta do produto educacional que trata da fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino de termometria aplicado ao ensino de física no ensino médio, como apresentado neste estudo possui o formato de roteiro, servindo como guia, detalhando, a partir de como elaborar e utilizar, o experimento como ferramenta didática. Mesmo com a baixa complexidade da atividade, o guia esclarece e norteia a aplicação. O propósito é auxiliar e motivar os docentes à realização de atividades experimentais junto aos alunos com materiais de fácil aquisição, seja pelo acesso em encontrar ou pelo baixo custo do material. Assim, é possível a efetivação de aulas práticas estimulando a aprendizagem de conceitos, definições e aplicabilidades da Física.

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa utilizamos a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel aplicada ao ensino de Física, o desafio das aulas envolvendo experimentação, bem como, temas da Física referentes a termometria no ensino médio, destacando conceitos, medidas de temperatura, escalas termométricas, estudo da dilatação dos líquidos e dilatação volumétrica. Na sequência, forneceremos a apresentação do produto educacional como proposta de ensino.

1.1 JUSTIFICATIVA

É comum não compreender a relação da construção da cidadania no momento do ensino de Física, pois o foco está nos valores internos desta ciência sem espaços para discussões do que já é comprovado. É importante destacar que a construção pode ocorrer frente às novas metodologias que buscam o entendimento e a reflexão sob o objeto de estudo, pois compreender, verdadeiramente, o que está sendo ensinado é considerado uma libertação da escuridão do desconhecido. Sendo assim, ensinar e aprender é considerado adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de forma a proporcionar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais convivemos diariamente. (ANGOTI; BASTOS; MION, 2001)

O ensino de física muitas vezes é apresentado de forma abstrata o que dificulta o entendimento do estudante de como realmente acontece certos fenômenos, a importância do saber e para qual finalidade de tantas fórmulas. A disciplina percebida na maioria das vezes pelos alunos como complexa e de pouca utilidade na prática, resultando em desinteresse, desmotivação e baixo nível de aproveitamento. Situações essas são minimizadas com aulas práticas, experiências, principalmente quando oportuniza os alunos a desenvolverem experimentos e não somente observar.

Em face a realidade vivenciada por inúmeras escolas, aproveitando a proposta do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado na Universidade Federal de Roraima – MNPEF – Polo 38, realizou-se um produto educacional que seja utilizado como ferramenta de ensino pelos professores da disciplina de física, por meio da fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria, aplicado ao ensino de física no ensino médio, possibilitando o aumento da motivação e aprendizagem, elevando assim o nível de conhecimento acerca do tema termometria, relacionando os conhecimentos teóricos com a prática da experimentação.

1.2 OBJETIVO GERAL

Proporcionar aos docentes de física uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) com recursos de fácil aquisição para o ensino de termometria no ensino médio.

1.2.1 Objetivos específicos

Proporcionar o ensino de física que desperte motivação em aprender;

Colaborar para que o processo ensino-aprendizagem de física promova ao estudante a percepção da aplicabilidade da física;

Incentivar a participação e o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem

Diagnosticar fatores relevantes que possam interferir na melhoria das práticas pedagógicas

Promover uma proposta de ensino da física que possibilite uma alternativa aos docentes de desenvolver nos alunos uma visão mais participativa do fazer científico.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo possui a seguinte estrutura. Como referenciais teóricos, no Capítulo 2, tratamos a aprendizagem significativa de Ausubel aplicada ao ensino de física tem início da revisão bibliográfica, onde são abordados a fundamentação da teoria de aprendizagem aplicada ao ensino de física, incluindo temas, teorias de aprendizagem e a experimentação, Importância e desafios das aulas experimentais, Aulas experimentais no ensino de termometria. Os fundamentos teóricos em física, são tratados no Capítulo 3, incluindo a termometria no ensino médio, contemplando os conceitos básicos da termometria, medidas de temperatura e escalas termométricas. Em seguida o estudo da dilatação dos líquidos, apresentando

dilatação do recipiente, dilatação real do líquido, coeficientes de dilatação volumétrica, coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente.

No Capítulo 4, a metodologia apresenta o produto educacional, a proposta pedagógica, bem como a elaboração dos planos de aulas, aplicação da UEPS.

Na sequência, o Capítulo 5, dispõe das análises dos resultados e discussões, por meio dos dados apresentados nas tabelas de relações termométricas, questionário do aluno em relação a aula experimental, análise do questionário do Professor e análise do questionário de aprendizagem.

No capítulo 6 as considerações finais com os resultados propostos alcançados e sugestões.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA

Com a intenção de embasar, cientificamente, o estudo, buscou-se fundamentar a proposta metodológica da pesquisa com a teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968), e combinada com a importância da experimentação em sala, como estratégia de ensino-aprendizagem.

D. Ausubel (1968) destaca a Aprendizagem Cognitiva, a Aquisição, ao Armazenamento e a Organização das ideias no cérebro do Ser Humano.

[...] quando divulgou sua teoria na década de sessenta, seu nome esteve mais associado ao conceito de *organizador prévio*, do que ao de aprendizagem significativa. Isto porque ele propôs a estratégia dos organizadores prévios como a principal estratégia instrucional para deliberadamente manipular a estrutura cognitiva do aprendiz, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. (MOREIRA,1999, p.11).

No ambiente escolar percebe-se que, dificilmente, os experimentos são realizados como ferramenta didática, sendo o estudo desenvolvido em livros didáticos na realidade da maioria das aulas tradicionais, ou bem como uso de vídeos e fotos que não favorece a contextualização do dia a dia do aluno.

Frente ao exposto, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel (1963) traz uma metodologia mais focada aos anseios dos educandos, organizada na década de 1960, essa, busca elucidar a aprendizagem e o ensino tendo como referencial o estudante.

Rogers (2001, p. 01) conceitua a aprendizagem significativa da seguinte maneira:

Por aprendizagem significativa entendo uma aprendizagem que é mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimento mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência.

Para Ausubel (1968) o indivíduo tem uma aprendizagem significativa, do contrário ela será mecânica, ambas fazem parte de um contínuo, pois, em algumas ocasiões aprendemos de forma significativa, quando aprendemos algo que utilizaremos em qualquer situação do dia a dia, sejam elas informações, conceitos ou ideias. Por exemplo, a leitura de um semáforo, é ensinada o significado das cores, como e onde vamos pôr em prática o que foi aprendido e em outros casos, de forma mecânica, quando apenas memorizamos algo para utilizar de forma repentina, como, decorar o conteúdo para uma realizar uma prova, sendo algo momentâneo, que em pouco tempo, já é esquecido. Dessa forma, para acontecer a aprendizagem significativa, é necessário compreender dois fatores fundamentais, que são: A vontade de aprender, pois, se o indivíduo apenas memoriza arbitrariamente qualquer conteúdo abordado, se constituirá uma aprendizagem mecânica.

O outro fato consiste na análise do conteúdo abordado em sala de aula, se foi realmente absorvida, ressaltando que cada indivíduo, tem seu modo particular de aprender, e relacionar com as práticas cotidianas dentro de sua realidade, que Ausubel (1968) também chamava de organizadores prévios.

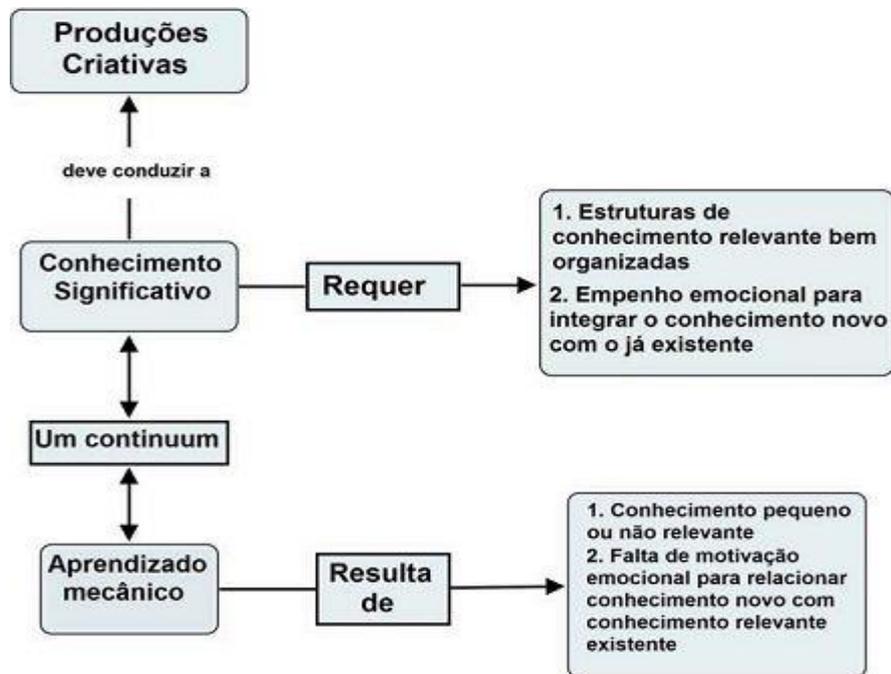
Rigorosamente falando, organizadores prévios são materiais instrucionais que se destinam a facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos, ou seja, de ideias estritamente relacionadas. Os materiais introdutórios que pretendem facilitar a aprendizagem de vários tópicos denominam-se pseudo-organizador prévio (MOREIRA,

1999, p. 11).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, não deve-se deixar de levar em consideração que o estudante apesar de diversas dificuldades que há em relação a compreensão da Física, o mesmo possui alguma informação prévia, porém, não sabe aplicar corretamente os conceitos científicos. E a falta de compreensão do docente quanto a isso ocorre por não ter informação dos modelos construídos intuitivamente pelo aluno, para responder as perguntas feitas a ele, pode-se tornar uma barreira para a constituição do conhecimento. É necessário entender que a maneira com que o aluno levanta as articulações deve ser considerada, pois é por meio dela que ele vai formatar um conhecimento mais amplo e científico (BRASIL, 2007).

Percebe-se na figura1 os principais conceitos em relação a aprendizagem significativa pontuados e relacionados em formato de mapa conceitual.

Figura1 - Mapa conceitual sobre aprendizagem significativa



Fonte: Novak e Cañas (2010).

A figura 1 apresenta a diferença entre conhecimento significativo e as principais características versus ao aprendizado mecânico e desvantagens existentes, destaca que o ensino deve acontecer de forma inovadora e proporcionar o conhecimento significativo por meio de ensino bem planejado e direcionado ao público pois assim é possível aproveitar e inserir os conhecimentos prévios dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Porém pode acontecer que o ensino seja realizado sem levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, sendo aplicado de maneira menos ampla gerando assim falta de motivação por meio do aprendizado mecânico.

Ausubel (1982) afirma que na teoria da aprendizagem o reconhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos permite a constituição de estruturas mentais através do emprego de mapas conceituais que abrem diversas possibilidades para descoberta e redescoberta de outros saberes, possibilitando uma aprendizagem que seja satisfatória a quem ensina e a quem aprende e além disso que tenha eficácia.

Masini e Moreira (2008) ao elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, assinalam que a aprendizagem precisa ser significativa e crítica.

[...] aprendizagem significativa crítica o aprendiz é a pessoa que deve captar criticamente os significados dos conteúdos da matéria de ensino. Quer dizer, deve apresentar uma intencionalidade para captar e internalizar significados aceitos no contexto da matéria de ensino, porém não como se fossem únicos e definitivos [...] (MOREIRA; MASINI, 2008, p. 53).

Para Solé (1999), os conhecimentos prévios dos estudantes formam os próprios esquemas de conhecimento. Coll (2001) conceitua esses esquemas como “a representação que uma pessoa possui em um determinado momento de sua história sobre uma parcela da realidade”. Essa definição alude que os alunos têm uma quantidade considerável de esquemas de conhecimento. Os esquemas de conhecimento contêm uma extensa multiplicidade de tipos de conhecimento sobre a realidade, sendo desde informações sobre casos e eventos, experiências e situações pessoais e tudo ligado a realidade.

Na Tabela 1, apresentamos os princípios valorativos da Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), que norteia a constituição de uma UEPS.....

Tabela 1 - Princípios valorativos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que constituirão uma UEPS. Adaptado de Ausubel (2006).

Identificação dos conhecimentos prévios	O que o aluno já sabe, o conhecimento prévio (conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos), é fundamental para a TAS, uma vez que constitui-se como determinante do processo de aprendizagem, pois é significativo por definição, base para a transformação dos significados lógicos dos materiais de aprendizagem potencialmente significativos.
Uso de organizadores Prévios	O organizador prévio é uma estratégia que consiste na utilização de materiais auxiliares, antes do próprio material de aprendizagem, com a finalidade de criar pontos de ancoragem, em nível mais geral do que o

	material mais detalhado que a precede. Tais organizadores devem ser utilizados quando o estudante não dispõe em sua estrutura cognitiva, de subsunçores que ancorem novos conhecimentos ou quando for constatado que, os subsunçores identificados não estão suficientemente claros ou encontram-se desorganizados para desempenhar as funções de ancoragem.
Apresentação do conceito mais geral	A maior parte da aprendizagem significativa envolve integração (subsunção), mas, às vezes, conceitos mais gerais e inclusivos são aprendidos providenciando também relações significativas entre dois ou mais conceitos já existentes. Quando o novo conceito ou proposição emerge do relacionamento de significados de ideias preexistentes na estrutura cognitiva e passa a assimilá-las, há uma síntese de ideias.
Apresentação de Conceitos intermediários	Como a estrutura cognitiva, em si, tende a uma organização hierárquica em relação ao nível de abstração, generalidade e inclusividade das ideias, a emergência de novos significados conceituais ou proposicionais reflete, mais tipicamente, uma subordinação do novo conhecimento à estrutura cognitiva. A nova informação simplesmente exemplifica ou ilustra o subsunçor (ideia-âncora já estabelecida na estrutura cognitiva) ou quando o amplia, elabora ou modifica.
Apresentação de conceitos específicos	A nova informação não se relaciona especificamente a ideias subordinadas, ou superordenadas, e sim, de maneira geral, com um conteúdo amplo relevante, existente na estrutura cognitiva. Uma vez adquirida a ideia de aprendizagem significativa como sendo Caracterizada pelo relacionamento substantivo e não arbitrário de uma nova informação com outra relevante já existente, na estrutura cognitiva, as aprendizagens significativas dos conceitos de aprendizagem representacional, conceitual e proposicional, constituir-se-ão em diferenciação progressiva.
Verificação do crescimento cognitivo	O crescimento cognitivo é, segundo Ausubel (2003), um processo dinâmico no qual novos e antigos significados estão, constantemente, interagindo e resultando em uma estrutura cognitiva mais diferenciada, a qual tende a uma organização hierárquica, na qual conceitos e proposições mais gerais ocupam o ápice da estrutura e abrangem, progressivamente, proposições e conceitos menos

	inclusivos, assim como dados factuais e exemplos específicos.
Avaliação do Processo de ensino	A avaliação requer um olhar interno para a própria estrutura da metodologia, cuja magnitude da tarefa torna-a ainda mais complexa, porém não inexecutável. O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno.

Fonte: Brum e Silva (2015).

O ensino por meio de práticas favorece constituir precisamente o que Pelizzari et al. (2002, p. 40) recomenda como um modo adequado para expandir os conhecimentos dos alunos: uma interação mais ativa deles, fugindo da “repetição ou cópia de questionamentos formulados pelo professor ou pelo livro-texto”. Pois, a mudança da forma tradicional de ensinar permite três vantagens que beneficiam os educandos e o ensino de física.

Em vistas às dificuldades de aprendizagem, buscou-se elaborar um trabalho baseado em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada em teorias de aprendizagem, de modo especial em aprendizagem significativa. Essas sequências didáticas são, não mecânicas, e que podem fomentar estímulo a pesquisa aplicada em ensino, de modo especial voltadas aquelas aplicadas à sala de aula.

A construção da UEPS, consiste em desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e ou procedimental. Cujas filosofias são: só há ensino quando há aprendizagem significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Com intuito de aperfeiçoar conhecimentos de Física aos estudantes, busca-se incentivar a participarem mais das aulas, para tanto, deixando-as mais atraentes. Isto é, apresentar uma metodologia distinta para inovação de metodologia de estudo de conhecimentos, despertando curiosidades aos assuntos trabalhados na aula, estimulando a interação da turma. Os aspectos sequenciais se fazem necessários e devem ser cuidadosamente elaborados

e aplicados como meio de intervenção no processo de aprendizagem significativa, valorando sempre o conhecimento prévio do aluno. (MOREIRA,

O componente curricular de Física para o Ensino Médio, conforme as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCEs) - Física (2008) expõe como objeto de estudo o universo em sua complexidade, baseada no estudo da natureza como realidade material, vivenciada com foco principal de educar para a cidadania, baseado na dimensão crítica do conhecimento científico em relação aos fenômenos observados, em influência mútua com os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.

A Física tem como objeto de estudo o Universo, sua evolução, suas transformações e as interações que nele ocorram. Para que o estudante compreenda o objeto de estudo e o papel dessa disciplina no Ensino Médio será necessário uma abordagem pedagógica dos conteúdos escolares fundamentados nos conteúdos estruturantes, que são os conhecimentos e as teorias que hoje compõem os campos de estudo da Física e servem de referência para a disciplina escolar. Serão denominados “conteúdos estruturantes (DCEs FÍSICA, 2008, p. 50).

O docente necessita interagir de forma distinta com seus alunos, pois quando é propiciado sentido aos temas de forma experimental, assegura-se aprendizagem participativa da turma com trocas de experiências na equipe auxiliando na construção do conhecimento, adquirindo saberes de maneira não-autoritária. A aprendizagem é considerada significativa por entendimento ou descobrimento, segundo Ausubel, onde permite organizar os conhecimentos dando sentido.

2.1 TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A EXPERIMENTAÇÃO

A Teoria de Aprendizagem de Ausubel é compreendida por Novak como o molde relevante de aprendizagem para conduzir a educação. Novak (2012), apresenta como um procedimento no qual a nova informação relaciona-se com uma existente na estrutura cognitiva. Contudo, para que aconteça, é necessário que o discente queira participar. Os docentes podem incentivara escolha usando materiais e instrumentos variados. Interessante

destacar que a aprendizagem significativa, contrapõe com a aprendizagem mecânica, pois não existe conexão do conhecimento novo ao já vivente. Sendo assim, a capacidade criadora é percebida como consequência do mais alto nível de aprendizagem significativa, ficando a criação de um novo conhecimento, um processo construtivo que abrange conhecimento e emoções (NOVAK; CAÑAS, 2010a).

Aplicar o ensino, que permite o aluno a entender o mundo, é muito mais expressivo do que deixá-lo acreditar que devam ver o mundo somente com a visão dos cientistas. Para tanto, faz-se necessário a transformação do conhecimento, e segundo Fazenda (2002), é importante alterar o ambiente de aprendizado, o que permite a criação do conhecimento pelo estudante.

As atividades desenvolvidas em sala de aula, com experimentos, podem ser realizadas, desde situações que buscam a verificação de leis e teorias, até mesmo circunstâncias que favorecem as qualidades para os alunos analisarem, e reverem seus conceitos em relação a fenômenos e temas abordados, possibilitando assim, alcançar um nível de aprendizado que lhes consinta em realizar uma reconstrução dos exemplos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO; ABIB; 2003, p. 176).

2.1.1 Importância e desafios das aulas experimentais

A utilização do ensino experimental está inteiramente relacionada com a percepção da precisão de ensino diferenciado com a busca da aprendizagem. Tal postura do professor deve ser embasada, segundo Hodson (1994), na finalidade de instruir os alunos na descoberta, ampliação e transformação de suas 'concepções ingênuas', em relação a específicos fenômenos, para entendimentos científicos. Os estudantes devem ser incentivados a compreender as opiniões, motivando-os a refletirem sobre a potencialidade que as próprias ideias têm para elucidar fenômenos abordados na atividade experimental.

Seré (2003, p. 32) destaca que a união entre a teoria e o experimento é muito conveniente, pois permite o compreender o teórico de forma adversas

ao habitual. “As operações intelectuais utilizadas durante a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”.

[...] ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontrada apenas nos textos de periódicos relacionados ao ensino de Física, não apresentando um elo com o ambiente escolar (DCEs Física, 2008, p. 63).

As aulas com base em atividades práticas de experimentação podem ser idealizadas como táticas de descobrimento, as quais se amparam “no modelo de aprendizagem que toma o estudante como um indivíduo capaz de reconstruir o conhecimento científico de forma individual e autônoma, através da interação com o meio.” (HIGA; OLIVEIRA, 2012, p. 77)

O uso de experiências pelo docente como recurso didático é considerado valioso para o aprendizado, porém importante destacar que não basta reproduzir experimentos, sem a devida reflexão e análise.

Assim, alguns professores investem, por exemplo, nas atividades, experimentais como uma forma de aproximar o aluno do chamado saber científico, tentando, em suas práticas, reproduzir situações que possibilitarão visualizar e, conseqüentemente, entender os fenômenos que estão sendo estudados. Na prática, no entanto, observa-se que, muitas vezes, essas atividades acrescentam pouca coisa é compreensão das ideias estudadas pela Física. As aulas experimentais às vezes tornam-se aulas de culinária, nas quais o aluno recebe uma receita e deve segui-la, tentando chegar a resultados muito raramente colocados para discussão, na busca de possíveis soluções ou esclarecimentos sobre o observado. Além disso, algumas vezes, esquece-se que a transposição para a teoria não é uma tarefa simples, ao contrário, demanda grande complexidade, exigindo muita maturidade e envolvimento. (HÜLSENDEGER, 2007, p.34).

Perrenoud (2000, p. 29) destaca que a grande parcela dos conhecimentos científicos são contrários a intuição, sendo assim, é relevante que os estudantes, em aulas experimentais, comparem os conhecimentos prévios, muitas vezes com ideias intuitivas em relação aos resultados observados e analisados.

Relevante mencionar a pesquisa *Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006)* realizada por Pena e Filho, 2009, onde fizeram uma análise de relatos de experiência pedagógicas publicados em periódicos nacionais da área de Ensino de Física, as dificuldades apontadas por docentes e/ou pesquisadores para o uso da experimentação no ensino de Física. Tais como: dificuldades na escolha e montagem do material, falta entendimento do revela a experiência, falta de pesquisa, omissão de atividades experimentais no ensino de Física, professores com não formação em física, professor sem experiência para realizar atividades experimentais, falta de treinamento para atua nos laboratórios, conformismo de que aulas nos laboratórios não fazem diferença, escasso tempo disponível e sala adequada para aulas experimentais, desinteresse e despreparo do professor, falta de motivação e de condições de trabalho, acomodação, falta de laboratório, laboratórios que não funcionam, falta planejamento de aulas experimentais, falta de equipamentos, falta dados que confirmem a eficiência das aulas experimentais, as aulas experimentais não tem tradição ou raízes no nosso sistema educacional, insegurança na montagem e discussão dos experimentos, mais dedicação as aulas teóricas.

Batista (2009) afirma que a o uso de experiências no ensino de Física não significa todo o processo investigativo no qual o estudante está envolvido na concepção de conceitos científicos. Importante ponderar que o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos é considerado complexo e envolve diversas dimensões, estabelecendo que o trabalho investigativo do aluno adote diferentes formas que permitem o desenvolvimento de distintas ações cognitivas, como: seleção e manuseio de materiais, questionamento, tomar nota, verificação dos questionamentos prévios. Pode-se afirmar que trata-se inclusive de trabalho de análise e de síntese, com a imaginação e o encantamento intrínsecos às atividades investigativas.

2.1.2 Aulas experimentais no ensino de física

Em qualquer nível ou modalidade, o ensino de Ciências Naturais necessita que seja realizado, de forma continuada, com a inclusão da teoria e da prática educativa, tendo o objetivo de buscar-se um intercâmbio entre a o conhecimento científico que se trabalha em sala de aula e o senso comum pré adquiridos pelo próprio aluno.

As aulas experimentais, ou seja, práticas de ensino na sala de aula, na disciplina de Física apresentam para a escola, o cotidiano que o aluno conhece e emprega, possibilitando uma visão mais próxima entre os conceitos científicos, discutidos nas aulas experimentais, e os adquiridos de forma espontânea (ROSA, 2003).

Até anos recentes, o ensino de Física habitua-se a ser desmembrado em dois ramos: a Física Teórica e a Física Experimental. A Física Teórica incide, fundamentalmente, em analisar determinado fenômeno e avaliá-lo, entender como funciona, embasado em conhecimentos matemáticos e físicos, deixando o planejamento, elaboração e testagem de teorias, de forma abstrata, que depois serão testadas na prática. A Física Experimental exhibe as práticas, claramente, das situações do cotidiano, por meio de experiências, sugeridas pelos físicos teóricos, que, através de planejamento e implemento de arcabouços, permitem os resultados, constituindo grande parte que provocam impacto de tecnologias aplicativas a diversas áreas do desenvolvimento tecnológico. Logo, a experimentação torna-se fundamental no processo de aprendizado da Física. No contexto de ensino-aprendizagem, o emprego de experimentos para o ensino da Física torna-se eficazes, conforme afirma Araújo e Abib (2003):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

As aulas experimentais são avaliadas como instrumentos dinâmicos para o ensino da Física desde a contextualização, onde permite a verificação de leis e teorias, até experimentos que ressalvam as condições para os alunos refletirem os conceitos, e observarem como ocorrem os fenômenos abordados, tendendo uma reestruturação conceitual (COUTO, 2009).

As aulas experimentais são consideradas como uma das maneiras mais interessantes e motivadoras para o ensino de física, de acordo com Araújo e Abib (2003), destacado por docentes e discentes que minimiza a dificuldade do entendimento dos conceitos da disciplina de física.

[...] uma abordagem dos conceitos científicos a partir da criação de situações capazes de gerar elementos concretos que servirão de base para um diálogo que favoreça a mudança conceitual desejada. Essas mudanças conceituais podem ser alcançadas por alunos submetidos a atividades com enfoque construtivista, realizadas através de experimentos qualitativos baseados em sequências de ensino que envolvem uma problematização inicial, a montagem e execução do experimento, uma organização dos conhecimentos adquiridos e, finalmente, a aplicação destes conhecimentos a outras situações diferentes das que foram propostas inicialmente (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 185).

O experimento de forma isolada não é suficiente para proporcionar o conhecimento científico, e sim, a soma da teoria com a prática. É importante destacar os pontos positivos da realização das aulas práticas, demonstrativas ou experimentais, pois desenvolve a habilidade de reconstruir conhecimento, encarar diferentes desafios de conhecimentos, porque permite o pensar, e refletir, aprende a aprender, estimula a criativamente lógica, raciocínio, argumentação, dedução e indução, teoria e prática. (DEMO 2002, p. 90)

A experimentação considerada como base para criação de novos conhecimentos, relevante para formação de professores e alunos pois, permite o entendimento mais claro e facilitado, sendo evidente a importância e o uso de aulas experimentais em relação ao estudo das ciências naturais. (RIBEIRO JUNIOR; CUNHA; LARANJEIRAS, 2012). É importante destacar, também que, o professor deve deixar os objetivos claros que pretende-se alcançar com os experimentos, assim norteando a prática, conforme afirmam Schwahn e Oaigen (2009).

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS EM FÍSICA

A educação é considerada uma ferramenta de transformação na vida das pessoas, de como enxergam o mundo e como viver nele. Sendo que essa mudança depende das condições de oferta e acesso do ensino, podendo ser maior ou menor, pois está sujeito a sociedade e grupo que vivem.

É relevante proporcionar o aumento do conhecimento do homem em relação ao meio em que vivemos como é sugerido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB nº 9394/1996. Oferecer assim, ao discente matriculado seja no ensino fundamental, médio, tecnológico e superior, jovem ou adulto, a oportunidade ao acesso à uma educação de qualidade, significativa e de fundamental importância para a formação do cidadão.

TÍTULO II

Dos Princípios e Fins da Educação Nacional

Art. 2º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

- I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
- II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
- IV - respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- V - coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;
- VI - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;

- VII - valorização do profissional da educação escolar;
- VIII - gestão democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos sistemas de ensino;
- IX - garantia de padrão de qualidade;
- X - valorização da experiência extra-escolar;
- XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais. (LDB - Lei nº 9394/96)

No que diz respeito ao ensino de física, o interesse de entender os fenômenos naturais é um ponto de partida considerável para o estudo dessa área. Sendo assim, o ambiente escolar é considerado um multiplicador de conhecimentos, estimulando aprendizagens significativas, desfazendo paradigmas de que estudar física é difícil e muito abstrata.

O período colonial no território brasileiro iniciou o ensino de física, com a colaboração dos jesuítas, tanto em nível secundário quanto superior. No império a disciplina de física era estudada no quinto ano do ensino secundário, sendo que somente 20% das horas de estudo eram aplicadas para a área de matemática e ciências. Já no período da república, o direito à educação surge pela primeira vez na constituição de 1934. Nessa época ocorreu uma ampliação na carga horária para 27,3% na área de ciências e matemática e depois da revolução de 1930 aconteceu novo aumento para 33,3% da carga horária. Compreende-se que gradualmente foi ocorrendo um reconhecimento da relevância do estudo da física no currículo do ensino secundário (PILETTI, 1989).

Na atualidade, o ensino de física inicia na educação básica no último ano do ensino fundamental II no componente curricular de ciências e segue em todas as séries do ensino médio, e dependendo do curso em nível superior a física também se faz necessária ser estudada como por exemplo graduações em enfermagem, química, matemática, engenharias, em resumo todos da área de ciências exatas e naturais.

No estado de Roraima no currículo do ensino médio, 10% da carga horária é destinada para o ensino de física, onde são abordados como principais conteúdos os assuntos referentes a mecânica, termologia, óptica, ondulatória, eletricidade e física moderna.

Nesse presente trabalho foi afunilado dos conteúdos de física, a terminologia e a partir desse ramo o estudo da termometria.

3.1 TERMOMETRIA NO ENSINO MÉDIO

O homem por meio dos sentidos desenvolve curiosidades e ao mesmo tempo conhecimento com o ambiente que vive. Através do tato é percebida sensações de temperatura, identificada pelos termos de frio, quente, gelado etc. O entendimento do calor por meio de conhecimentos não científicos bem como da temperatura somaram-se por tempos considerados na evolução da humanidade. (Fuchs, 1972)

A irreversibilidade é uma manifestação de qualquer processo físico real (Callen, 1985; Zemansky e Dittman, 1997). Entendemos por irreversibilidade a impossibilidade de execução de um processo físico no sentido inverso ao sentido temporal original. Como exemplo, podemos citar a impossibilidade de transferência de calor de forma espontânea de um corpo frio para um corpo quente. Na natureza podemos citar diversos exemplos processos irreversíveis, que são muito mais comuns do que os processos reversíveis. Estes últimos, são bastante raros e dependem de condições muito singulares para ocorrerem. Contudo, mesmo diante da natureza irreversível da dinâmica de sistemas reais, a termodinâmica clássica ensinada nos cursos de graduação está baseada na hipótese de equilíbrio e reversibilidade destes processos. Desse modo, grandezas como energia interna e entropia podem ser calculadas somente a partir de processos reversíveis de equilíbrio.

Na grande maioria dos casos, devemos impor a condição de reversibilidade por meio de restrições ou idealizações aos processos físicos reais e a validação desses procedimentos pode ser atestada partindo da concordância entre resultados teóricos e experimentais (Callen, 1985; Zemansky e Dittman, 1997). A termodinâmica se fundamenta em leis a partir de resultados experimentais amplamente verificados. Sua teoria sucede de ocorrências experimentais, o que lhe confere solidez enquanto um dos principais pilares da Física.

Um conjunto de quatro leis empíricas, ou seja, impostas pela natureza e descritas experimentalmente compõe as bases da Termodinâmica. A Lei Zero protocola a utilização de termômetros e, portanto, estabelece as regras de medição de temperatura e estabelece suas escalas (Zemansky, 1997; Nussenzveig, 2002). A Primeira Lei da Termodinâmica, em sua forma experimental, pode ser enunciada a seguir:

Enunciado da 1ª Lei da Termodinâmica:

“O trabalho realizado de forma adiabática entre dois estados bem definidos independem do processo (Nussenzveig, 2002)”

Um trabalho adiabático é realizado isoladamente, ou seja, sem que haja qualquer troca de energia com o meio externo. Dessa forma, um trabalho adiabático só pode ser realizado à custa da energia interna (U). Assim, podemos escrever

$$\Delta U = -W_{Ad}, \quad (1)$$

onde W_{Ad} é o trabalho adiabático. O sinal negativo indica que um trabalho positivo, realizado pelo sistema, implica um decréscimo de energia interna. O que implica que, se permitirmos a realização de trabalho (W) em conjunto com o fluxo de energia interna, é possível definir o calor (Q) como a diferença entre o trabalho realizado (ou sofrido) e a variação de energia interna, ou seja,

$$W - W_{Ad} = Q. \quad (2)$$

Combinando as equações (1) e (2), ficamos com

$$\Delta U = Q - W. \quad (3)$$

a formulação geral da Primeira Lei da Termodinâmica. Nos processos cíclico, aqueles em que os estados inicial e final são coincidentes, resulta em

$$\Delta U = 0 \quad (4)$$

que é uma decorrência imediata do enunciado da Primeira Lei. Diz-se, portanto, que a energia interna é uma propriedade termodinâmica independente do caminho.

A Segunda Lei da Termodinâmica, em sua forma experimental, pode ser enunciada de duas maneiras:

Enunciado de Kelvin-Planck:

“É impossível realizar um processo cíclico cujo único efeito seja remover calor de um reservatório térmico e produzir uma quantidade equivalente de trabalho (Nussenzveig 2002)”.

Enunciado de Clausius:

“É impossível realizar um processo cíclico cujo único efeito seja transferir calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente (Nussenzveig 2002, p.4).”

Em síntese, ambos os enunciados tratam de limites impostos aos processos cíclicos, isto é, processos que retornam ao estado inicial do sistema. De fato, o enunciado de Kelvin-Planck afirma que é impossível em um processo cíclico realizar trabalho, utilizando toda a energia extraída de um reservatório térmico, devendo sempre haver uma parcela descartada para um reservatório mais frio. Apesar de independentes, os enunciados são equivalentes.

No Estudo da Termodinâmica, que trata de fenômenos relacionados aos conceitos de temperatura e calor, comparando a natureza da termodinâmica com a da mecânica, percebe-se que as leis da mecânica aplicam-se, a princípio, tanto a corpos macroscópicos quanto a corpos microscópicos, todavia passam por alterações profundas na escala atômica e subatômica. O desenvolvimento da termodinâmica é, continuamente, uma descrição macroscópica do sistema físico, que só é possível ser aplicada a sistemas com um número extremamente grande de partículas. De acordo com a História, as leis da termodinâmica foram obtidas como leis empíricas, de natureza fenomenológica. (NUSSENZVEIG, 2002).

Para Zemanski (1970), a temperatura de um meio é a propriedade que indica se o sistema está em equilíbrio térmico ou não com outros corpos.

Frente o desenvolvimento da Física e da Ciência foi valorizado cada vez mais a utilidade do termômetro muito útil também na área da biologia e química, considerado até nos momentos atuais um instrumento de suma importância no seguimento industrial e no ensino.

3.1.1 Conceitos básicos da termometria

Para Halliday(2016), Temperatura é uma grandeza que relaciona as nossas sensações de calor e frio. Sua medida é feita usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade calculável, que pode variar de forma regular quando a substância tem sua temperatura aumentada ou diminuída.

Há vários tipos, portanto, de reflexões a respeito do termômetro e do seu funcionamento que se revelaram historicamente necessárias para o desenvolvimento desse instrumento. Tais reflexões transcenderam o mero conhecimento intuitivo e exigiram assim uma atitude teorizada aliada a uma postura experimental, cujo início não se deu antes do final do século XVI. A história da termometria é, assim em boa parte, a história da busca de respostas para questões desse tipo. (MEDEIROS, 1999, p.16)

As propriedades de muitos objetos mudam consideravelmente quando são submetidos a uma variação de temperatura. Eis alguns exemplos dessas situações quando a temperatura aumenta: o volume de um líquido aumenta; uma barra de metal fica um pouco maior de seu comprimento; a resistência elétrica de um fio aumenta e uma alteração semelhante (expansão de um gás) acontece com a pressão de um gás confinado. Quaisquer dessas mudanças podem ser usadas como base de um instrumento que nos ajude a compreender o conceito de temperatura. (HALLIDAY, 2016).

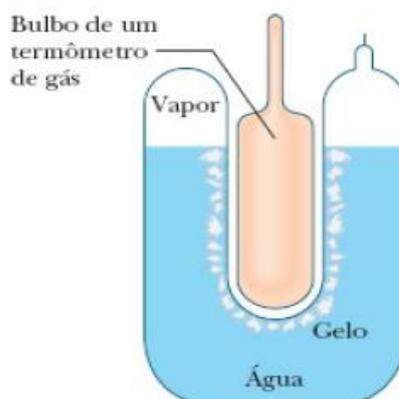
3.1.2 Medidas de temperatura

O problema fundamental é que a temperatura não é uma grandeza como a distância, que se preste a medições diretas. A temperatura só pode ser avaliada admitindo-se a existência de uma dependência matemática, de uma função, para falar em termos mais modernos, entre as mudanças de temperaturas e outras propriedades dos corpos, tais como o volume ou a pressão (MEDEIROS, 1999, p. 08)

No momento em que um termômetro e outro objeto são colocados em contato, ambos atingem, após algum tempo, a mesma temperatura, obtendo-se o equilíbrio térmico do sistema físico. Depois que é atingido o equilíbrio térmico, a temperatura do outro objeto é considerada como a leitura do termômetro, ou seja, por isso o termo equilíbrio térmico, significa que os dois objetos possuem a mesma temperatura. Esse fenômeno é simples de evidenciar, em razão da lei zero da termodinâmica: No caso de corpos A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, no caso, um termômetro, Ambos os corpos, A e B. também estarão em equilíbrio térmico entre si (HALLIDAY, 2016)

Segundo Halliday, 2016, para criar uma escala de temperatura, escolhemos um fenômeno térmico reprodutível e, arbitrariamente, atribuímos a ele uma *temperatura*. Como por exemplo, temos o ponto triplo da água. A água, o gelo e o vapor d'água podem coexistir, em equilíbrio térmico, para apenas um conjunto de valores de pressão e temperatura. A figura 1, mostra a representação de uma célula de ponto triplo na situação de coexistência para os estados físicos água, vapor e gelo do sistema termodinâmico, na qual o ponto triplo da água pode ser obtido em laboratório. Por acordo internacional, foi atribuído ao ponto triplo da água o valor de 273,16 K como a temperatura-padrão para a calibração dos termômetros, ou seja, em que o índice 3 significa "ponto triplo". O acordo também estabelece o valor do kelvin como $1/273,16$ da diferença entre o zero absoluto e a temperatura do ponto triplo da água.

Figura 2 - Célula de ponto triplo



Fonte: HALLIDAY, 2016

3.1.3 Escalas termométricas

A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na Escala Kelvin, cuja unidade é o *kelvin* (K), em homenagem a Lord Kelvin. Embora não é definido um limite superior para a temperatura de um corpo, (considerado em seus constituintes pelo comprimento de onda térmico de Broglie, na oscilação de átomos e moléculas em meios sólido, líquido ou gás), existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura, conforme é mostrado na figura 2. No Brasil adota-se, ou seja, é mais frequente usar a temperatura na Escala Celsius ou Centígrado ($^{\circ}\text{C}$). (HALLIDAY, 2016)

Halliday, Resnick e Krane (2014) assinala as escalas com suas características referentes, destacando que no mundo científico, utiliza-se a escala Kelvin. Na maioria dos países do mundo, a escala mais empregada é a escala Celsius. E nos Estados Unidos, a escala mais utilizada é a Fahrenheit.

Importante apresentar uma síntese em relação as escalas termométricas mais utilizadas hoje em dia.

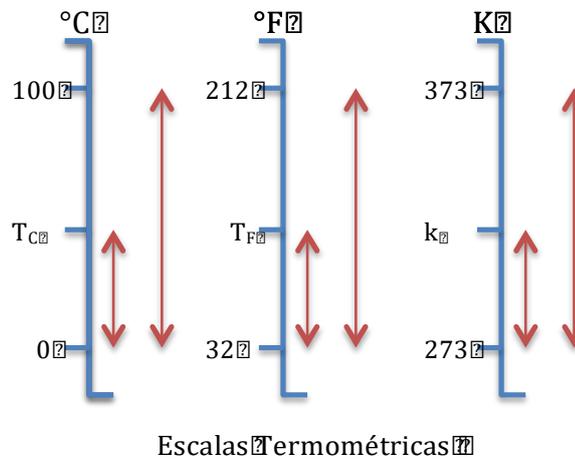
Daniel Fahrenheit (1686 – 1736) realizou muitas marcações e adotou graus para uma substância gélida ou seja água, sal e gelo a ideia era tornar a

mais gelada possível, 96 para o sangue humano, 32 para o gelo e 212 para a água em ebulição, mesmo entendendo o calor como substância, acreditava-se que não havia diferença entre calor e temperatura. Fahrenheit tornou-se referência na área por ter criado um termômetro com muita precisão. Mesmo havendo outros termômetros na época o feito teve destaque por ser de fácil leitura e reprodução, sendo um instrumento possivelmente utilizável em lares e estabelecimentos comerciais. (PIRES et al., 2006)

Anders Celsius (1701 – 1744) sueco, herdou a mesma área do pai e avô, a astronomia e matemática, criou um instrumento que primeiramente utilizou álcool e depois mercúrio e dividiu em 100 partes iguais. Estabeleceu o ponto de fusão do gelo e o ponto de ebulição da água, definindo o ponto 0 como mínimo e o ponto 100 como máximo. (MEDEIROS & MONTEIRO, 2001)

Lord Kelvin – William Thomson (1824 – 1907) Nascido na Irlanda do Norte, físico e matemático, com base nos estudos experimentais chegou à conclusão que a temperatura baixava $1/273,15$ sempre que uma mistura era resfriada em transformação isovolumétrica e assim concluiu que a zero tenderia a pressão se chegasse a $-273,15^{\circ}\text{C}$ a temperatura. Porém não tinha certeza que estado físico ficaria a tal temperatura. Thomson também introduziu o conceito de calor latente, a segunda lei da termodinâmica, sugerindo que as ações térmicas têm equivalente mecânico. (STUDART, 2007).

Figura 3 - Pontos Fixos das Escalas Termométricas



Fonte: Autor

Segundo Pires et al. (2006) a termometria teve o desenvolvimento de forma lenta por dois motivos, o empirismo (conhecimento prático por meio de experiências) no entendimento em relação a temperatura e calor e também pela não comunicação entre os pesquisadores, ocorrendo um egocentrismo científico. O uso do termômetro se tornou indispensáveis na indústria, da ciência e no dia a dia doméstico, o qual foi desenvolvido no decorrer da história, com os mais diversos modelos e utilidades.

3.2 ESTUDO DA DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS

As propriedades de dilatação térmica de alguns materiais podem ter aplicações práticas. Os termômetros baseiam-se no fato de que líquidos como o mercúrio e o álcool se dilatam mais do que os tubos de vidro que os contêm. (HALLIDAY, 2016)

3.2.1 Dilatação do recipiente

Halliday, 2016 afirma que, por diversas vezes, para conseguir separar a tampa metálica de um pote de vidro, basta colocar em um recipiente com água quente. Dessa forma, tanto a tampa metálica quanto o vidro do recipiente dilatam-se quando a água quente fornece calor (energia térmica) às moléculas. Com isso os átomos se afastam mais uns dos outros, atingindo um novo ponto de equilíbrio com as forças elásticas interatômicas que mantêm os átomos unidos em um sólido. Mas, como os átomos do metal se afastam mais uns dos outros que os átomos do vidro, a tampa dilata-se mais do que o pote e, portanto, fica frouxa, e os dois separam-se. A dilatação térmica dos materiais, com o aumento de temperatura, deve ser levada em conta em muitas situações da vida prática.

3.2.2 Dilatação real do líquido

O líquido mais abundante na natureza, a água, tem comportamento bem diferente dos outros líquidos. Acima de 4°C, a água dilata-se quando a temperatura aumenta, como ocorre com os outros líquidos. Mas entre 0 e 4°C, a água tem seu estado físico alterado com efeito contrário ao esperado, e contrai-se quando a temperatura aumenta. Com isso, em torno de 4°C, a massa específica da água passa por um pico acentuado.

Esse comportamento atípico da água é a razão pela qual os lagos congelam de cima para baixo e não o contrário. Quando a água da superfície é resfriada, por exemplo, em torno de 10°C, a água torna-se mais densa, isto é, fica mais pesada do que a água que se encontra no estado físico mais abaixo de temperatura, e afunda. Enquanto que, para as temperaturas abaixo de 4°C, ocorre, um resfriamento suplementar, e faz com que a água que está na superfície fique menos densa, isto é, fica mais leve que a água no estado físico mais abaixo, logo, a água permanece na superfície até solidificar. Então, esta porção de cobertura (lâmina) de água, torna-se gelo, e a água mais abaixo continua no estado líquido.

Se as águas dos lagos congelassem de baixo para cima, o gelo assim formado não derreteria totalmente no verão, pois estaria isolado pela água mais acima. Após alguns períodos de ano, muitos mares e lagos nas zonas temperadas da Terra permaneceriam congelados o ano inteiro, o que tornaria impossível a vida aquática. (HALLIDAY, 2016)

3.2.3 Coeficientes de dilatação volumétrica

Os líquido e gases tendem a reagir de modo diferente aos sólidos, e também, os líquidos e gases distintos entre si. Deste modo, os estudo da dilatação térmica em líquidos é analisado, apenas em relação à dilatação volumétrica, isto é, em três dimensões, com isso, faz-se a preocupação de termos a noção do coeficiente de expansão térmica, mas que o objeto de estudo é o coeficiente de dilatação volumétrica do líquido, de maneira a projetar máquinas e instrumentos capazes de determinar possíveis dilatações oriundas de intensas variações de temperatura, e por conseguinte do volume dos líquidos.

3.2.4 Coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente

Se todas as dimensões de um sólido aumentam com a temperatura, é evidente que o volume do sólido também aumenta. No caso dos líquidos, a dilatação volumétrica é a única que faz sentido. Se a temperatura de um sólido ou de um líquido cujo volume é V aumenta de um valor ΔT , o aumento de volume correspondente será:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad (5)$$

Em que, γ é o **coeficiente de dilatação volumétrica** do sólido ou do líquido e α é o **coeficiente de dilatação linear**. Os coeficientes de dilatação

volumétrica e de dilatação linear de um sólido estão relacionados pela equação:

$$\gamma = 3 \cdot \alpha \quad (6)$$

4 METODOLOGIA

O estudo proposto foi realizado por meio de uma pesquisa participativa com os alunos da 2^o série do Ensino Médio Regular da Escola Estadual Ayrton Sena da Silva com a elaboração de experimentação pertinente aos temas da disciplina de Física, orientada pela Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968). Sendo separadas em duas turmas A e B, com o objetivo de se aplicar diferentes metodologias de ensino.

Para Borba (1999), a pesquisa participativa busca incentivar o desenvolvimento independente das pessoas envolvidos direta ou indiretamente na construção do conhecimento. Bem como, entende-se que a ciência por ser constituída por regras, métodos e técnicas organizadas na racionalidade humana, sendo assim, pode ter influências provocadas pelos interesses, crenças e interpretações humanas, impossibilitando a verdade absoluta na construção do conhecimento.

O estudo bibliográfico referente a temática proveu subsídios imprescindíveis para o desenvolvimento do Projeto de Intervenção com o emprego de estratégias metodológicas importantes para aula experimental no ensino da Física com o intuito da construção e utilização do termômetro de álcool para o ensino de termometria aplicado ao ensino médio.

4.1 PRODUTO EDUCACIONAL

Finkel (2008) acredita que o modelo atual de ensino está direcionado para a aprendizagem de informações específicas em pequeno prazo. Dessa forma, pouco fica dessa aprendizagem após algum tempo. Enfatiza-se que é importante a necessidade de uma formação que possibilite aprendizagens relevantes e de longa duração, que transformem a maneira de ver o mundo, investigando mais minuciosamente e aumentando-a.

Sendo assim, o presente estudo utilizou a UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa na disciplina de Física no que refere o ensino da termometria por meio da fabricação e utilização do termômetro de álcool.

Para tanto foi elaborado um manual de fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria aplicado ao ensino de física, dotado de objetivo, fundamentação teórica, conteúdo programático, metodologia com base na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, materiais necessários, fabricação e utilização do termômetro, textos complementares, apostila de termometria e dilatação, bem como questionário com questões que contemplam conteúdos estudados na teoria e na prática.

A aplicação da proposta ocorreu com os alunos da 2^o série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Ayrton Senna da Silva que localiza-se na cidade de Boa Vista no Estado de Roraima. As primeiras aplicações aconteceram nos meses de abril e maio de 2019 na turma A, composta de 25 alunos, e a segunda aplicação na turma B composta igualmente com 25 alunos nos meses de fevereiro e março de 2020. Na turma A, foi realizado aulas teóricas referente a termometria e dilatação dos líquidos, seguindo da aula prática da fabricação e utilização do termômetro.

Na turma B, foi aplicada a proposta didática com os seguintes incrementos: aulas teóricas, valorizando o conhecimento prévio por meio de questionário investigativo a respeito do tema tratado, constituindo-se como *organizador prévio*, utilizando da teoria de aprendizagem significativa, inclusive com a elaboração do mapa conceitual, seguida de aulas expositivas e dialogadas referentes aos temas de termometria e dilatação dos líquidos, finalizando com a formação dos grupos e solicitação de materiais para a aula prática do próximo encontro, na oportunidade foram formados 5 grupos.

A aula experimental iniciou-se com a organização da turma na própria sala de aula, onde foi solicitado que os grupos organizassem as bancadas com os materiais necessários solicitados anteriormente. Os materiais solicitados foram escolhidos previamente com a finalidade de resultar na montagem de um termômetro que se assemelhe ao seu formato mais comum

encontrado, com o intuito de facilitar a cognição entre forma e conceito estudado em sala de aula, levando em conta materiais instrucionais que facilitem a aprendizagem significativa.

O docente colaborador fez as explicações prévias e demonstrou a fabricação e a utilização do termômetro de álcool.

Em seguida, pediu que os grupos confeccionassem os próprios termômetros, e como forma de auxiliá-los entregou para cada grupo um impresso com informações ilustrativas em relação aos materiais necessário e sobre a montagem, visando minimizar possíveis dificuldades. Bem como a tabela para os registros das aferições.

Conforme os grupos fossem concluindo a fabricação do termômetro o professor acompanhava a verificação do funcionamento e confirmando os valores teóricos com os valores experimentais. E o preenchimento da tabela com os registros das medições de cada leitura no termômetro.

Na aula seguinte fora solicitada que os alunos respondessem o questionário (apêndice D) referente a questões teóricos e práticos e o questionário (apêndice G) referente a percepção do experimento como um todo. Na oportunidade o docente respondeu o questionário (apêndice H) com a percepção que teve da proposta didática.

Para que o projeto de intervenção pudesse ser realizado, foram considerados diversos fatores, tais como: a possibilidade de aplicação na escola, seleção de materiais para experimentação de fácil acesso no que diz respeito a encontrar para adquirir e que fosse de baixo custo, o estudo e prática foram realizados de forma prévia antes da intervenção, com os devidos cuidados para não expor professor e aluno ao risco durante a prática. E no decorrer do procedimento ocorreu explanação de forma direta e clara em relação ao fenômeno estudado.

Importante destacar que a pesquisa-ação é caracterizada como uma pesquisa que busca envolver a teoria à prática. Sendo assim, pode-se afirmar que esse tipo de metodologia é ideal para desenvolver pesquisa em circunstâncias que o objetivo é melhorar a compreensão minimizando o desafio de demonstrar em prática o assunto estudado. Sendo possível o

intercâmbio entre professor e aluno com o intuito de analisar os novos entendimentos sobre o tema estudado no projeto experimental. As propostas interventivas permitem a percepção de conceitos físicos com fenômenos da natureza, desta forma, possibilita a junção entre a teoria e a prática.

4.2 PROPOSTA PEDAGÓGICA

Com embasamento em pesquisas bibliográficas e a construção do referencial teórico para o alcance do objetivo do estudo, elaborou-se a proposta pedagógica para o ensino da termometria por meio da fabricação e utilização do termômetro de álcool, para tanto, além do Manual de fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria aplicado a física no ensino médio, sugere-se o uso da UEPS como estratégia para valorizar os conhecimentos prévios.

4.2.1 Elaboração dos planos de aulas

Como é de conhecimento a importância do plano de aula para o exercício da atividade de ensino com qualidade, fez-se necessário a elaboração do mesmo para a proposta didática apresentada por esse estudo.

Oliveira (2011) apresenta o plano de aula como um ferramenta didático-pedagógico indispensável à execução da atividade docente em sala de aula. Ressalta que é relevante para a organização da atividade docente como forma de otimizar qualidade e tempo dedicado à construção dos conhecimentos no recinto escolar.

Seguem dois planos de aulas, sendo que o Plano de aula A (apêndice B) foi aplicado no período de abril e maio de 2019 na Turma A, após ajustes sugeridos foi feita adequações e elaborado um novo Plano de Aula B (apêndice C) onde o mesmo foi executado no período de fevereiro e março de 2020 na Turma B.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

A avaliação da aplicação da proposta de ensino aconteceu com base nos dados obtidos por meio da tabela de relação termométrica, questionário do aluno – aula experimental, questionário de aprendizagem e questionário do professor. Que permitiu avaliar a proposta didática como viável ou não para o ensino de termometria, bem como a aceitação por parte dos alunos e professor.

5.1 APLICAÇÃO DA UEPS

Primeiro momento – Introdução aos conceitos

No primeiro passo o docente (Professor colaborador) fez uso de uma didática diferente do usual em sala de aula de ser somente expositiva. Antes de trabalhar o tema proposto, solicitou que os alunos respondessem com as próprias palavras os conceitos de temperatura e de calor, como segue na Figura 4.

Figura 4 - Questionário de Termometria

The image shows a questionnaire form titled "QUESTIONÁRIO DE TERMOMETRIA". At the top, there are three logos: SBF (Sociedade Brasileira de Física), UFRR (Universidade Federal de Roraima), and MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). The text on the form identifies the institution as "UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA" and the program as "MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA" at "POLO 38 UFRR - CAMPUS UFRR / PARICARANA".

The questionnaire asks for responses in the student's own words:

Responda com suas palavras:

1. O que é temperatura?

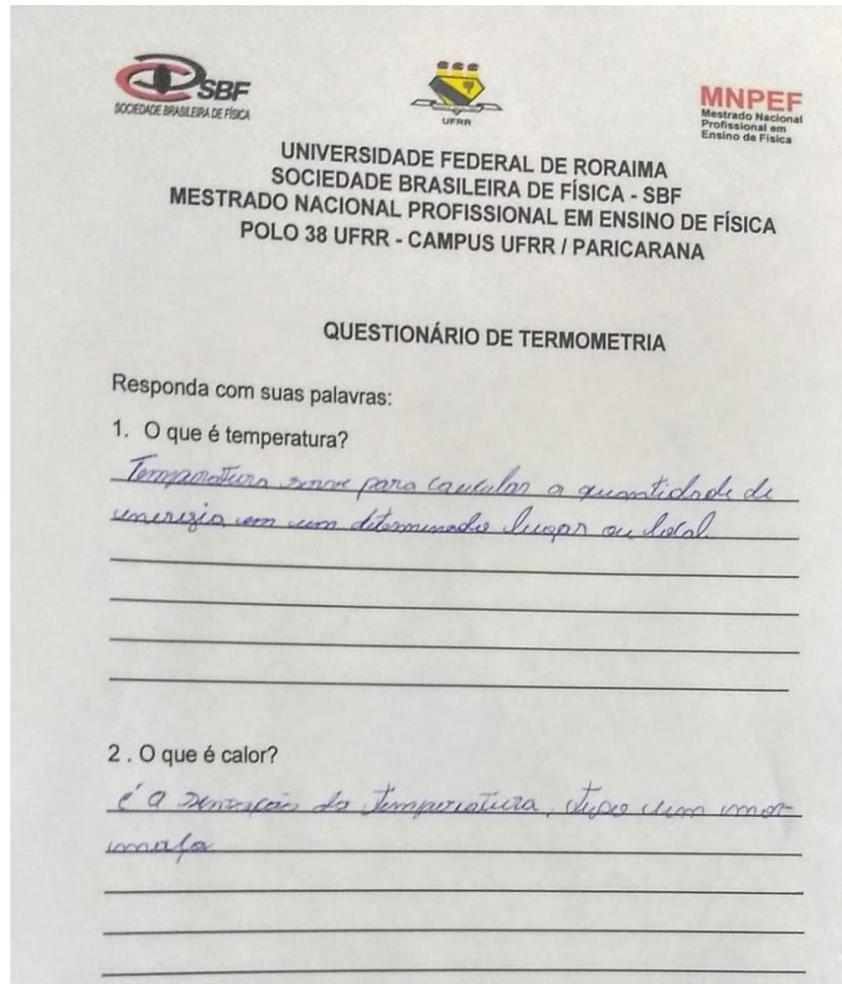
Temperatura serve para calcular a quantidade de energia em um determinado lugar ou local.

2. O que é calor?

é a variação da temperatura, tipos como calorimetria

Fonte: Autor

Figura 5 - Questionário de Termometria



The image shows a questionnaire titled 'QUESTIONÁRIO DE TERMOMETRIA'. At the top, there are logos for SBF (Sociedade Brasileira de Física), UFRR (Universidade Federal de Roraima), and MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). The text in the center identifies the institution as 'UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA' and the program as 'MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA' at 'POLO 38 UFRR - CAMPUS UFRR / PARICARANA'. Below the title, it asks the respondent to answer with their own words. The first question is '1. O que é temperatura?' with a handwritten answer: 'Temperatura serve para calcular a quantidade de energia em um determinado lugar ou local'. The second question is '2. O que é calor?' with a handwritten answer: 'é a variação da temperatura, tipo um aquecimento'.

Fonte: Autor

Frente as respostas dos alunos conforme as figuras 4 e 5, fora notado que os mesmos possuem uma noção própria do senso comum em relação aos conceitos de temperatura como clima, e calor como sinônimo de quente. Demonstrando assim, a necessidade de trabalhar o tema termometria para somar aos conhecimentos prévios dos alunos.

O professor estimulou a participação da turma em expor os conhecimentos prévios acerca da termometria, ao escrever no quadro e solicitar que falassem palavras relacionadas ao tema. Conforme as palavras eram ditas o professor escrevia no quadro, mediando no sentido as que realmente faziam sentido e já esclarecendo dúvidas e diferenças.

Foi perguntando aos alunos como chegaram as palavras destacadas para o tema estudado. Observou que muitos relacionaram termometria a termômetro, temperatura, calor, quente, frio, indústrias, fábricas, usinas, central de ar, geladeira, freezer...

Aproveitar a oportunidade para utilizar mais ainda os conhecimentos prévios dos alunos e dividiu as palavras em dois grandes grupos. Um relacionado ao conceito de termometria e o outro grupo referente a aplicabilidade no dia-a-dia, esclarecendo dúvidas e curiosidades.

Miras (2006) afirma que instigar os alunos a questionar, ao invés apresentar respostas finalizadas que devem ser memorizadas é mais recomendado do que oferecer soluções sem sentido.

Finalizado esse momento com a construção do mapa conceitual em conjunto.

Importante destacar para análise a gênese do conhecimento prévio, cujo esquema é demonstrado na figura 6, é muito cabível mencionar Pereira (2001), apoiado em Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que focaliza a origem das primeiras ideias para a formação conceitual.

Figura 6 – Algumas origens para o surgimento dos conhecimentos prévios



Fonte: (PEREIRA, 2001)

Para esse primeiro momento será necessário uma aula.

Segundo momento – análise dos conhecimentos

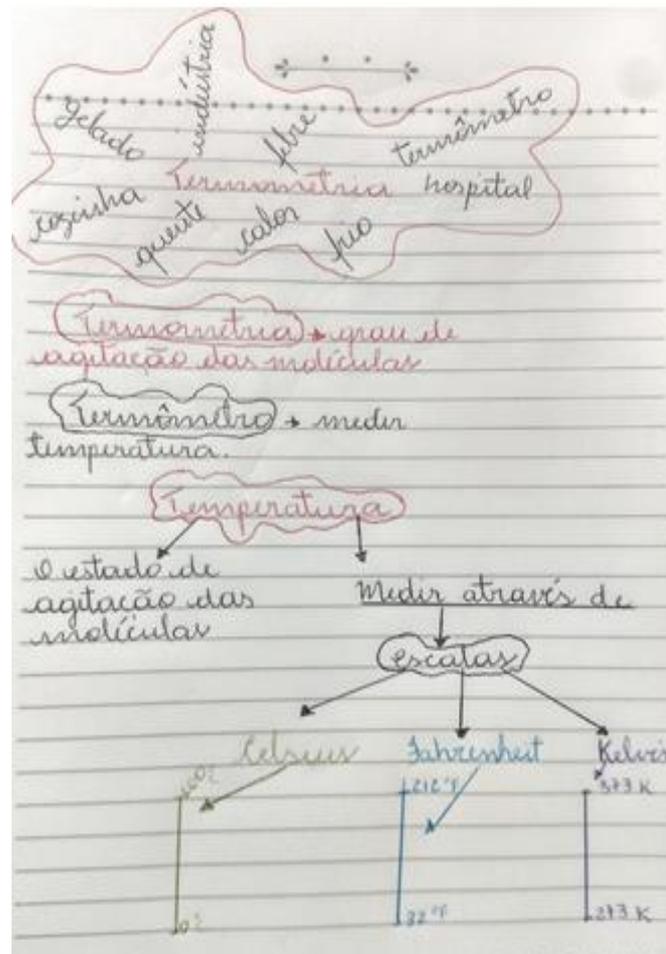
Em seguida continuou o estudo aprofundando os assuntos referentes a termometria, escalas termométricas, dilatação dos líquidos. Para tanto além da explicação por parte do docente se fez uso do recurso áudio visual disponível no site www.fisicainterativa.com pelo Professor Físico Paulo Vicente.

Finalizado esse momento com a construção do mapa conceitual em conjunto.

O mapa conceitual é apenas um meio para se alcançar um fim. Ele pode configurar-se uma estratégia de ensino/aprendizagem ou uma ferramenta avaliativa – entre outras diversas e multifacetadas possibilidades. Todavia, não deve ser compreendido ou efetivado

desligado de uma proposição teórica clara e de metas previamente estabelecidas. Conseqüentemente, à sua adoção e efetivação subjazem perspectivas e opções pessoais relacionadas aos valores, às crenças, às posturas teóricas que conferem sustentação a toda e qualquer prática educativa (ONTORIA, 2005).

Figura 7 - Mapa Conceitual da Termometria



Fonte: Autor

No final da sexta aula foi apresentada a proposta didática para o terceiro momento, onde foram formadas equipes com cinco componentes e solicitado material necessário para o experimento. Com o objetivo de contemplar a abordagem com aula prática.

Para atender a proposta de aulas experimentais para o ensino de física, frente a realidade da maioria das escolas públicas buscou-se selecionar uma experiência viável com materiais de fácil aquisição por serem de custo considerável baixo e fácil de encontrar no comércio local. Em seguida

apresenta-se os materiais necessários para fabricação do termômetro de álcool, bem como a quantidade.

Tabela 2 - Materiais necessários para a fabricação do termômetro de álcool

Quantidade	Material
300mL	Água quente
75mL	Álcool Isopropílico 99,8%
01	Bandeja de isopor
01	Caneta
01	Canudo plástico transparente
01	Cola quente
01	Copo descartável
01ml	Corante vermelho
01	Pincel permanente
01	Recipiente de vidro transparente
01	Régua de 30cm
01	Seringa descartável de 10 mL
01	Tabela de Relação Termométrica (°C x h)
02	Tampas de garrafa pet
01	Termômetro de Mercúrio
01	Tesoura

Fonte: Autor

Moreira (2011a) destaca que o grande propósito desse intercâmbio entre professor, estudante e conteúdo é proporcionar a socialização de significados.

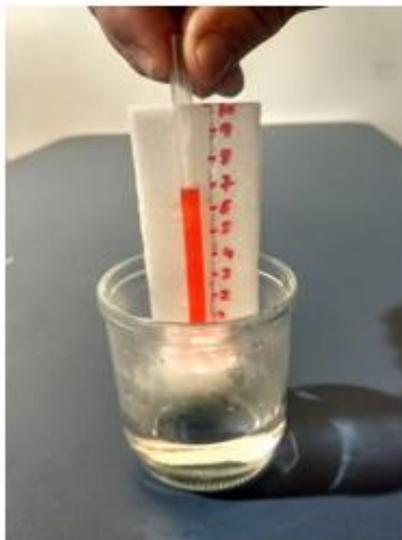
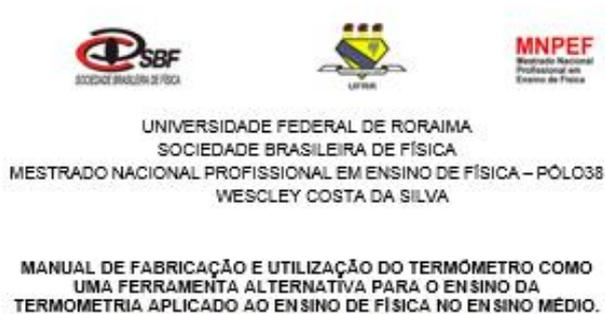
Para atender o segundo momento, foram necessárias seis aulas.

Terceiro momento – Aula experimental

Foi solicitado os grupos que organizassem o espaço para a realização do experimento, onde os mesmos juntaram duas mesas e dispuseram os materiais solicitados previamente. O professor montou uma bancada central para demonstrar como fabricar e utilizar o termômetro de álcool.

No momento da demonstração o professor explicou o passo a passo, fazendo uso do Manual de fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria aplicado ao ensino de Física no Ensino Médio (apêndice I).

Figura 8 - Manual de Fabricação e Utilização do Termômetro



BOA VISTA-RR
202

Fonte: Autor

Em seguida orientou e acompanhou a realização da experiência pelos alunos.

Foi feito um furo central em uma tampa de garrafa pet, sem seguida cole a em outra tampa juntando as extremidades da abertura, lembrando que apenas uma tampa precisa de orifício, pois será o reservatório do álcool.

Em seguida no orifício da tampa foi colocado o canudo e colado;

Figura 9 - Fabricação do termômetro pelos alunos



Fonte: Autor

Realizaram na bandeja de isopor, o recorte em formato de retângulo nas dimensões de 4cm x 10cm. E no retângulo desenharam a escala de 0 a 10cm, demarcando os milímetros e colaram no canudo.

Figura 10 - Fabricação do termômetro pelos alunos



Fonte: Autor

No copo descartável foi feita uma mistura homogênea com 10 ml de álcool e 5 gotas de corante e adicionado no canudo previamente colado na tampa de garrafa pet, até a marca de 4 cm, utilizando seringa.

Figura 11 - Fabricação do termômetro pelos alunos



Fonte: Autor

Em seguida no recipiente de vidro adicionaram água quente e introduziram o termômetro de mercúrio no recipiente, com o objetivo de aferir a temperatura da água. Após a leitura registrada no termômetro de mercúrio transcreveu-se o dado para a tabela de relação termométrica na coluna lida no termômetro de mercúrio, linha T_1 .

Logo após colocaram o termômetro de álcool no recipiente com água quente e fizeram a anotação do deslocamento do álcool no canudo e transcreveram o dado para a tabela de relação termométrica no campo altura da coluna de líquido (h).

Com base no dado registrado na tabela de relação termométrica, realizaram o cálculo para determinar a leitura correspondente na escala Celsius, por meio da função termométrica.

Equação termométrica entre a escala Celsius e a coluna de álcool, utilizada em todos os grupos.

$$\frac{h_{OH}-h_0}{h-h_0} = \frac{T_C-PF}{PE-PF}$$

onde $h_{OH} \rightarrow$ altura da coluna de álcool isopropílico

$h_0 \rightarrow$ altura inicial da coluna de álcool

$h \rightarrow$ altura final da coluna de álcool

$T_C \rightarrow$ temperatura na escala Celsius

$PF \rightarrow$ Ponto de Fusão do gelo

$PE \rightarrow$ Ponto de Ebulição da água

$$\frac{h_{OH} - 4}{8 - 4} = \frac{T_C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{h_{OH} - 4}{4} = \frac{T_C}{100}$$

$$h_{OH} - 4 = \frac{T_C}{25}$$

$$\boxed{25(h_{OH} - 4) = T_C}$$

Após a elaboração da equação de conversão entre a escala Celsius e a coluna de álcool h, os alunos realizaram as medidas das colunas e anotaram na tabela conforme a Figura 11.

Figura 12 - Registros da relação termométrica



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_C = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
$h_1: 5\text{cm}$	$T_1 = 25(5-4) = 25$	$T_1: 25^\circ\text{C}$	$T_1: 26^\circ\text{C}$
$h_2: 6\text{cm}$	$T_2 = 25(6-4) = 50$	$T_2: 50^\circ\text{C}$	$T_2: 50,5^\circ\text{C}$
$h_3: 7\text{cm}$	$T_3 = 25(7-4) = 75$	$T_3: 75^\circ\text{C}$	$T_3: 75,4^\circ\text{C}$

EQUAÇÃO TERMOMÉTRICA ENTRE A ESCALA CELSIUS E A COLUNA DE ÁLCOOL

$$\frac{h_{OH} - h_0}{h - h_0} = \frac{T_C - PF}{PE - PF}$$

Onde

- h_{OH} → altura da coluna de álcool isopropílico
- h_0 → altura inicial da coluna de álcool
- h → altura final da coluna de álcool
- PF → Ponto de Fusão do gelo
- PE → Ponto de Ebulição da água

$$\frac{h_{OH} - 4}{8 - 4} = \frac{T_C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{h_{OH} - 4}{4} = \frac{T_C}{100}$$

$$h_{OH} - 4 = \frac{T_C}{25}$$

$$\boxed{25(h_{OH} - 4) = T_C}$$

Fonte: Autor

No terceiro momento foram utilizadas duas aulas.

Quarto momento – Avaliação

A avaliação da UEPS aconteceu de maneira somatória e diversificada. Somando-se as notas da participação da construção do mapa conceitual realizado em conjunto com a turma, participação da aula experimental: fabricação e utilização do termômetro de álcool em equipe e a resolução do questionário experimental (apêndice G) em grupo e do questionário do aluno (apêndice D) de forma individual. Sendo que todas as avaliações tiveram valor máximo de 2,5 pontos.

Estava prevista para os alunos que não atingiram a nota mínima, oportunizar-se a elaboração do mapa conceitual proposto no início da UEPS, como forma de recuperação contínua. Pois, após as aulas teóricas e práticas o aluno possuía maior concentração de informações e conhecimentos significativos referentes ao tema, possibilitando assim a elaboração do mapa conceitual de forma mais completa. Todos os alunos tiveram resultados positivos não havendo necessidade de atividade de recuperação.

O tempo necessário empregado para o quarto momento foram de duas aulas.

5.2 ANÁLISE DAS TABELAS DE RELAÇÕES TERMOMÉTRICAS

Como definido na proposta de ensino, na aula experimental foi necessário o uso da tabela de relação termométrica para fazer anotações da leitura da temperatura primeiramente do termômetro de mercúrio, em seguida do termômetro de álcool, para que fosse possível após o experimento validar o mesmo. Na mesma tabela com base nos dados registrados em relação a leitura da dilatação que ocorreu no termômetro de álcool foi possível fazer a relação termométrica com a escala Celsius. Sendo realizado por 5 grupos. Conforme os resultados apresentados na figura 12.

Figura 13- Tabela termométrica (Grupo 1)

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_c = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
$h_1: 5\text{cm}$	$T_{c_1} = 25 \times (5 - 4)$	$T_1: 25\text{ }^\circ\text{C}$	$T_1: 25,2\text{ }^\circ\text{C}$
$h_2: 6\text{cm}$	$T_{c_2} = 25 \times (6 - 4)$	$T_2: 50\text{ }^\circ\text{C}$	$T_2: 50,4\text{ }^\circ\text{C}$
$h_3: 7\text{cm}$	$T_{c_3} = 25 \times (7 - 4)$	$T_3: 75\text{ }^\circ\text{C}$	$T_3: 75,5\text{ }^\circ\text{C}$

Fonte: Autor

A tabela termométrica apresentada na figura 13, preenchida pelo grupo 1 demonstra que foram aferidas três vezes a temperatura, tanto pelo termômetro de mercúrio quanto com o termômetro de álcool, e com base ao resultado da função termométrica utilizada o resultado demonstrou erro percentual na Sendo na primeira leitura da temperatura aferida pelo termômetro de mercúrio T_1 e h_1 altura da coluna de líquido apresentou um erro de 0,8%. Na segunda aferição houve novamente o erro de 0,8%. Já na terceira leitura da temperatura o erro foi de 0,66%.

Figura 14- Tabela termométrica (Grupo 2)

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_c = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
$h_1: 5\text{cm}$	$T_{c_1} = 25(5-4)$	$T_1: 25\text{ }^\circ\text{C}$	$T_1: 25,5\text{ }^\circ\text{C}$
$h_2: 6\text{cm}$	$T_{c_2} = 25(6-4)$	$T_2: 50\text{ }^\circ\text{C}$	$T_2: 50,4\text{ }^\circ\text{C}$
$h_3: 7\text{cm}$	$T_{c_3} = 25(7-4)$	$T_3: 75\text{ }^\circ\text{C}$	$T_3: 75,5\text{ }^\circ\text{C}$

Fonte: Autor

A tabela termométrica apresentada na figura 14 preenchida pelo grupo 2, mostra que foram assinaladas três vezes a temperatura, tanto pelo termômetro de mercúrio quanto com o termômetro de álcool, após o cálculo da função termométrica o resultado apresentou erro percentual entre as temperaturas registradas nos diferentes termômetros. Sendo na primeira leitura da temperatura aferida pelo termômetro de mercúrio T_1 e h_1 altura da coluna de líquido apresentou um erro de Temperatura igual a 2%. Na segunda verificação houve também a variação de temperatura de 0,8%. Já na terceira leitura da temperatura a variação foi de 0,66%.

Figura 15- Tabela termométrica (Grupo 3)

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)			
Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_c = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
$h_1: 5 \text{ cm}$	$T_{c1} = 25 \cdot (5 - 4)$	$T_1: 25^\circ\text{C}$	$T_1: 25,4^\circ\text{C}$
$h_2: 6 \text{ cm}$	$T_{c2} = 25 \cdot (6 - 4)$	$T_2: 50^\circ\text{C}$	$T_2: 50,6^\circ\text{C}$
$h_3: 7 \text{ cm}$	$T_{c3} = 25 \cdot (7 - 4)$	$T_3: 75^\circ\text{C}$	$T_3: 74,9^\circ\text{C}$

Fonte: Autor

A tabela termométrica preenchida pelo grupo 3 demonstra que foram aferidas três vezes a temperatura, tanto pelo termômetro de mercúrio quanto com o termômetro de álcool, e com base ao resultado da função termométrica utilizada o resultado demonstrou erro percentual entre as temperaturas registradas nos diferentes termômetros. Sendo na primeira leitura da temperatura aferida pelo termômetro de mercúrio T_1 e h_1 altura da coluna de líquido apresentou erro de temperatura igual a 1,6%. Na segunda aferição houve novamente erro de temperatura de 1,2%. Já na terceira leitura da temperatura o erro foi de 0,13%. Nesse grupo interessante destacar que apresentou um erro para baixo, isso nos leva a pensar que o grupo não manuseou corretamente o termômetro de mercúrio.

Figura 16 - Tabela termométrica (Grupo 4)

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_c = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
h ₁ : 5 cm	$T_{c1} = 25(5-4)$	T ₁ : 25 °C	T ₁ : 25,2 °C
h ₂ : 6 cm	$T_{c2} = 25(6-4)$	T ₂ : 50 °C	T ₂ : 50,3 °C
h ₃ : 7 cm	$T_{c3} = 25(7-4)$	T ₃ : 75 °C	T ₃ : 75,1 °C

Fonte: Autor

A tabela termométrica apresentada na figura 16, preenchida pelo grupo 4 apresenta que foram aferidas três vezes a temperatura, tanto pelo termômetro de mercúrio quanto com o termômetro de álcool, e com base ao resultado da função termométrica utilizada o resultado revelou erro percentual entre as temperaturas registradas nos diferentes termômetros. Sendo na primeira leitura da temperatura aferida pelo termômetro de mercúrio T₁ e h₁ altura da coluna de líquido apresentou erro de temperatura igual a 0,8%. Na segunda aferição houve novamente a erro de temperatura de 0,6%. Já na terceira leitura da temperatura o erro foi maior de 0,13%

Figura 17 - Tabela termométrica (Grupo 5)

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

Altura da coluna de líquido (h)	Função Termométrica $T_c = 25(h_{OH} - 4)$	Cálculo Correspondente na Escala Celsius	Leitura no Termômetro de Mercúrio
h ₁ : 5 cm	$T_{c1} = 25(5-4)$	T ₁ : 25 °C	T ₁ : 25,6 °C
h ₂ : 6 cm	$T_{c2} = 25(6-4)$	T ₂ : 50 °C	T ₂ : 50,4 °C
h ₃ : 7 cm	$T_{c3} = 25(7-4)$	T ₃ : 75 °C	T ₃ : 75,2 °C

Fonte: Autor

A tabela termométrica apresentada na figura 17, preenchida pelo grupo 5 foram aferidas três vezes a temperatura, também pelo termômetro de mercúrio e o termômetro de álcool, e com base ao resultado da função termométrica utilizada o resultado mostrou erro percentual entre as temperaturas registradas nos termômetros. Sendo na primeira leitura da temperatura aferida pelo termômetro de mercúrio T_1 e h_1 altura da coluna de líquido apresentou erro de 2,4%. Na segunda aferição houve novamente a erro de 0,8%. Já na terceira leitura da temperatura o erro foi maior de 0,26%.

Frente a análise dos resultados das tabelas de relação termométrica preenchidas pelos grupos de alunos percebeu-se que, o erro percentual aferidas nos termômetros de mercúrio em relação a temperatura verificadas no termômetro de álcool apresentaram erros pelo fato de o local onde eram verificadas as temperaturas (o recipiente de vidro transparente) era aberto o que favoreceu diferentes leituras. Além disso, como demonstrou os registros a elevação da temperatura ocorreu devido as diferenças de coeficientes de dilatação volumétrica dos líquidos utilizados, fato esse que não deixa de validar a utilidade do termômetro de álcool fabricado pelos alunos.

5.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DO ALUNO - AULA EXPERIMENTAL

Após a realização do experimento, na aula seguinte foi solicitado que o grupo respondesse o questionário referente a experiência que tiveram com a fabricação do termômetro de álcool, bem como essa atividade para o aprendizado da termometria, que até então foi realizado também previamente com aulas teóricas. O questionário foi elaborado com dez questões fechadas para 5 grupos.

Segue os resultados apresentados pelos grupos de acordo com as questões:

Tabela 3 - Na opinião do grupo, o conteúdo trabalhado de termometria teve linguagem objetiva e fácil de compreender?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Esse resultado que, 100% considerou de linguagem objetiva e de fácil compreensão o conteúdo trabalhado de termometria, referente ao material utilizado na aula teórica pelo professor, onde buscou-se, preparar um material com conteúdo simplificado, porém completo, e textos complementares relacionados a curiosidades acerca do tema.

Tabela 4 - O seu grupo considera positiva a forma que foram conduzidas as aulas até o fechamento com o experimento para o aprendizado?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

O resultado apresentado na tabela 4 demonstra que 100% dos alunos consideraram de forma positiva a maneira que as aulas foram ministradas, inclusive com o experimento. Dessa forma valida o plano de aula que descreve a didática da proposta.

Tabela 5 - A demonstração do experimento realizada pelo professor foi o suficiente para a fabricação do termômetro pelo seu grupo?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Com base na demonstração do professor os alunos afirmaram que na totalidade que não tiveram dificuldades para fabricação do termômetro, isso reflete que o professor fez o repasse do passo a passo de maneira clara e simples, conforme as instruções do manual disponibilizado para o docente e que além disso acredita-se que o experimento pode ser classificado como de baixa complexidade.

Tabela 6 - O tempo utilizado para a realização do experimento foi o suficiente?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Conforme o resultado demonstrado na tabela 6, os alunos não tiveram dificuldades para fabricar o termômetro de álcool e consideraram o tempo destinado pelo professor, no caso de duas aulas o suficiente para além de fabricar, utilizar o termômetro e fazer as devidas aferições.

Tabela 7 - Houve interesse e envolvimento pela atividade experimental por parte do seu grupo?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Não
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

De acordo com o resultado da questão, que trata do interesse por todos pela atividade experimental, demonstra que um grupo relatou que nem todos os componentes estavam dedicados e envolvidos na atividade, fato esse não incomum em trabalhos realizados em grupos.

Tabela 8- O seu grupo teve facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Esse resultado apresentado na tabela 8 reafirma as respostas anteriores que 100% dos alunos afirmaram que a demonstração do docente e o tempo destinado foram suficientes para a fabricação e utilização do termômetro, sendo assim, também 100% dos alunos tiveram facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro de álcool.

Tabela 9 - Seu grupo considera a forma e os materiais utilizados para o ensino de termometria foram eficazes?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Observando o resultado na tabela 9, fica claro que todos os alunos consideram eficaz os materiais utilizados para o ensino de termometria e que foram suficientes para a fabricação e utilização do termômetro, desse modo, 100% dos alunos não tiveram problemas em colocar em prática a fabricação do termômetro de álcool.

Tabela 10 - Seu grupo gostou de participar da aula experimental?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Notando o resultado na tabela 10, temos a clareza que 100% dos alunos ficaram satisfeitos em participar da aula experimental, interessante relacionar com outros resultados dessa mesma pesquisa, como a ausência da dificuldade de realizar o experimento, bem como o interesse pela atividade experimental, que nos faz acreditar que compõem essa satisfação.

Tabela 11 - Geralmente se têm aulas práticas na disciplina de física?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Não
03	Não
04	Sim
05	Não

Fonte: Autor

Como é possível observar na tabela 11 que aulas experimentais no ensino de física não é uma didática frequente, são diversos os fatores que compõem essa realidade, como já apresentados no referencial teórico dessa pesquisa, como por exemplo: ausência de laboratórios, falta de recursos, por vezes o professor não tem formação específica em física, entre outros.

Tabela 12- Seu grupo gostaria que tivesse mais aulas experimentais na disciplina de física?

GRUPO	SIM OU NÃO
01	Sim
02	Sim
03	Sim
04	Sim
05	Sim

Fonte: Autor

Ao notar as respostas ao serem questionados se gostariam que tivesse mais aulas experimentais na disciplina de física, por unanimidade os alunos, gostariam sim, que tivesse mais aulas experimentais na disciplina de física, sendo assim, reafirmam a satisfação por esse tipo de atividade, fato que reforça mais a ideia de trabalhar em sala de aula com práticas que atentem a curiosidade e despertem a criatividade dos discentes.

5.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DO PROFESSOR – AULA EXPERIMENTAL

Neste tópico é apresentado o resultado do questionário aplicado ao professor que fez uso da proposta didática sugerida por esse estudo, após as aulas teóricas e a realização do experimento. O referido questionário foi composto de dez perguntas fechadas e uma aberta, todas em relação a experiência de fabricar e utilizar o termômetro de álcool para o ensino de termometria.

Na primeira questão pediu a opinião em relação ao material didático repassado, se apresentava linguagem objetiva e de fácil compreensão, o professor afirmou que sim. Junto ao manual do produto foi disponibilizado apostila e textos complementares para serem usados nas aulas teóricas. O qual foi avaliado como satisfatório pelo docente.

Na segunda questão perguntou-se se o material possuía elementos e informações suficientes para realização do experimento, o docente respondeu de forma positiva, o que nos faz pensar que em relação a conteúdo a proposta foi validada, pois buscou-se elaborar em sequência lógica e com imagens ilustrativas do passo a passo.

Na terceira questão o docente afirmou que as imagens ajudaram no esclarecimento da montagem e realização do experimento, esse era um desafio ao elaborar o manual, de deixar o mais didático possível, para que o professor não tivesse dificuldades de realizar a fabricação e uso do termômetro de álcool. Por esse motivo além de textos explicativos se fez uso de imagens desde os materiais necessários até a aferições das temperaturas.

Na quarta questão que pergunta se o tempo destinado para a realização do experimento foi o suficiente, o docente afirma que sim, importante destacar que na ocasião foram utilizadas duas aulas de 60 minutos cada, onde o professor fez a demonstração da fabricação e utilização do termômetro e em seguida os alunos tiveram a oportunidade de realizar o experimento em grupos.

Na quinta questão o docente afirma que percebeu envolvimento e interesse dos alunos pela atividade experimental. É característico de aulas práticas despertar a curiosidade e criatividade dos alunos, essas características nem sempre são atingidos com aulas teóricas, interessante destacar que na rotina de aulas de física, os experimentos não acontece de forma frequente e nem todos os professores fazer uso dessa ferramenta de aprendizagem, então o novo desperta o interesse.

Na sexta questão foi perguntado se os alunos tiveram facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro, o professor afirmou que sim, acredita se pelo fato do experimento ser considerado de baixa complexidade, o professor

não ter apresentado dificuldade em demonstrar a experiência resultou na facilidade dos alunos em fazer.

Na sétima questão o professor afirmou que o plano de aula foi eficaz. Junto com o manual também foi disponibilizado o plano de aula que contemplava os objetivos, estratégias de ensino, conteúdos, descrição da atividade, cronograma, recursos didáticos e referências bibliográficas.

Na oitava questão o professor afirmou que os alunos gostaram da aula experimental, sendo assim, reafirma o que já tinha exposto que os alunos apresentaram interesse e não tiveram dificuldade e realizar o experimento.

Na nona questão o professor afirma que não é sempre que faz aulas práticas. Sendo essa uma realidade de muitos docentes os motivos podem ser diversos, como falta de recursos, espaço adequado.

Na décima questão, foi perguntado se o professor utilizaria essa proposta de ensino em outras oportunidades para trabalhar o tema termometria, resposta afirmativa.

Na décima primeira questão foi disponibilizado espaço para o docente fazer observações que o questionário não contemplou. O professor aproveitou a oportunidade para expressar que gostou de participar da experiência e foi muito bom ver a empolgação dos alunos, gostou que o experimento necessita de materiais não caros e fácil de conseguir. E que tem certeza que ajudou os alunos a compreender o assunto.

5.5 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE APRENDIZAGEM

Além do questionário que os alunos em grupo expressaram sobre a experiência de participar da aula prática, também foi aplicado de forma individual questionário afim de avaliar a aprendizagem em relação ao conteúdo de termometria por meio de questões objetivas principalmente nos conceitos científicos e senso comum de temperatura e calor, sendo no total 25 questionários. Segue os resultados na seguinte sequência: questão, gráfico com resultado e em resultados com gabarito e análise.

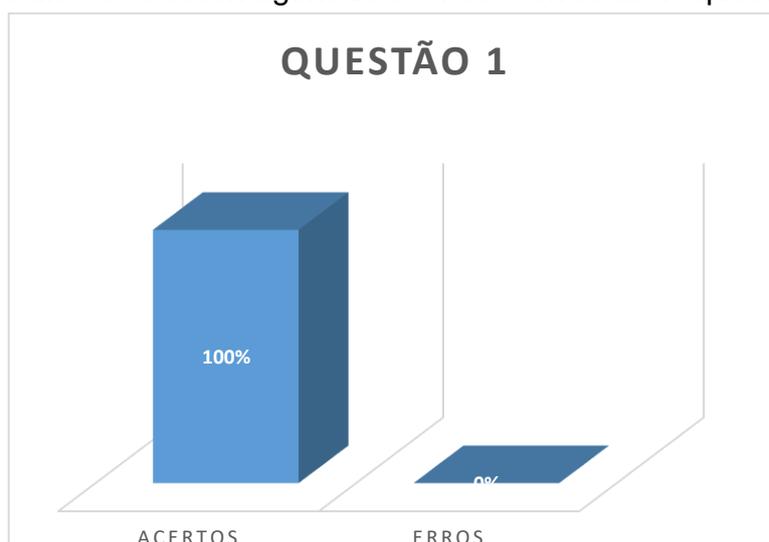
1. (FATEC/SP) Lord Kelvin (título de nobreza dado ao célebre físico William Thompson, 1824-1907) estabeleceu uma associação entre a energia de agitação das moléculas de um sistema e a sua temperatura. Deduziu que a uma temperatura de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, também chamada de zero absoluto, a agitação térmica das moléculas deveria cessar.

Considere um recipiente com gás, fechado e de variação de volume desprezível nas condições do problema e, por comodidade, que o zero absoluto corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

É correto afirmar:

- a) O estado de agitação é o mesmo para as temperaturas de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 100 K .
- b) À temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o estado de agitação das moléculas é o mesmo que a 273 K .
- c) As moléculas estão mais agitadas a $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ do que a $-127\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) A $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ as moléculas estão menos agitadas que a 241 K .
- e) A 273 K as moléculas estão mais agitadas que a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gráfico 1 - Porcentagem de acertos e erros da 1ª questão



Fonte: Autor

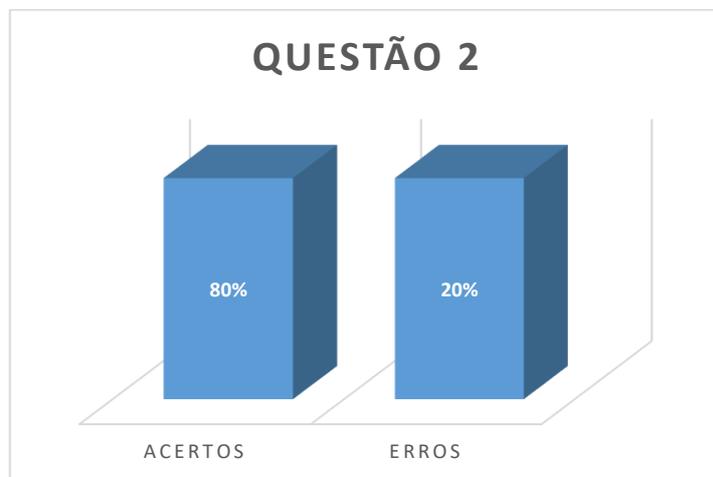
A questão contextualiza sobre Lord Kelvin, o qual deu origem a escala Kelvin, sendo essa a unidade oficial de medida de temperatura no sistema internacional, também conhecida de escala absoluta ou zero absoluto, por não haver movimento molecular. Segue com o questionamento que ao considerar um recipiente com gás, fechado e de variação de volume desprezível nas condições do problema e, por comodidade, que o zero absoluto corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sendo a alternativa correta a apresentada na letra **b** onde à temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o estado de agitação das moléculas é o mesmo que a 273 K . Os alunos apresentaram 100% de acertos, evidenciando assim que os mesmos compreenderam a escala Kelvin como o zero absoluto.

2. (ACAFE SC/JANEIRO) Nos noticiários, grande parte dos apresentadores da previsão do tempo expressam, erroneamente, a unidade de temperatura em graus centígrados.

A maneira de expressar corretamente essa unidade é:

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

Gráfico 2 - Porcentagem de acertos e erros da 2ª questão



Fonte: Autor

Observando o resultado, constatou-se que a maioria dos alunos tiveram êxito em suas respostas, sendo que 80% acertaram e 20% erraram. A questão trata-se de conceito da escala Celsius, pois sua variação vai de 0°C a 100°C, ou seja sua variação de temperatura é 100°C. Pois existem outras escalas termométricas em graus centígrados, logo a alternativa correta é a letra **d**.

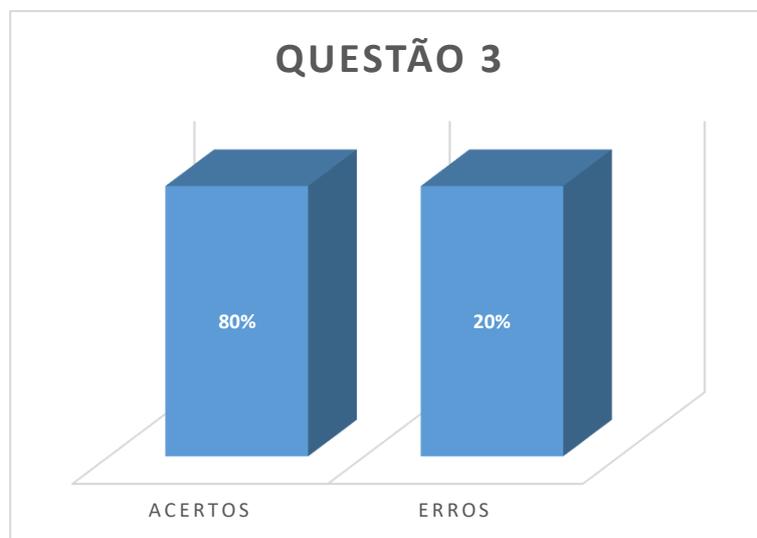
3. (ENEM/2010 – CN) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.

- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água em seu interior com menor temperatura do que a dele.

Gráfico 3 - Porcentagem de acertos e erros da 3ª questão

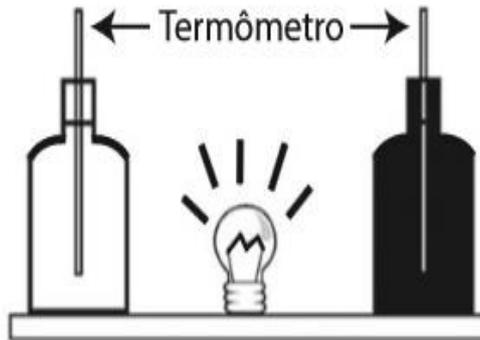


Fonte: Autor

Na questão, trata dos termos calor e temperatura e como são usados esses conceitos tanto de forma científica como não, e que acontece de situações não ser possível explicar na prática, como na alternativa **a**, onde afirma que a temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo. A maioria dos alunos foram bem sucedidos Sendo 70% acertaram e 20% erraram a alternativa correta. Isso demonstra que alguns alunos ainda tem dificuldade os conceitos de temperatura e calor

4. (ENEM/2013 – CN) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada

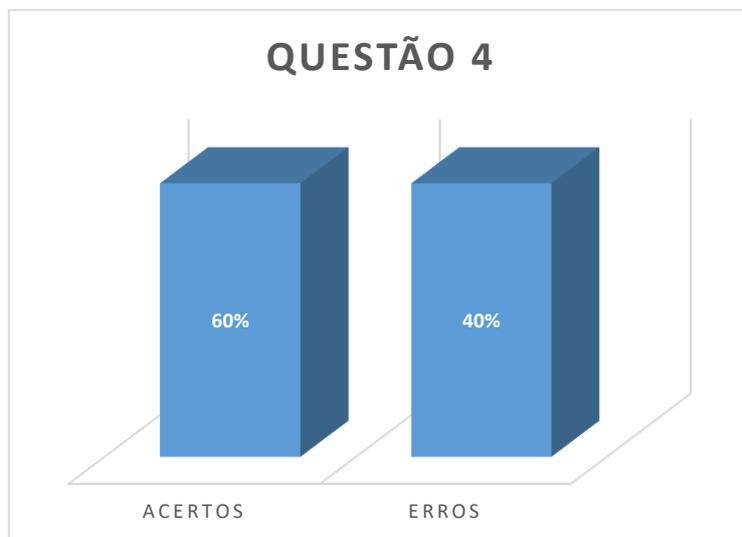
foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



Esquema que representa duas garrafas sendo aquecidas por uma lâmpada incandescente. A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) Igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) Maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) Menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) Maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) Maior no aquecimento e maior no resfriamento.

Gráfico 4 - Porcentagem de acertos e erros da 4ª questão



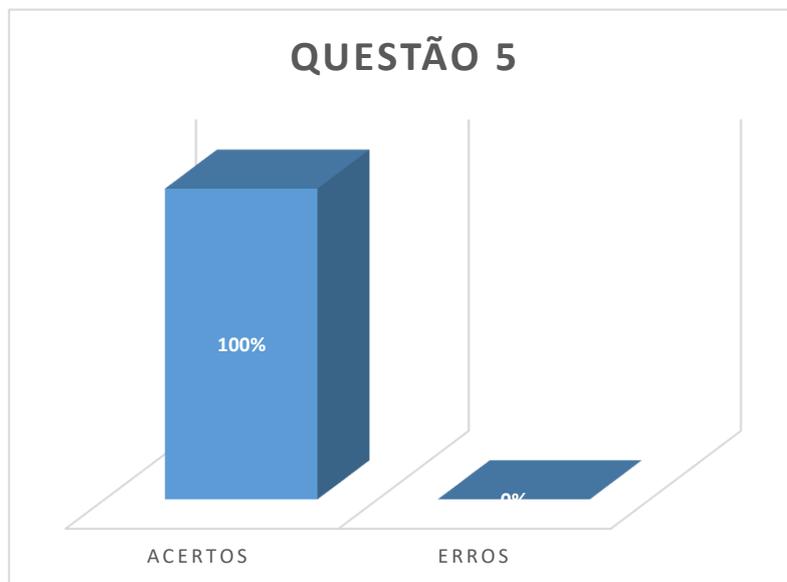
Fonte: Autor

A questão apresenta um experimento realizado utilizando duas garrafas pet, uma pintada de branco e outra de preto, onde solicita a análise da garrafa preta após a lâmpada incandescente ser desligada, a qual fazia parte da experiência. A resposta correta é a alternativa **e**, pois, afirma que maior no aquecimento e maior no resfriamento. Fazendo a análise das respostas dos alunos, notou-se que 60% dos alunos acertaram e 40% erraram a questão, mais da metade marcaram a opção correta, ou seja, a maioria dos alunos entendem que o corpo negro absorve mais facilmente energia, assim como mais facilmente libera energia térmica.

5. (Unifor CE/Janeiro/Conhecimentos Gerais) O conceito de temperatura está diretamente ligado a uma de nossas percepções sensoriais. Tal sentido é:

- a) Tato
- b) Visão
- c) Gustação
- d) Olfacção
- e) Audição

Gráfico 5 - Porcentagem de acertos e erros da 5ª questão



Fonte: Autor

Na questão 5, afirma que a temperatura está diretamente ligado a uma de nossas percepções sensoriais e qual seria o sentido. 100% dos alunos acertaram, pois compreendem que a percepção de todos em relação a temperatura, está ligada ao ato de tocar e sentir, ou seja, o tato, logo a alternativa correta é a letra **a**.

6. (FGV SP) Em relação à termometria, é certo dizer que:

- a)** -273 K representa a menor temperatura possível de ser atingida por qualquer substância.
- b)** a quantidade de calor de uma substância equivale à sua temperatura.
- c)** em uma porta de madeira, a maçaneta metálica está sempre mais fria que a porta.
- d)** a escala Kelvin é conhecida como absoluta porque só admite valores positivos.
- e)** o estado físico de uma substância depende exclusivamente da temperatura em que ela se encontra.

Gráfico 6 - Porcentagem de acertos e erros da 6ª questão



Fonte: Autor

Já nessa questão novamente foi unânime a indicação da resposta, em que todos foram felizes com alternativa escolhida. A questão fala sobre a escala absoluta ou zero absoluto, a escala KELVIN, tem por características assumir somente valores positivos, logo a alternativa correta é a letra **d**.

7. (UFLavras/01) Alguns corpos apresentam características físicas que variam com a temperatura, as quais são chamadas de propriedades termométricas. Os termômetros se utilizam dessas propriedades para medir temperatura.

Analise as proposições I, II e III abaixo.

I. A pressão de um gás a volume constante é considerada uma propriedade termométrica.

II. A resistência elétrica é considerada uma propriedade termométrica.

III. A massa de um corpo é considerada uma propriedade termométrica.

a) Apenas a proposição I está correta.

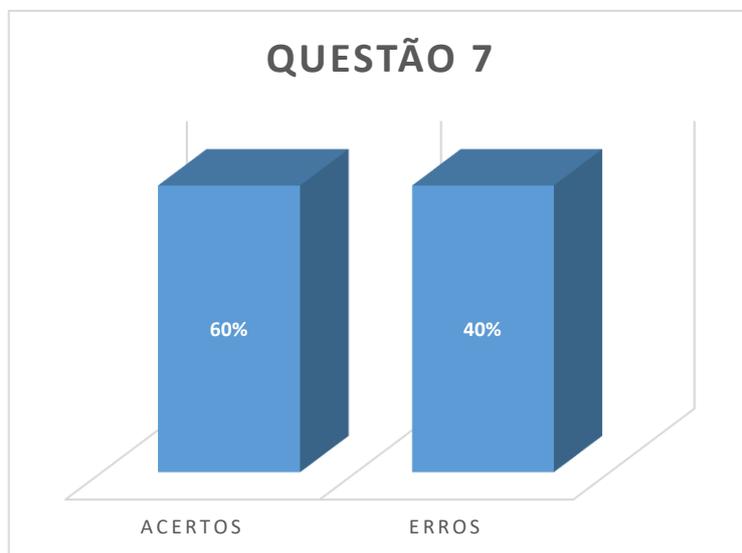
b) As proposições I, II e III estão corretas.

c) Apenas as proposições I e II estão corretas.

d) Apenas a proposição II está correta.

e) Apenas a proposição III está correta.

Gráfico 7 - Porcentagem de acertos e erros da 7ª questão



Fonte: Autor

A questão trata de alguns conceitos sobre termometria, a qual seria julgado as afirmativas, no item I, fala sobre a pressão de um gás a volume constante, no Item II, fala sobre a resistência elétrica e no Item III, fala sobre massa de um corpo, definindo que as três grandezas, seriam consideradas cada uma propriedades termométricas. Apenas 60% dos alunos acertaram a questão e 40% erraram. A alternativa correta é a letra **c**, ou seja as afirmativas I e II.

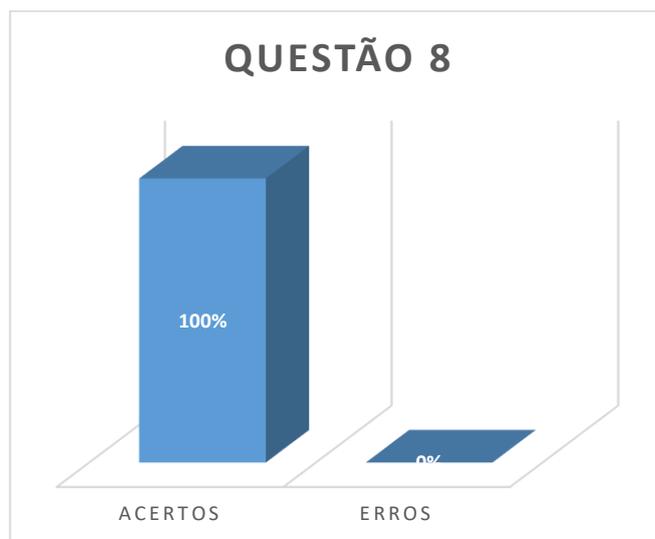
8. (Vunesp SP) Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes de fazer a sua leitura. Esse intervalo de tempo é necessário.

- a) para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o corpo do paciente.
- b) para que o mercúrio, que é muito pesado, possa subir pelo tubo capilar.
- c) para que o mercúrio passe pelo estrangulamento do tubo capilar.

d) devido à diferença entre os valores do calor específico do mercúrio e do corpo humano.

e) porque o coeficiente de dilatação do vidro é diferente do coeficiente de dilatação do mercúrio.

Gráfico 8 - Porcentagem de acertos e erros da 8ª questão



Fonte: Autor

Nessa questão, todos os alunos marcaram a alternativa correta, pois observa-se a percepção de todos em relação o manuseio do termômetro, e o conceito de equilíbrio térmico, que o objeto de análise da questão, pois para a enfermeira utilizar o termômetro e registrar a leitura correta, o mesmo deve atingir a mesma temperatura do paciente, logo a alternativa correta é a letra **a**.

De maneira geral pode-se afirmar que por meio do questionário de avaliação da aprendizagem os alunos não tiveram grandes dificuldade em responder, e que a maioria das questões foram respondidas de maneira correta, importante destacar que no momento da elaboração do questionário foi pensado também com base na teoria de aprendizagem, valorizando os conhecimentos prévios, tanto que a maioria das questões acertadas tinham essa característica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho desenvolveu uma estratégia de ensino que possibilitou a atividade experimental de maneira inovadora e acessível com a intensão de: auxiliar e motivar os docentes à realização de atividades experimentais junto aos alunos com materiais de fácil aquisição, seja pelo acesso em encontrar e baixo custo. Bem como a efetivação de aulas práticas estimulando a aprendizagem de conceitos, definições e aplicabilidades da Física.

A atividade experimental demonstrou ser uma excelente ferramenta didática tendo em vista a baixa compreensão e absorção dos conteúdos apresentados em sala de aula, onde, por meio da proposta apresentada de montagem experimental, desde a aquisição de materiais até a montagem final, proporcionou estímulo e empolgação às equipes de trabalho, melhorando assim, a prática coletiva e o espírito de colaboração mútua e trabalho em equipe para a obtenção dos resultados, somando-se a fixação do conteúdo teórico apresentado.

A escolha adequada de materiais para a montagem experimental deve ser levado em conta, visando não somente o custo e facilidade de obtenção, mas sobretudo que, possa se consolidar como cognição referencial de ancoragem facilitando o aprender fazendo.

O embasamento teórico com base na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, e termometria favoreceu desenvolver uma aula experimental que propiciou a participação dos alunos e docente de forma entusiasmada para o ensinar e aprender. Como proposto na metodologia, foi possível realizar a aula experimental permitindo os alunos vivenciarem na prática o conteúdo estudado previamente, unindo conhecimento prévio e conhecimento científico.

Os objetivos propostos foram alcançados também no que diz respeito a promover uma proposta de ensino da física que possibilite uma alternativa aos docentes de desenvolver nos alunos uma visão mais participativa do fazer científico.

Também é importante destacar que houve aprovação tanto por parte do professor quanto dos alunos em relação a proposta didática, pois os resultados dos questionários apresentaram, satisfação, entusiasmo, aprovação do material utilizado para o repasse de conteúdo, facilidade em desenvolver o experimento e que almejavam mais experiências equivalentes para tópicos posteriores.

Acredita-se que esse trabalho possa ampliar e inspirar os professores de física, além de incentivar a fazerem uso de aulas experimentais como estratégia no processo ensino-aprendizagem, pois tais atividades práticas não só são fundamentais para o processo de ensino, como também, despertam o interesse dos alunos pelo conhecimento científico e são almejadas pelos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, José André Perez, Bastos, Fábio da Purificação de, & Mion, Rejane Aurora. (2001). **Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade**. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 183-197. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200004>>. Acesso 23 set. 2019.

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. **Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968.

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1.^a Edição. PARALELO EDITORA, LDA. Lisboa, Janeiro de 2003.

BATISTA, Michel Corci., FUSINATO, Polônia Altoé., BLINI, Ricardo Brugnole. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física**. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, 2009.

BORDA, O.F. **Aspectos teóricos da pesquisa participante**. In: BRANDÃO, C.R. *Pesquisa Participante*. São Paulo: Brasiliense, 1999. 211p.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999. p, 27 e p, 47, 49.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 1996.

BRUM, Wanderley Pivatto. SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. **A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma investigação durante a apresentação do tema probabilidade**. Aprendizagem significativa em revista / meaningful learning review – v5(1), pp. 15-32, 2015.

CALLEN, H.B., **Thermodynamics and Introduction to Thermostatistics** (John Wiley, New York, 1985), 2º ed.

Coll, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**, São Paulo: Editora Ática. 2001.

COUTO, Francisco Pazzini. **Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem**. 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/FAEC83WRY2>>. Acesso em: 02 mar. 2019.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. São Paulo: Autores Associados, 2002.

E BIOGRAFIA. **Daniel Gabriel Fahrenheit**. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/daniel_fahrenheit/> Acesso em 2 de fevereiro de 2020.

FAZENDA, Ivani C. A. *et al* (Org.). **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento**. 4. ed. Campinas - Sp: Papirus, 2002. 159 p. (Coleção Práxis).

FINKEL, D. **Dar clase de boca cerrada**. Valencia: Publicaciones de la Universitat València. Tradução para o espanhol do original Teaching with your mouth shut. 2008.

FUCHS, Walter.R, **Física Moderna**(Polígono, São Paulo, 1972).

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física**. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 1

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Vol 2,10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2016.

HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e**

pedagógicos. Educar em Revista, n. 44, p. 75-92, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010440602012000200006. Acesso em: 15 fev 2020.

HODSON, D. **Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.

HÜLSENDEGE, M. J. V. C. A História da Ciência no Ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 9, Nº 2. 2007.

JERÔNIMO, Carlos Enrique de Medeiros; FERNANDES, Hermano Gomes, BALBINO, Caio Pio. **Coefficiente de dilatação volumétrica determinados pela curva de destilação ASTM em frações de petróleo.** v. 8, n. 9 (2012): September/Setembro 2012> acesso em out.. 2019.

JOSEPH, d. Novak; ALBERTO j. Cañas. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los.** Práxis educativa, ponta grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em:<<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>>. Acesso em 23 de abril de 2020.

KETELE, J.; ROEGIERS, X. **Méthodologie du recueil d'informations: fondements de méthodes d'observations de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents.** 2. ed. Bruxelles:De Boeck Université, 1993. p. 99.

KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares.** Mestrado em Educação.UEPG, 1999. (Dissertação).

MARTINS, R. A. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Filosofia e História das Ciências em Revista** (10):39 – 56, 2000.

MASINI, E. A. F.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor Editora. 2008.

MCNIFF, J. (2002) **Action research for professional development** concise advice for new action researchers. Acessível em:<<http://www.jeanmcniff.com/booklet1.html>>. Acesso em: out. 2019.

MEDEIROS, A. J. G. **A Termometria: de Galileu a Fahrenheit.** Ed. Liber. Recife/PE. 1999.

MEDEIROS, A. MONTEIRO, Jr, F. N. **A Reconstrução de Experimentos Históricos como ferramenta Heurística no Ensino de Física.** IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 3, 2001, Atibaia. Anais Porto Alegre: ABRAPEC, 2001, 1 cd-rom.

MIRAS, M. **O ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios.** In: COLL, C. O construtivismo em sala de aula. São Paulo: Editora Ática, 2006, p.57-76.

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

NOVAK, D. Joseph. **Aprender a Aprender**. Plátano-Edições Técnicas. Lisboa, 1996.

NOVAK, J. D. **Learning, Creating, and Using Knowledge**. Routledge. Second Edition, 2012.

NOVAK, J. D; CAÑAS, A. J. **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v.5, n.1, p 9-29, jan.-jun. 2010a. Disponível em <http://www.periodicos.uepg.br>. Acesso em 10 de jan de 2020.

NUSSENZVEIG, H. Moysés; **Curso de Física Básica**, Vol. 2, 4 edição, Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2002

ONTORIA, A. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

PARANÁ/SEED/DEB. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica/DCEs – Física**. Curitiba: SEED/DEB, 2008.

PELLIZZARI, Adriana *et al*. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p.37-42, jul. 2002. Anual. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em: 22 abril de 2019 .

PENA, Fábio Luís Alves; FILHO, Aurino Ribeiro. **Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006)**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 9 No 1, 2009*

PEREIRA, M. O conhecimento tácito substantivo histórico dos alunos – no rastro da escravatura. BARCA, Isabel (org.) **Perspectivas em Educação Histórica**. Braga: Universidade do Minho; Centro de Estudos em Educação e Psicologia, p. 45-54, 2001.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PILETTI, Nelson. **História da educação no Brasil**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1989.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. **Dos termoscópios ao termômetro digital: quatro séculos de termometria.** Química Nova. Vol. 29. N 6.1393 – 1400, 2006.

OLIVEIRA, M.C. **Plano de aula: ferramenta pedagógica da prática docente.** In.: Pergaminho. Patos de Minas: UNIPAM, (2): 121-129, nov. 2011. Disponível em <http://pergaminho.unipam.edu.br/documents/43440/43863/plano_de_aula_ferramenta_pedagogica.pdf> Acesso em 04 abril. 2020.

RIBEIRO JUNIOR, Luiz A.; CUNHA, Marcelo F.; LARANJEIRAS, Cássio C. **Simulação de experimentos históricos no ensino de Física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.** Revista Brasileira Ensino Física, v. 34, n. 4, p. 1-10, 2012. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a23v34n4.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

ROGERS, Carl R. **Tornar-se pessoa.** 5. Ed São Paulo: Martins, 2001.

SCHWAHN, Maria Cristina Aguirre; OAIGEN, Edson Roberto. **Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciandos.** VII ENPEC, 2009. Disponível em:< <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viipec/pdfs/933.pdf>>. Acesso em 02 mar. 2019.

SERÉ, M. G. et al. **O papel da experimentação no Ensino da Física. Caderno Brasileiro Ensino da Física,** v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em:< <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046> >. Acesso em: 15 jan. 2019.

SOLÉ, I. **Estratégias de leitura.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SOUZA, A.G.; FIGUEIREDO, S.A. **O planejamento no contexto escolar.** Disponível em <<http://www.discursividade.cepad.net.br/EDICOES/04/Arquivos04/05.pdf>> Acesso em 04 abril. 2020

STUDART, Nelson. **Um tributo a William Thomson no centenário de sua morte.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 485-486, (2007)
THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2002, p. 14.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa.** São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set/dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>> Acesso em: out. 2019.

VICENTE. Paulo. **Termologia: Fórmulas de escalas termométricas.** Disponível em: <https://www.fisicainterativa.com/termologia-formulas->

escalas-termometricas/ Acesso em março de 2019.

ZEMANSKY, M.W. e DITTMAN, R.H., Heat and Thermodynamics (McGraw-Hill, New York, 1997), 7 ed.

ZEMANSKY, M.W.-ThePhys.Teach.,8,294(1970).

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE TERMOMETRIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 38 UFRR - CAMPUS UFRR / PARICARANA**

QUESTIONÁRIO DE TERMOMETRIA

Responda com suas palavras:

1. O que é temperatura?

2 . O que é calor?

APÊNDICE B – PLANO DE AULA A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

PLANO DE AULA

ESCOLA ESTADUAL: ARTON SENNA DA SILVA

PROFESSOR: WESCLEY COSTA DA SILVA

DISCIPLINA: FÍSICA

TURMA A: 2º ANO

QUANTIDADE DE ALUNOS: 25

CARGA HORÁRIA: 06 HORAS AULA

TÍTULO DA AULA: ESTUDO DA TERMOMETRIA

OBJETIVO: Compreender os fundamentos da Termometria e Dilatação volumétrica dos líquidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconhecer e diferenciar o conceito de calor e temperatura;
- Entender o processo de dilatação e contração térmica dos líquidos;
- Identificar situações que se estabelece o equilíbrio térmico;
- Identificar a existência de grandezas termométricas; analisar situações cotidianas e fenômenos naturais em que ocorram processos de propagação de calor (condução, convecção e irradiação);
- Identificar os processos envolvidos em cada uma dessas situações; estabelecer relações entre as escalas termométricas;

- Reconhecer a dilatação dos líquido como um dos principais efeitos das trocas de calor.

Estratégias de ensino: aulas expositivas, leitura de textos, aplicação do experimento.

CONTEÚDOS: Termometria e Dilatação volumétrica dos líquidos.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE: Os conceitos associados aos conteúdos serão ministrados de forma expositiva e prática, através de aulas teóricas, experimental. A aplicação da proposta do produto ocorrerá primeiramente com aulas teóricas para o embasamento para aula prática e no segundo momento a aula prática com a fabricação e utilização do termômetro de álcool.

CRONOGRAMA			
N° DE AULAS	ATIVIDADE	DATA	HORÁRIO
4 aulas	Aula teórica sobre Termometria	24/04/2019 09/05/2019	7h30 – 9h30
02 aulas	Aula Prática	16/05/2019	7h30 – 9h30

RECURSOS DIDÁTICOS roteiro das atividades, quadro branco, pincel, experimento do termômetro de álcool: garapa pet, água, recipiente de vidro transparente, Álcool Isopropílico 99,8%, Canudo plástico, Corante vermelho, Termômetro de Mercúrio, Termômetro de Mercúrio, Régua de 30cm, Tabela de Relação Termométrica ($^{\circ}\text{C} \times \text{h}$), Caneta, Pincel permanente, Bandeja de isopor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS:

Escala de Fahrenheit. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/escala-de-fahrenheit>>. Acesso em 15 de mar 2019.

Gonçalves, L. J. **Termômetro.** 2004. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>> Acesso em 15 de março de 2019.

SILVA. Wesley Costa da. **Proposta didática de aplicação do termômetro.** Dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. UFRR. Boa Vista-RR. 2019.

STUDART. Nelson **Um tributo a William Thomson no centenário de sua morte.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 485-486, (2007). Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000400001>. Acesso em 15 de março de 2019.

APÊNDICE C – PLANO DE AULA B



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

PLANO DE AULA

ESCOLA ESTADUAL: ARTON SENNA DA SILVA

PROFESSOR: WESCLEY COSTA DA SILVA

DISCIPLINA: FÍSICA

TURMA B: 2º ANO

QUANTIDADE DE ALUNOS: 25

CARGA HORÁRIA: 10 HORAS AULA

TÍTULO DA AULA: ESTUDO DA TERMOMETRIA

OBJETIVO: Compreender os fundamentos da Termometria e Dilatação volumétrica dos líquidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconhecer e diferenciar o conceito de calor e temperatura;
- Entender o processo de dilatação e contração térmica dos líquidos;
- Identificar situações que se estabelece o equilíbrio térmico;
- Identificar a existência de grandezas termométricas; analisar situações cotidianas e fenômenos naturais em que ocorram processos de propagação de calor (condução, convecção e irradiação);
- Identificar os processos envolvidos em cada uma dessas situações; estabelecer relações entre as escalas termométricas;

- Reconhecer a dilatação dos líquido como um dos principais efeitos das trocas de calor.

Estratégias de ensino: aulas expositivas e dialogada, elaboração do mapa conceitual, leitura de textos, aplicação do experimento, avaliação.

CONTEÚDOS: Termometria e Dilatação volumétrica dos líquidos.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE: Os conceitos associados aos conteúdos serão ministrados de forma expositiva, discursiva e prática, através de aulas teóricas, experimental e de resolução de exercícios. A aplicação da proposta do produto ocorrerá em quatro momentos: primeiro, realiza-se a elaboração do mapa conceitual com os conhecimentos prévios dos alunos em relação a termometria, Em segundo momento, executa-se a explanação de aulas teóricas sobre os fundamentos da termometria. No terceiro momento a aula prática com a fabricação e utilização do termômetro de álcool. No quarto momento avaliação com aplicação de questionário.

CRONOGRAMA			
Nº DE AULAS	ATIVIDADE	DATA	HORÁRIO
2 aulas	Levantamento prévio	13/02/2020	7h30 – 9h30
4 aulas	Aula teórica sobre Termometria	20/02/2020 27/02/2020	7h30 – 9h30
02 aulas	Aula Prática	05/03/2020	7h30 – 9h30
02 aulas	Avaliação	12/03/2020	7h30 – 9h30

RECURSOS DIDÁTICOS roteiro das atividades, quadro branco, pincel, experimento do termômetro de álcool: garapa pet, água, recipiente de vidro transparente, Álcool Isopropílico 99,8%, Canudo plástico, Corante vermelho, Termômetro de Mercúrio, Termômetro de Mercúrio, Régua de 30cm, Tabela

de Relação Termométrica ($^{\circ}\text{C}$ x h), Caneta, Pincel permanente, Bandeja de isopor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS:

Escala de Fahrenheit. Disponível

em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/escala-de-fahrenheit>>.

Acesso em 15 de mar 21019.

Gonçalves, L. J. **Termômetro.** 2004. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>> Acesso em 15 de março de 2019.

SILVA. Wescley Costa da. **Proposta didática de aplicação do termômetro.** Dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. UFRR. Boa Vista-RR. 2020.

STUDART. Nelson **Um tributo a William Thomson no centenário de sua morte.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 485-486, (2007).

Disponível em:

<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000400001)

[11172007000400001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000400001)>. Acesso em 15 de março de 2019.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM



QUESTIONÁRIO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

1. (FATEC/SP) Lord Kelvin (título de nobreza dado ao célebre físico William Thompson, 1824-1907) estabeleceu uma associação entre a energia de agitação das moléculas de um sistema e a sua temperatura.

Deduziu que a uma temperatura de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, também chamada de zero absoluto, a agitação térmica das moléculas deveria cessar.

Considere um recipiente com gás, fechado e de variação de volume desprezível nas condições do problema e, por comodidade, que o zero absoluto corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

É correto afirmar:

- a) O estado de agitação é o mesmo para as temperaturas de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 100 K .
- b) À temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o estado de agitação das moléculas é o mesmo que a 273 K .
- c) As moléculas estão mais agitadas a $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ do que a $-127\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) A $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ as moléculas estão menos agitadas que a 241 K .
- e) A 273 K as moléculas estão mais agitadas que a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. (ACAFE SC/JANEIRO) Nos noticiários, grande parte dos apresentadores da previsão do tempo expressam, erroneamente, a unidade de temperatura em graus centígrados.

A maneira de expressar corretamente essa unidade é:

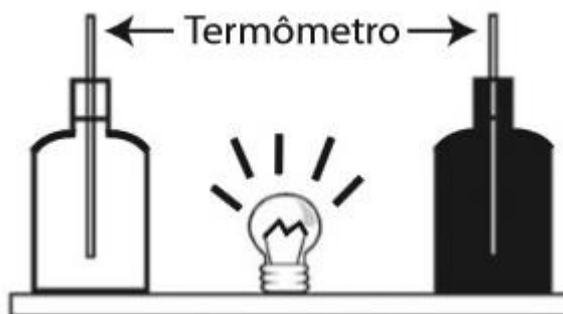
- a) Celsius, pois não se deve citar os graus.
- b) Graus Kelvin, pois é a unidade do sistema internacional.
- c) Centígrados, pois não se deve citar os graus.
- d) Graus Celsius, pois existem outras escalas em graus centígrados.
- e) Graus Fahrenheit, pois é a unidade do sistema internacional.

3. (ENEM/2010 – CN) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água em seu interior com menor temperatura do que a dele.

4. (ENEM/2013 – CN) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



Esquema que representa duas garrafas sendo aquecidas por uma lâmpada incandescente

A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) Igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) Maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) Menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) Maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) Maior no aquecimento e maior no resfriamento.

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

- a) Tato
- b) Visão
- c) Gustação
- d) Olfacção

e) Audição

6. (FGV SP) Em relação à termometria, é certo dizer que:

- a) -273 K representa a menor temperatura possível de ser atingida por qualquer substância.
- b) a quantidade de calor de uma substância equivale à sua temperatura.
- c) em uma porta de madeira, a maçaneta metálica está sempre mais fria que a porta.
- d) a escala Kelvin é conhecida como absoluta porque só admite valores positivos.
- e) o estado físico de uma substância depende exclusivamente da temperatura em que ela se encontra.

7. (UFLavras/01) Alguns corpos apresentam características físicas que variam com a temperatura, as quais são chamadas de propriedades termométricas. Os termômetros se utilizam dessas propriedades para medir temperatura. Analise as proposições I, II e III abaixo.

I. A pressão de um gás a volume constante é considerada uma propriedade termométrica.

II. A resistência elétrica é considerada uma propriedade termométrica.

III. A massa de um corpo é considerada uma propriedade termométrica.

- a) Apenas a proposição I está correta.
- b) As proposições I, II e III estão corretas.
- c) Apenas as proposições I e II estão corretas.
- d) Apenas a proposição II está correta.
- e) Apenas a proposição III está correta.

8. (Vunesp SP) Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes de fazer a sua leitura. Esse intervalo de tempo é necessário.

- a) para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o corpo do paciente.
- b) para que o mercúrio, que é muito pesado, possa subir pelo tubo capilar.
- c) para que o mercúrio passe pelo estrangulamento do tubo capilar.
- d) devido à diferença entre os valores do calor específico do mercúrio e do corpo humano.
- e) porque o coeficiente de dilatação do vidro é diferente do coeficiente de dilatação do mercúrio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Termologia – Óptica – Ondulatória**. Vol. 2, 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2014. 400

FRANCISCO, Ramalho; FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo, **Fundamentos da Física 1, 2, 3**, Editora Moderna, 7ª Edição – revisão ampliada, São Paulo, 1999

**APÊNDICE E – GABARITO DO QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DA
APRENDIZAGEM**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

GABARITO DO QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Questão 1:B

Questão 2:D

Questão 3:A

Questão 4:E

Questão 5: A

Questão 6:D

Questão 7: C

Questão 8: A

APÊNDICE F – TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA –
PÓLO 38

TABELA DE RELAÇÃO TERMOMÉTRICA (h x °C)

EQUAÇÃO TERMOMÉTRICA ENTRE A ESCALA CELSIUS E A COLUNA DE ÁLCOOL

$$\frac{h_{OH} - h_0}{h - h_0} = \frac{T_C - PF}{PE - PF}$$

Onde

h_{OH} → altura da coluna de álcool isopropílico

h_0 → altura inicial da coluna de álcool

h → altura final da coluna de álcool

PF → Ponto de Fusão do gelo

PE → Ponto de Ebulição da água

$$\frac{h_{OH} - 4}{8 - 4} = \frac{T_C - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{h_{OH} - 4}{4} = \frac{T_C}{100}$$

$$h_{OH} - 4 = \frac{T_C}{25}$$

$$\boxed{25(h_{OH} - 4) = T_C}$$

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DO ALUNO – AULA EXPERIMENTAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

QUESTIONÁRIO DO ALUNO – AULA EXPERIMENTAL

1. Na sua opinião, o conteúdo trabalhado de termometria teve linguagem objetiva e fácil de compreender?

() Sim () Não

2. Você avalia que o conteúdo ministrado foi o suficiente para a realização do experimento?

() Sim () Não

3. A demonstração do experimento realizada pelo professor foi o suficiente para a fabricação do termômetro pelo seu grupo?

() Sim () Não

4. O tempo utilizado para a realização do experimento foi o suficiente?

() Sim () Não

5. Houve interesse e envolvimento pela atividade experimental por parte do seu grupo?

() Sim () Não

6. O seu grupo teve facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro?

() Sim () Não

7. Seu grupo considera a forma e os materiais utilizados para o ensino de termometria foram eficazes?

Sim Não

8. Seu grupo gostou de participar da aula experimental?

Sim Não

9. Geralmente se têm aulas práticas na disciplina de física?

Sim Não

10. Seu grupo gostaria que tivesse mais aulas experimentais na disciplina de física?

Sim Não

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO PARA O PROFESSOR



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

QUESTIONÁRIO PARA O PROFESSOR

1. Na sua opinião, o material didático repassado tem linguagem objetiva e fácil de compreender?

() Sim () Não

2. Você avalia que o material possui elementos e informações suficientes para realização do experimento?

() Sim () Não

3. As imagens ajudaram o esclarecimento da montagem e realização do experimento?

() Sim () Não

4. O tempo utilizado para a realização dos experimentos foi o suficiente?

() Sim () Não

5. Você percebeu envolvimento e interesse dos alunos pela atividade experimental?

() Sim () Não

6. Você percebeu se os alunos tiveram facilidade em fabricar e fazer uso do termômetro?

() Sim () Não

7. Você considera que o plano de aula apresentado foi eficaz?

() Sim () Não

8. Na sua avaliação, os alunos gostaram da aula experimental?

() Sim () Não

9. Geralmente você faz uso de aulas práticas no ensino de física?

() Sim () Não

10. Você utilizaria essa proposta de ensino em outras oportunidades para trabalhar o tema termometria?

() Sim () Não

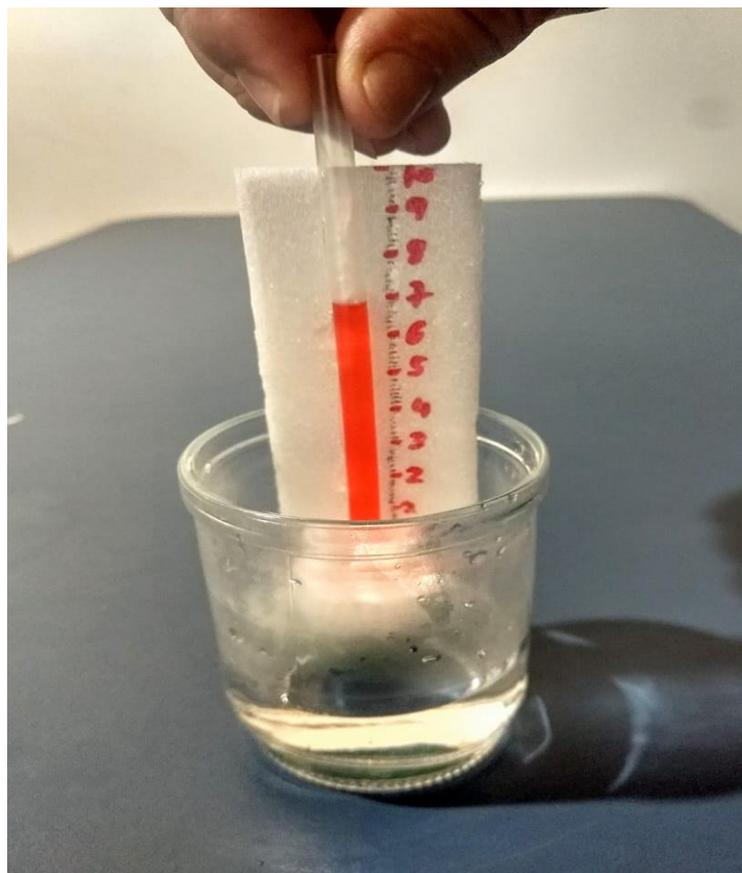
11. Utilize o campo abaixo para fazer observações que o questionário não contemplou.

APENDICE I – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO TERMÔMETRO ALTERNATIVO À ÁLCOOL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO38
WESCLEY COSTA DA SILVA

MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO TERMÔMETRO ALTERNATIVO À ÁLCOOL COMO UMA FERRAMENTA PARA O ESTUDO DA TERMOMETRIA EM FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.



BOA VISTA, RR
2020

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



WESCLEY COSTA DA SILVA

Proposta didática apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade Federal de Roraima, como parte integrante da dissertação: A fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria aplicado ao ensino de física no ensino médio.

Orientado pelo Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira.

Boa Vista , RR

2020

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, por ter permitido viver esse momento de importante conquista.

A minha Família pelo apoio e compreensão ao meu propósito, meus filhos Ricardo e Ana Maria e em especial minha esposa Rose Anne, que sempre esteve ao meu lado com muito amor e dedicação.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Dilson da Silva Teixeira por toda dedicação e apoio.

A todos os professores do Mestrado pelas contribuições com a minha formação.

Aos amigos do mestrado, pelo companheirismo e parceria.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Roraima, pelo apoio e contribuições para o processo de aprendizagem.

À Sociedade Brasileira de Física, pelo apoio e disponibilizou excelentes materiais didáticos.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	118
1.1. OBJETIVO	119
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	119
3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	122
4. METODOLOGIA	123
4.1 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS	123
4.2 UTILIZAÇÃO DO TERMÔMETRO COMO FERRAMENTA DE ENSINO	134
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

1. INTRODUÇÃO

Caro Professor,

Apresento a utilização do termômetro de álcool no ensino de conceitos básicos de termometria como proposta de ensino significativa. Novos significados são adquiridos quando símbolos, conceitos e proposições são arrolados e coligados à estrutura cognitiva de uma forma não arbitrária e substantiva. Desde que a estrutura cognitiva tende a ser, hierarquicamente, disposta com consideração ao nível de abstração, generalidade, manifestação de novos significados cogita a "subsunção" de um material potencialmente significativo por um conteúdo mais inclusivo. Também pode existir uma ocorrência na qual o novo material que é apreendido é uma extensão, elaboração ou qualificação de conceitos previamente aprendidos (Ausubel, 1963).

É importante destacar que, a experimentação pode ser considerada de grande relevância no processo de aprendizado da Física. Dessa forma, fazer uso de experimentos para o ensino da Física, tornam-se eficazes, de acordo com Araújo e Abib (2003):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

O Projeto de estudo foi pensado e organizado frente a proposta do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado na Universidade Federal de Roraima MNPEF - Polo 38. A aplicação deste produto educacional foi experimentada por professores de física e estudantes

da segunda série do ensino médio, oferecendo possibilidades de aumento da motivação e aprendizagem, elevando assim o nível de conhecimento acerca do tema termometria, relacionando os conhecimentos teóricos com a prática da experimentação.

1.1 OBJETIVO

Apresentar uma proposta de ensino significativa por meio da construção do termômetro à álcool para trabalhar os conceitos básicos de termometria na segunda série do ensino médio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A disciplina de física é percebida rotineiramente de forma abstrata pelos alunos, principalmente, pela falta de demonstrações, por exemplo, como podemos compreender sobre fenômenos que acontecem no dia a dia. Além disso, a complexidade de fórmulas, leis, cálculos provocam desestímulos de estudo e descrença de que é possível aprender física.

Acredita-se que é importante procurar opções para o modelo tradicional com inovações para o processo ensino-aprendizagem, e assim, percebe-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's do Ensino Médio norteiam passos de métodos pedagógicos interessantes, onde destaca que:

[...] o ensino de Física deve incitar os jovens a seguir as notícias científicas, orientando-os para a assimilação sobre o tema que está sendo abordado e gerando meios para o entendimento de suas definições. Notícias de uma missão espacial, uma provável colisão de um asteroide com o planeta Terra, uma nova maneira de remover água do subsolo, inovação no diagnóstico médico abarcando princípios físicos, o incremento da comunicação via satélite, a telefonia celular, são alguns exemplos de atualizações transmitidas nos jornais e programas de televisão que precisariam ser abordados em sala de aula (BRASIL, 1999, p. 27).

No ambiente escolar percebe-se que, dificilmente, os experimentos são realizados como ferramenta didática, sendo o estudo desenvolvido em livros didáticos na realidade da maioria das aulas tradicionais, ou uso de vídeos e fotos que não favorece a contextualização do dia a dia do aluno.

Seré (2003, p. 32) destaca que a união entre a teoria e o experimento é muito conveniente, pois permite compreender teoria de forma adversa ao habitual. “As operações intelectuais utilizadas durante a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”

Na atualidade, o ensino de física inicia na educação básica no último ano do ensino fundamental II no componente curricular de ciências e segue em todas as séries do ensino médio, e dependendo do curso em nível superior a física também se faz necessária ser estudada como por exemplo graduações em enfermagem, química, matemática, engenharias, em resumo todos da área de ciências exatas e naturais.

O homem por meio dos sentidos desenvolve curiosidades e ao mesmo tempo conhecimento com o ambiente que vive. Através do tato é percebida sensações de temperatura, identificada pelos termos de frio, quente, gelado etc. O entendimento do calor por meio de conhecimentos não científicos bem como da temperatura somaram-se por tempos considerados na evolução da humanidade. (Fuchs, 1972)

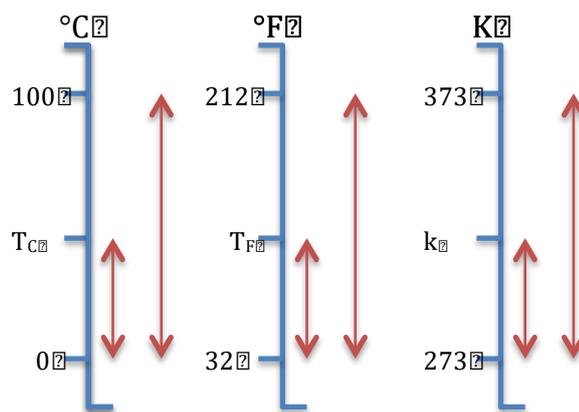
Para Halliday (2016), Temperatura é uma grandeza que relaciona as nossas sensações de quente e frio. Sua medida é feita usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade calculável, que pode variar de forma regular quando a substância tem sua temperatura aumentada ou diminuída.

Há vários tipos, portanto, de reflexões a respeito do termômetro e do seu funcionamento que se revelaram historicamente necessárias para o desenvolvimento desse instrumento. Tais reflexões transcenderam o mero conhecimento intuitivo e exigiram assim uma atitude teorizada aliada a uma postura experimental, cujo início não se deu antes do final do século XVI. A história da termometria é, assim em boa parte, a história da busca de respostas para questões desse tipo. (MEDEIROS, 1999, p.16)

No momento em que um termômetro e outro objeto são colocados em contato, ambos atingem, após algum tempo, a mesma temperatura, obtendo-se o equilíbrio térmico do sistema físico. Depois que é atingido o equilíbrio térmico, a temperatura do outro objeto é considerada como a leitura do termômetro, ou seja, por isso o termo equilíbrio térmico, significa que os dois objetos possuem a mesma temperatura. Esse fenômeno é simples de evidenciar, em razão da lei zero da termodinâmica: No caso de corpos A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, no caso, um termômetro, Ambos os corpos, A e B. também estarão em equilíbrio térmico entre si. (HALLIDAY, 2016)

Halliday, Resnick e Krane (2014) assinala as escalas com suas características referentes, destacando que no mundo científico, utiliza-se a escala Kelvin. Na maioria dos países do mundo, a escala mais empregada é a escala Celsius. E nos Estados Unidos, a escala mais utilizada é a Fahrenheit.

Na figura a seguir, apresentamos as escalas termométricas mais usuais, e suas relações de conversão.



Escalas Termométricas

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

As propriedades de dilatação térmica de alguns materiais podem ter aplicações práticas. Os termômetros baseiam-se no fato de que líquidos como o mercúrio e o álcool se dilatam mais do que os tubos de vidro que os contêm. (HALLIDAY, 2016)

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO: Termometria e Dilatação volumétrica dos líquidos.

Competências e Habilidades: Reconhecer e diferenciar o conceito de calor e temperatura, Entender o processo de dilatação e contração térmica dos líquidos, identificar situações que se estabelece o equilíbrio térmico; identificar a existência de grandezas termométricas; analisar situações cotidianas e fenômenos naturais em que ocorram processos de propagação de calor (condução, convecção e irradiação); identificar os processos envolvidos em cada uma dessas situações; estabelecer relações entre as escalas termométricas; reconhecer a dilatação dos líquido como um dos principais efeitos das trocas de calor.

Estratégias de ensino: aulas expositivas e dialogada, elaboração do mapa conceitual, leitura de textos, aplicação do experimento, avaliação.

Recursos: roteiro das atividades, quadro branco, pincel, experimento do termômetro de álcool: garapa pet, água, recipiente de vidro transparente, Álcool Isopropílico 99,8%, Canudo plástico, Corante vermelho, Termômetro

de Mercúrio, Termômetro de Mercúrio, Régua de 30cm, Tabela de Relação Termométrica ($^{\circ}\text{C} \times \text{h}$), Caneta, Pincel permanente, Bandeja de isopor.

Tempo estimado: 10 horas

4. METODOLOGIA

A metodologia para desenvolver a proposta didática necessita seguir a seguinte Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS

4.1 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS

Primeiro momento – Introdução aos conceitos

O professor precisa estimular a participação da turma em expor os conhecimentos prévios acerca da termometria, ao escrever no quadro e solicitar que os alunos falem palavras relacionadas ao tema.

Conforme as palavras são ditas o professor deve escrever no quadro, mediando no sentido as que realmente fazem sentido e esclarecer dúvidas e diferenças.

Perguntar aos alunos como chegaram as palavras destacadas para o tema estudado. Aproveitar a oportunidade para utilizar mais ainda os conhecimentos prévios dos alunos e dividiu as palavras em dois grandes grupos. Um relacionado ao conceito de termometria e o outro grupo referente a aplicabilidade no dia-a-dia, esclarecendo dúvidas e curiosidades.

Finalizado esse momento com a construção do mapa conceitual em conjunto.

Como afirma Ausubel (2003) os conhecimentos que os alunos já possuem geralmente são nos sentidos funcionais para os objetos e fenômenos geralmente pouco elaborado, porém não devem ser desconsiderados pelo docente.

Para esse primeiro momento será necessário uma aula.

Segundo momento – análise dos conhecimentos

Em seguida continuar o estudo aprofundando os assuntos referentes a termometria, escalas termométricas, dilatação dos líquidos. É sugerido o vídeo como recurso áudio visual disponível no site www.fisicainterativa.com pelo Professor Físico Paulo Vicente, como complemento das aulas teóricas.

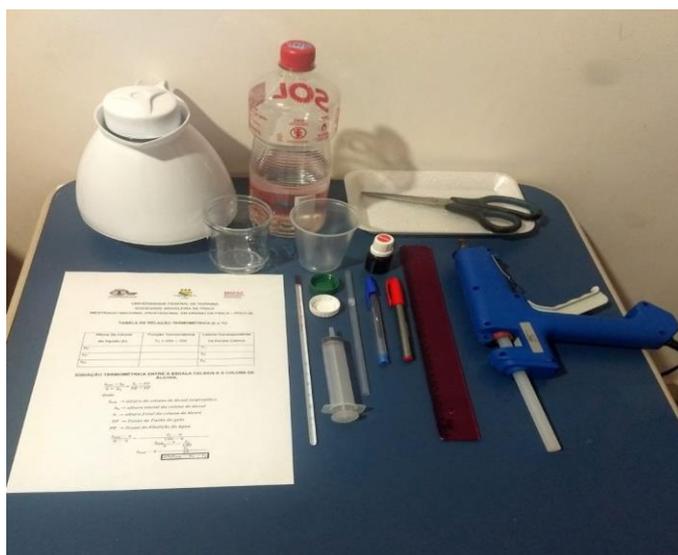
No final da sexta aula apresentar a proposta didática para o terceiro momento, formar as equipes e solicitar o material necessário para o experimento. Com o objetivo de contemplar a abordagem com aula prática.

Quadro 1 – Materiais necessários

Quantidade	Material
300mL	Água quente
75mL	Álcool Isopropílico 99,8%
01	Bandeja de isopor
01	Caneta
01	Canudo plástico transparente
01	Cola quente
01	Copo descartável
01mL	Corante vermelho
01	Garrafa pet transparente de 350mL
01	Pincel permanente
01	Recipiente de vidro transparente
01	Régua de 30cm
01	Seringa descartável de 10mL
01	Tabela de Relação Termométrica (°C x h)
02	Tampas de garrafa pet
01	Termômetro de Mercúrio
01	Tesoura

Fonte: Autor

Figura 1 Materiais Necessários



Fonte: Autor

Moreira (2011a) destaca que o grande propósito desse intercâmbio entre professor, estudante e conteúdo é proporcionar a socialização de significados.

Para atender o segundo momento, será necessário seis aulas.

Terceiro momento – Aula experimental

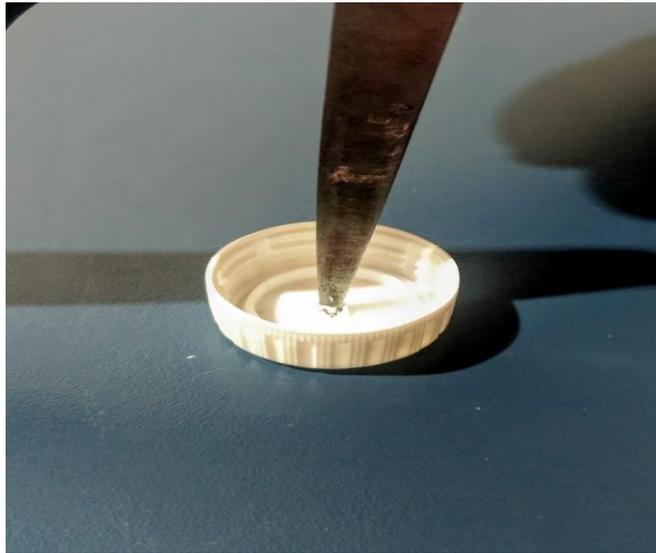
Deve ser solicitado os grupos que organizem o espaço para a realização do experimento, onde os mesmos precisam providenciar mesa para organizar os materiais solicitados previamente.

O professor montará uma bancada central para demonstrar como fabricar e utilizar o termômetro de álcool.

No momento da demonstração o professor explicará o passo a passo, de como fabricar o termômetro de álcool. Conforme instruções a seguir:

1 - Faça um furo central em uma tampa de garrafa pet, sem seguida cole a em outra tampa juntando as extremidades da abertura, lembrando que apenas uma tampa precisa de orifício, pois será o reservatório do álcool.

Figura 2 Tampa sendo feito orifício com a tesoura



Fonte: Autor

Figura 3 Duas Tampas, para formar a base do termômetro de álcool.



Fonte: Autor

Figura 4 Duas Tampas, sendo unidas com cola quente.



Fonte: Autor

Figura 5 Duas Tampas, já unidas com cola quente.



Fonte: Autor

2 – No orifício da tampa coloque o canudo e cole com cola quente;

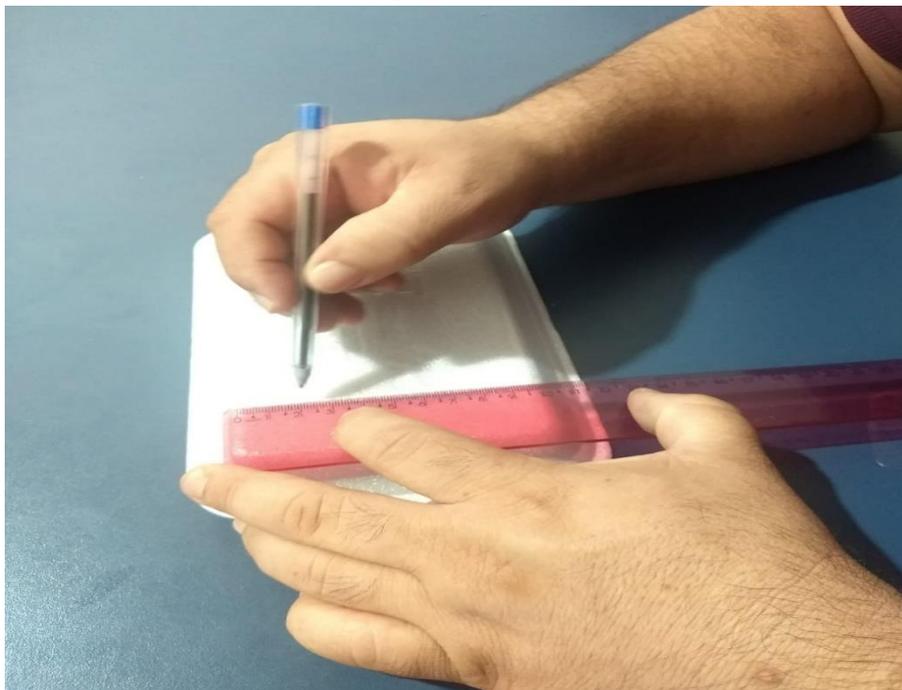
Figura 6 Colagem do canudo, com cola quente, na tampa com furo



Fonte: Autor

1 – Da bandeja de isopor, faça o recorte em formato de retângulo nas dimensões de 4cm x 10cm;

Figura 7 Marcação da escala na bandeja de isopor (4cm x 8cm), com auxílio da régua de 30cm.



Fonte: Autor

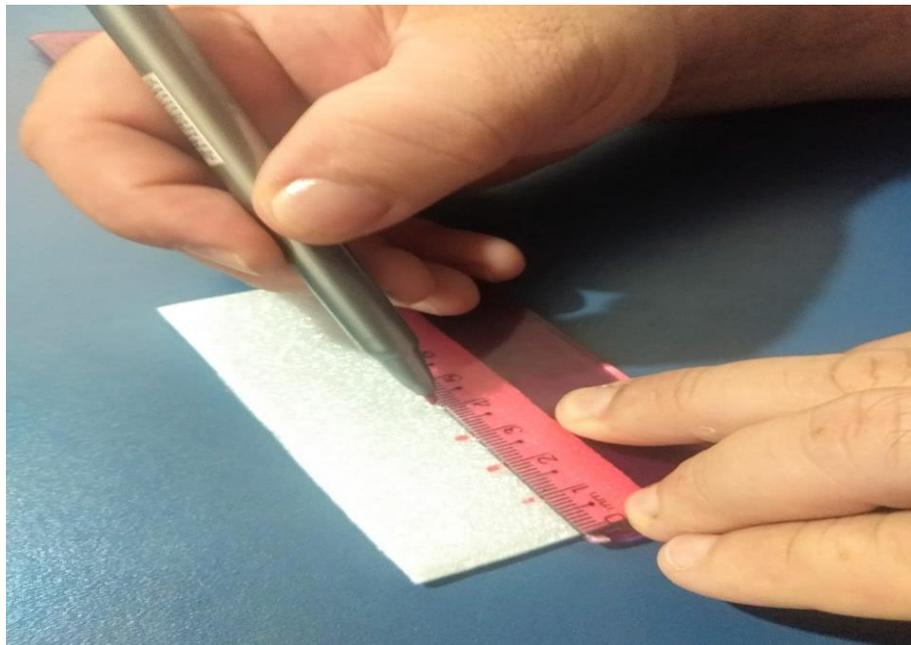
Figura 8 Fazendo o recorte da bandeja, com auxílio da tesoura.



Fonte: Autor

- 2 – No retângulo de isopor faça uma escala de 0 a 10cm, demarcando os milímetros e cole no canudo fazendo uso de cola quente;

Figura 9 Fazendo as marcações no recorte da bandeja, uma escala em centímetros e milímetros, com auxílio da régua de 30 cm.



Fonte: Autor

Figura 10 Acoplando o recorte já com a escala, junto com o canudo e as tampas todos colados com cola quente.



Fonte: Autor

5 – No copo descartável adicione 10 ml de álcool e 5 gotas de corante e agite para que fique uma mistura homogênea;

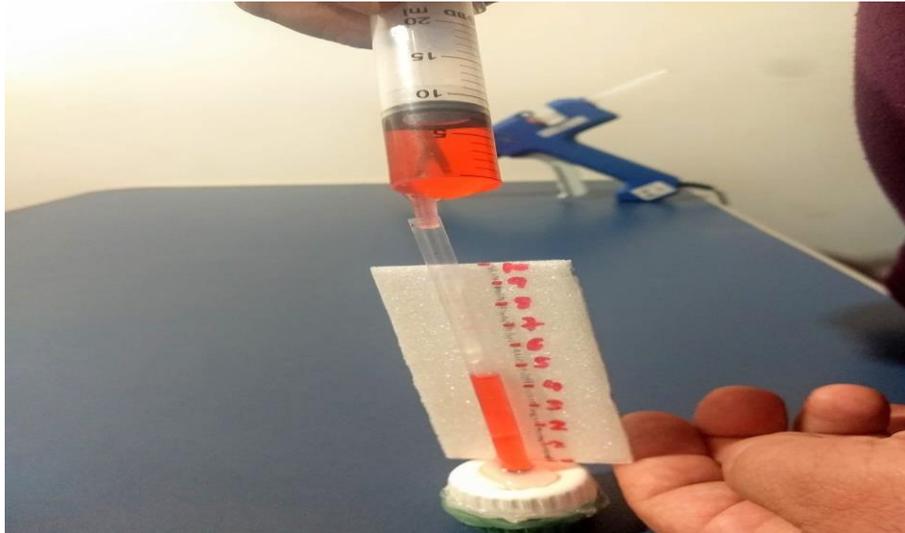
Figura 11 Adicionando o corante vermelho no copo com o álcool.



Fonte: Autor

- 3 – Coloque a solução feita no copo descartável no canudo previamente colado na tampa de garrafa pet, fazendo uso da seringa, até a marca de 4cm;

Figura 12 Adicionando o corante vermelho, com auxílio da seringa, no termômetro de álcool, através do canudo.



Fonte: Autor

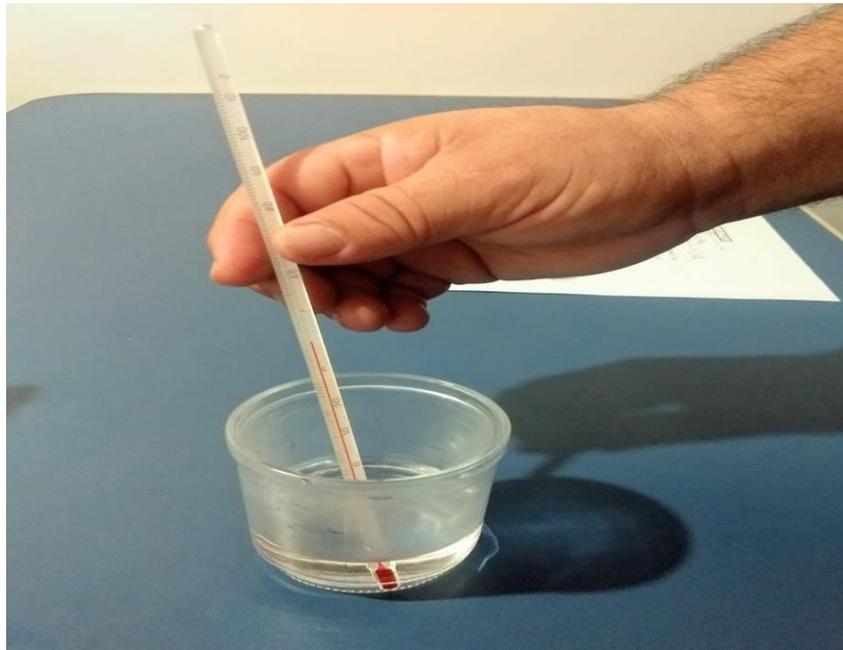
No recipiente de vidro adicione água quente e seguida coloque o termômetro de mercúrio no recipiente. Para aferir a temperatura da água;

Figura 13 Adicionando a quente no recipiente de vidro transparente



Fonte: Autor

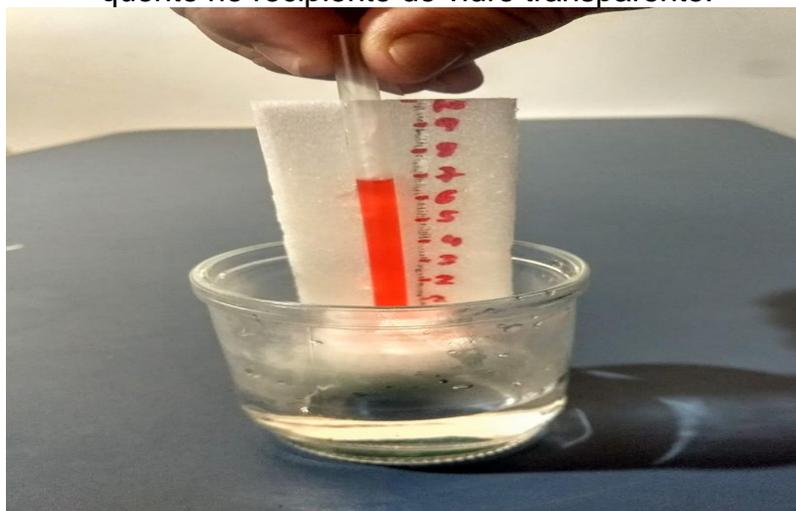
Figura 14 Aferindo a temperatura da água com auxílio do termômetro de mercúrio



Fonte: Autor

4– Faça anotação da leitura registrada no termômetro de mercúrio e transcreva o dado para a tabela de relação termométrica na coluna leitura no termômetro de mercúrio, linha T_1 . Coloque o termômetro de álcool no recipiente com água quente;

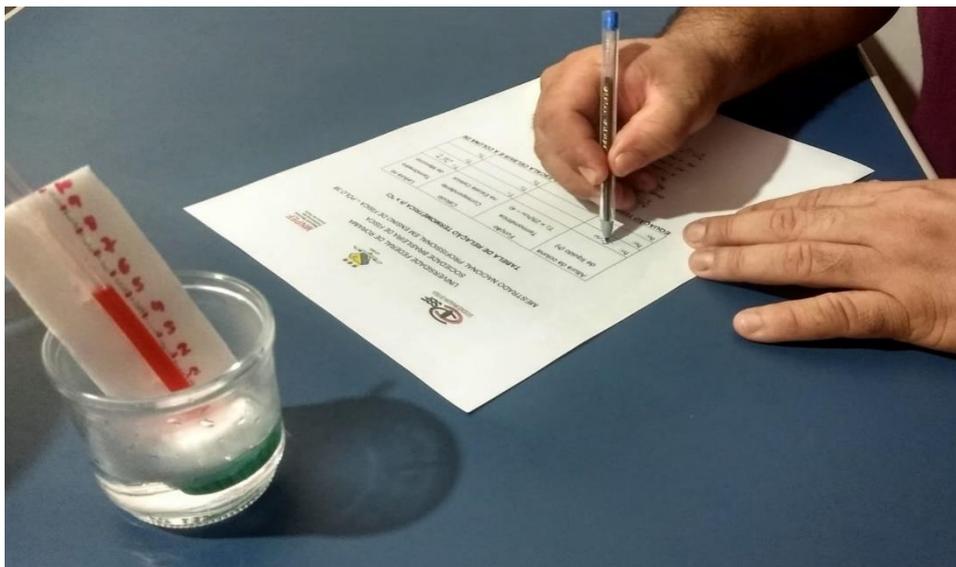
Figura 15 Leitura da coluna de líquido, mergulhando sua base em água quente no recipiente de vidro transparente.



Fonte: Autor

8 – Faça anotação do deslocamento do álcool no canudo e transcreva o dado para a tabela de relação termométrica no campo altura da coluna de líquido (h);

Figura 16 Preenchimento da tabela de relação termométrica, com informações, referente aos dados do experimento do termômetro de álcool.



Fonte: Autor

9 – Com base no dado registrado na tabela de relação termométrica, faça o cálculo para determinar a leitura correspondente na escala Celsius, para isso utilize a função termométrica.

Quarto momento – Avaliação

Sugestão para avaliação desta UEPS acontecer de maneira somatória e diversificada. Somam-se as notas da participação da construção do mapa conceitual, participação da aula experimental: fabricação e utilização do termômetro de álcool em equipe e o questionário avaliativo individual.

Para os alunos que não atingiram a nota mínima, oportunizar a elaboração do mapa conceitual proposto no início da UEPS.

Proposta essa como recuperação de nota pois, após as aulas teóricas e práticas o aluno possuía maior concentração de informações e

conhecimentos significativos referentes ao tema, possibilitando assim a elaboração do mapa conceitual de forma mais completa.

O mapa conceitual é apenas um meio para se alcançar um fim. Ele pode configurar-se uma estratégia de ensino/aprendizagem ou uma ferramenta avaliativa – entre outras diversas e multifacetadas possibilidades. Todavia, não deve ser compreendido ou efetivado desligado de uma proposição teórica clara e de metas previamente estabelecidas. Conseqüentemente, à sua adoção e efetivação subjazem perspectivas e opções pessoais relacionadas aos valores, às crenças, às posturas teóricas que conferem sustentação a toda e qualquer prática educativa (ONTORIA, 2005).

Tempo necessário para o quarto momento uma aula.

4.2 UTILIZAÇÃO DO TERMÔMETRO COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Na experiência será possível observar o momento do aquecimento do álcool que promove o aumento do volume por ser passivo de dilatação e quando diminuída a temperatura do álcool, perceberá o efeito contrário, ou seja, contração, mostrando assim o princípio de funcionamento do termômetro, instrumento tão importante e utilizado no dia a dia de diversos ambientes como: indústrias, hospitais, restaurantes, residências.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresente proposta didática é destinada como estratégia de ensino que possibilite a atividade experimental de maneira inovadora e acessível com a intenção de: auxiliar e motivar os docentes à realização de atividades experimentais junto aos alunos com materiais de fácil aquisição, seja pelo acesso em encontrar e baixo custo. Bem como a efetivação de aulas práticas estimulando a aprendizagem de conceitos, definições e aplicabilidades da Física.

Espera-se que o presente estudo além de incentivar os professores de física a fazerem uso de aulas experimentais como estratégia no processo

ensino-aprendizagem, que essas aulas práticas despertem o interesse dos alunos pelo conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: < [http://www.scielo.br /pdf/rbef/v25n2/a07v25n2](http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2)>. Acesso em: 17 jan. 2019.

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999. p, 27 e p, 47, 49.

CALLEN, H.B., Thermodynamics and Introduction to Thermostatistics (John Wiley, New York, 1985), 2° ed.

FUCHS, Walter.R, **Física Moderna**(Polígono, São Paulo, 1972).

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física**. 8. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2009, v 2.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física**. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 2.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Vol 2,10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2016.

ONTORIA, A. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

SERÉ, M. G. et al. **O papel da experimentação no Ensino da Física**. **Caderno Brasileiro Ensino da Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

ZEMANSKY, M.W. e DITTMAN, R.H., Heat and Thermodynamics (McGraw-Hill, New York, 1997), 7 ed.

ANEXOS

ANEXO (A) - TERMO DE CONSENTIMENTO (Pai)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

Senhor pai/responsável, meu nome é Wescley Costa da Silva, residente e domiciliado na rua Rio Amazonas, 164, Bela Vista, na cidade de Boa Vista-RR (Fone: 95 99127 9152). Atualmente, sou professor de física na rede de ensino do Estado de Roraima, estudo na Universidade Federal de Roraima, cursando o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física. Para a obtenção do diploma, a universidade exige que façamos uma dissertação, com o objetivo de apresentar ações de estratégias em aulas práticas com experimento para a disciplina de física, nesse caso sobre termometria, direcionado para alunos do segundo ano do Ensino Médio, buscando auxiliar a compreensão e aprendizagem de modo diferenciado, como um fator relevante e determinante para o aprendizado. Para tanto, gostaria de ministrar algumas aulas e fazer algumas perguntas, ao seu(a) filho(a), por meio de questionários.

Aproveitando o ensejo, informo que as respostas obtidas através dos questionários, servirão único e exclusivamente para a concretização da pesquisa, pois para a conclusão da dissertação, faz-se necessário a tabulação e exposição das respostas para posterior defesa da dissertação, no entanto, para resguardar a identidade do(a) aluno(a) pesquisado(a), irei identificá-lo(a) através de códigos, com a finalidade de não expor o(a) educando(a).

Informo ainda que durante a realização da pesquisa em sala de aula o seu(a) filho(a) estará sob os meus cuidados e, para elaborar a pesquisa necessito de seu consentimento. Gostaria que assinalassem o campo abaixo e devolvessem este termo para escola.

Nome do(a) aluno(a): _____

Autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

Não autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

Boa Vista - RR, 03 de abril de 2019

Pai ou responsável – Fone: () _____

ANEXO (B) - TERMO DE CONSENTIMENTO (Escola)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

TERMODECONSENTIMENTO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, a Escola Estadual Ayrton Senna da Silva, ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da pesquisa sobre, A fabricação e utilização do termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria aplicado ao ensino de física no ensino médio, elaborada pelo Prof. Wesclley Costa da Silva. Fica claro que a instituição, através de seu representante legal, pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa, caso haja alguma divergência dos objetivos ou finalidade do projeto ora apresentado, ficando ciente que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

Por ser a expressão da verdade, assino o presente para que possa surtir os efeitos legais desejados

Assinatura e carimbo do representante da instituição

Boa Vista-RR, 29 de março de 2019.

ANEXO (C) - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (Menor)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

_____, brasileiro(a),
menor de idade, neste ato devidamente representado por seu (sua)
(responsável
legal), _____,
portador(a) da Cédula de identidade RG nº. _____ / Órgão expedidor-
_____, inscrito(a) no CPF sob nº _____, residente à no
endereço

_____, na cidade Boa vista -RR. AUTORIZO o uso da imagem de meu/minha
filho(a) para fins educacionais na Dissertação do Professor Wesceley Costa da
Silva, Mestrando no Ensino Profissional de Física, na UFRR – Universidade
Federal de Roraima, cujo título de pesquisa é: A fabricação e utilização do
termômetro como uma ferramenta alternativa para o ensino da termometria
aplicado ao ensino de física no ensino médio, orientado pelo Prof. Dr. José
Dilson da Silva Teixeira. A presente autorização é concedida a título gratuito,
abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional,
exterior, inclusive em qualquer tipo de mídia.

Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins,
a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto
qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima
descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à
imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de
igual teor e forma.

Boa Vista - RR, 03 de março de 2019.

Por seu Responsável Legal

Telefone p/ contato: _____

ANEXO D – TEXTO COMPLEMENTAR - WILLIAM THOMSON

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 485-486, (2007)

www.sbfisica.org.br

Editorial

UM TRIBUTO A WILLIAM THOMSON NO CENTENÁRIO DE SUA MORTE

2007 é o ano do centenário da morte de William Thomson, o proeminente físico britânico alçado à nobreza como Lorde Kelvin e que se tornou um ícone do *establishment* científico e tecnológico da era vitoriana. Na celebração dos 100 anos de seu nascimento em 1924 Sir J.J. Thomson, presidente da Royal Society, assim se manifestou: "Comemoramos hoje a memória de alguém a quem a ciência britânica deve muito de seu prestígio, e que por seus métodos próprios ampliou de modo amplo e importante nosso conhecimento, que é uma figura sobressalente na junção da teoria e da prática, e que nos deixou um exemplo de devoção persistente e incansável a um grandioso ideal".

A RBEF com sua política editorial de reverenciar grandes vultos que deram contribuições significativas ao desenvolvimento da física traz nesta edição uma seção especial em homenagem a Lorde Kelvin. Foram traduzidos dois artigos originais de Kelvin sobre a emergente ciência da termodinâmica, acompanhados de uma análise detalhada e contextualizada feita pela historiadora Penha Maria Cardoso Dias.

Embora seus trabalhos científicos mais conhecidos tenham sido em termodinâmica, Thomson deu várias contribuições importantes para física matemática nas grandes áreas de dinâmica geral, hidrodinâmica, elasticidade e eletromagnetismo. Em particular, contribuiu para o avanço de uma ampla gama de assuntos: a eletrostática (criou o método de imagens para citar um problema conhecido nas disciplinas de eletromagnetismo), eletrificação do ar, dinâmica de sólidos e líquidos, movimento ondulatório em sólidos elásticos, propagação de ondas na água, movimento de vórtices, e comportamento peculiar de cristais. Publicou um trabalho seminal sobre oscilações de

correntes elétricas que constituiu a base teórica da telegrafia sem fio o rádio transmissão.

Além de cientista renomado, Thomson aplicou ideias e métodos científicos à indústria vencendo o preconceito e a improvisação no meio. Neste sentido foi um inovador na área tecnológica, um engenheiro renomado e um empreendedor bem sucedido. Suas notáveis contribuições ao progresso tecnológico podem ser agrupadas em três segmentos: telegrafia por cabo submarino no Atlântico; a precisão das medidas elétricas; e a arte da navegação.

No que se refere ao ensino, Thomson não poderia ser considerado um "bom professor" avaliado pelos padrões normais. Seus biógrafos apontam que, como professor, Thomson digressionava dos temas centrais, absorvido em ideias e soluções para problemas originais deixando os alunos irritados e desmotivados. Um dos seus estudantes escreveu: "o mérito de Lorde Kelvin como educador não está na elucidação de fatos bem conhecidos, mas na influência espiritual de sua personalidade magnética". Thomson foi o primeiro cientista a introduzir o laboratório didático em universidades britânicas. Mais tarde escreveu: "quando assumi a cátedra de Filosofia Natural em Glasgow não havia infraestrutura para qualquer tipo de pesquisa experimental, muito menos algo para um trabalho prático dos estudantes." Nos primeiros anos conseguiu montar equipamentos para que as aulas fossem melhor ilustradas pelos experimentos. Alguns aparatos para o ensino desenvolvidos por Thomson são apresentados por J.T. Lloyd em artigo originalmente publicado em *The Physics Teacher*. Thomson escreveu ainda com P.G. Tait o livro *Tratado de Filosofia Natural*, um ambicioso projeto concebido para abarcar todo o conhecimento científico então produzido. Tornaram-se famosas suas *Palestras de Baltimore e Popular Lectures*.

William Thomson foi um cientista criativo, polêmico e muito influente na comunidade britânica. Suas participações nas reuniões da *British Association for Advancement of Science* e outros encontros científicos eram precedidas de grande expectativa. Novas ideias e propostas, como as de J.P. Joule e as de M. Faraday, foram acolhidas por Thomson com entusiasmo e

posteriormente desenvolvidas em trabalhos essenciais ao desenvolvimento da física no século XIX. Foi extremamente conservador em relação a alguns avanços da ciência como a teoria eletromagnética de Maxwell (apesar de suas ideias terem inicialmente inspirado Maxwell) e a radioatividade. Duvidava da existência de átomos e acreditava que a Terra não poderia ter mais do que cem milhões de anos, posicionando-se contra a teoria de Darwin. Manifestou-se cético com relação ao voo do “mais-pesado-do-que-o ar”.

A Lorde Kelvin são atribuídas muitas frases e aforismos que, na maioria das vezes, aparecem descontextualizadas ou nunca chegaram a ser pronunciadas. Duas delas “Não existe nada novo a ser descoberto em física agora [fins do século XIX]; tudo que resta é [fazer] medição mais e mais precisa” e “No céu azul da física clássica existem apenas duas nuvens a serem dirimidas...”. São citações muito difundidas que preconizariam o “fim da física”. Peter Schulz interpreta em um instigante artigo o contexto em que frases deste tipo se inserem na obra de Kelvin.

Sua contribuição à telegrafia se deu através do desenvolvimento dos componentes e instrumentos de medida e da instalação de cabos submarinos, em geral com sua presença física. Em 8 de agosto de 1897, Kelvin enviou carta do Recife onde afirma: Esperamos ao entardecer de hoje zarpar rumo ao Pará, arreando cabo da popa do *Hoover*. Comprei um papagaio verde com asas de penas azul-escuro e esplendidas pontas vermelhas, cabeça branca e azulada e peito de um amarelo brilhante”. Sua viagem ao Brasil, uma das muitas que realizou em todo o mundo como empresário bem sucedido, tinha a finalidade de puxar o cabo telegráfico submarino de Recife a Natal. Parte desta história, a visita a Belém do Pará, é narrada por José Maria Bassalo e Luis Carlos Crispino. Os debates de Kelvin com a comissão brasileira chefiada pelo Barão de Capanema, responsável pela instalação da primeira linha telegráfica no Brasil, sobre a viabilidade da passagem do cabo por São Luis serão apresentados em outro número da RBEF.

William Thomson nasceu em 26 de junho de 1824 em Belfast. Foi aluno em Cambridge e ocupou durante toda sua vida a cátedra de Filosofia Natural da Universidade de Glasgow que assumiu aos 22 anos de idade. Faleceu em

dezembro de 1907 sendo enterrado na catedral de Westminster junto ao túmulo de Isaac Newton. Ao contrário de Newton, seu nome sobrevive, para o público em geral, apenas na escala de temperatura absoluta.

Nelson Studart
Departamento de Física
Universidade Federal de São Carlos

ANEXO E – TEXTO COMPLEMENTAR - TERMÔMETROS

TERMÔMETROS

A palavra termômetro origina-se do grego *thermo* que significa quente e *metro* que significa medida. Assim, termômetro é definido como o instrumento que mede temperatura.

A construção de um termômetro está baseada no uso de alguma grandeza física que depende da temperatura, como o volume de um gás mantido a pressão constante, o volume de um corpo e a resistência elétrica de condutores metálicos entre outras grandezas.

Para a medida da temperatura de um corpo com um termômetro, é preciso esperar o equilíbrio térmico, isto é, quando em contato com o corpo, precisamos esperar alguns minutos para que o termômetro e o corpo estejam a mesma temperatura, e assim, podermos medir seu valor.

Contudo, é preciso cuidar de escolher termômetros próprios para que se consiga atingir os objetivos, pois a massa do termômetro deve ser bem menor que a massa do objeto cuja temperatura queremos medir, caso contrário o termômetro poderá alterar a temperatura do corpo, como por exemplo, um termômetro comum e uma gota de água.

Vejamos alguns tipos:

Clínico | Cristal Líquido | À álcool | Máxima e Mínima | A gás | Radiação | Pirômetro Óptico | Lâmina Bimetálica | Digital | Termopar | Calibração de um termômetro



O tipo de termômetro mais comum é o **termômetro clínico** utilizado na medição da temperatura do corpo humano. Esse termômetro utiliza a dilatação de líquidos, principalmente o mercúrio. São construídos para medir temperaturas entre 34°C e 43°C que são consideradas temperaturas críticas, pois a temperatura considerada normal de nosso corpo é 36,5°C.

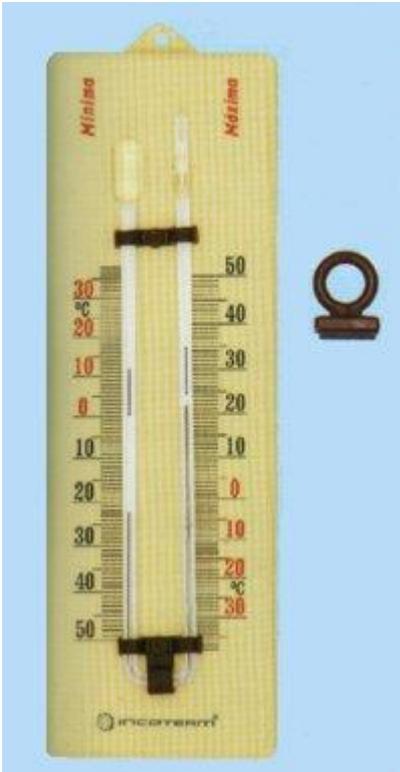
Apresenta um tubo capilar com um estrangulamento na base, junto ao bulbo, o que permite a passagem do mercúrio quando sofre a dilatação, mas que impede o seu retorno quando se contrai, por isso este termômetro continua indicando a temperatura do corpo mesmo sem contato com o corpo e por um longo intervalo de tempo mesmo que o termômetro seja levado a um local com temperatura mais baixa. Para que o líquido termométrico volte à posição inicial no interior do bulbo, é necessário sacudi-lo rapidamente.



Mais moderno que o termômetro clínico comum são os **termômetros de cristal líquido** também utilizados para a medida da temperatura do corpo humano. São pequenas faixas plásticas transparentes com pequenos retângulos que contêm um cristal líquido que entram em contato com o corpo e, conforme o valor da temperatura, o cristal no seu interior, muda de cor. Porém, os especialistas dizem que não são muito confiáveis.

Da mesma forma que o clínico, há o **termômetro a álcool**, normalmente utilizado em laboratório de ciências, pois possui escala entre -10°C e 150°C. É também usado em residências, para verificar a temperatura ambiente.

Alguns termômetros desse tipo utilizam corantes vermelhos, possuindo um custo mais baixo que o de mercúrio, e além disso, são menos prejudiciais a nossa saúde, pois o mercúrio é um metal tóxico e um de seus efeitos colaterais é a doença renal.



- Há os **termômetros de máxima e mínima** que, como o próprio nome sugere, indicam a temperatura mais alta e a mais baixa atingida pelo termômetro em um certo intervalo de tempo. São termômetros utilizados em meteorologia, sendo que, com uma única leitura, pode-se determinar a temperatura máxima e mínima atingida desde a última vez que o termômetro foi ajustado de modo que a temperatura máxima e mínima viessem a coincidir entre si e com a temperatura ambiente.

A coluna de mercúrio apresenta o formato da letra "U" e em suas extremidades há dois bulbos: um totalmente preenchido por álcool e o outro só parcialmente.

Nos extremos das colunas de mercúrio há dois flutuadores de ferro esmaltado que são os índices das temperaturas, pois sobem quando o mercúrio se dilata, mas que ficam presos ao tubo capilar quando o mercúrio se contrai devido ao atrito com a parede do tubo e só retornam a posição original com o auxílio de um ímã.

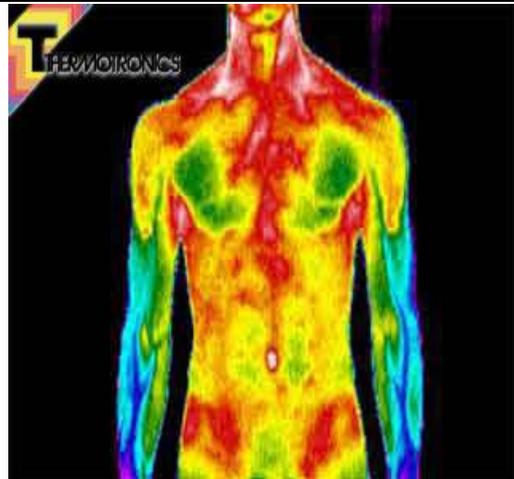
Quando a temperatura aumenta o álcool se dilata e passa livremente pelo flutuador fazendo com que o mercúrio se expanda levando o flutuador a correspondente temperatura - a máxima. Quando a temperatura diminui o álcool se contrai e leva o mercúrio e, conseqüentemente, o outro flutuador que registra a menor temperatura - a mínima.

Os **termômetros a gás** medem a temperatura através da leitura da pressão do gás mantido a volume constante. Pode ser graduado fazendo com que cada volume corresponda a um valor de temperatura na escala Celsius, por exemplo.

São utilizados para a medida de baixas temperaturas, usando-se o gás hélio, cuja temperatura de condensação, sob pressão atmosférica, é de

aproximadamente

-269°C.



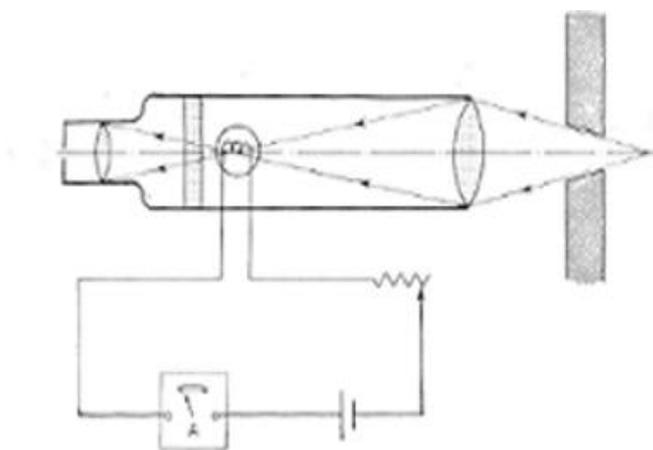
□ Atualmente são utilizados os **termômetros de radiação** que atuam a grandes distâncias, isto é, sem contato com o objeto. São usados nos satélites meteorológicos para a obtenção da temperatura na atmosfera e na superfície da Terra e podem medir temperaturas entre -50°C e 3000°C.

Pode ser utilizado para a medida de temperatura de qualquer sistema que emite radiação eletromagnética na forma de luz visível ou radiação infravermelha, assim como a radiação de corpo negro. Um exemplo de termômetro desse tipo é o pirômetro óptico.

Através da radiação infravermelha, pode-se fazer a imagem da distribuição de temperatura do corpo humano localizando infecções, ou detectar problemas com a rede elétrica encontrando os pontos onde os fios estão mais quentes.

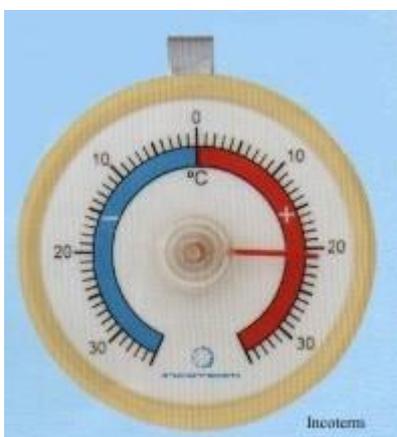
Também são usados em equipamentos de visão noturna sendo possível identificar pessoas, animais e até vegetais mais quentes que outros em uma floresta. A essa técnica dá-se o nome de **termografia**.

Para altas temperaturas utiliza-se o termômetro conhecido por **pirômetro óptico** que é utilizado para a medida de temperaturas de metais incandescentes, fornalhas ou estrelas, pois pode ser usado à distância e pode medir temperaturas acima do ponto de fusão dos materiais que o constituem.



O pirômetro óptico é formado por um telescópio que contém um filtro, uma ocular e uma lâmpada. Através do telescópio é possível observar o filamento da lâmpada e comparar com a cor emitida pelo sistema que

estamos medindo. Isto só é possível porque o filamento da lâmpada está ligado a uma bateria, a um amperímetro e a um reostato que permite variar a corrente elétrica através do filamento e, portanto, sua luminosidade até igualá-la a do sistema e assim teremos o valor da temperatura que está associada a valores da corrente elétrica.



Há ainda o **termômetro de lâmina bimetalica** que é constituído por duas lâminas de metais diferentes soldadas uma com a outra e que, quando aquecidas, dilatam-se. Como os metais são diferentes, com a variação de temperatura, um se dilata mais que o outro o que provoca um encurvamento da lâmina. Há também os que tem forma de espiral com uma

extremidade fixa e a outra livre, com um ponteiro que gira com o aquecimento indicando a temperatura em um mostrador.

Termômetros desse tipo funcionam entre temperaturas de -5°C e 300°C e são utilizados no controle de temperatura de fornos, ferros elétricos e saunas.



- Existem ainda os **termômetros digitais** baseados em propriedades elétricas ou eletrônicas. Podem ser encontrados em relógios de pulso e em equipamentos eletrônicos como computadores.

A medida da temperatura é feita através da variação de suas características elétricas. Os mais comuns utilizam um resistor que faz parte de um circuito elétrico que aciona o indicador de temperatura de acordo com o valor da resistência.

□ O controle da temperatura e sua medida também são realizadas através dos dispositivos denominados **termopares** que são usados em painéis de automóveis para a indicação da temperatura do motor. Geralmente há uma lâmpada que acende quando há superaquecimento. Podem medir até 1800°C, sendo também utilizados na indústria, na medida da temperatura de fornos de fundição de metais e vidros.

O sensor de um termopar ou par termoelétrico é composto por dois fios de metais diferentes soldados nas extremidades e, quando aquecidos, produzem uma corrente elétrica que depende da temperatura assim como no pirômetro óptico.

Por que deve ser feita a calibração de um termômetro?

Todo termômetro é baseado em alguma propriedade física de uma substância que depende da temperatura, seja ela sólida, líquida ou gasosa.

Os termômetros baseados em substâncias diferentes ou propriedades diferentes podem registrar valores ligeiramente diferentes de temperaturas iguais, por isso, foi estabelecido que o termômetro a gás a volume constante seria utilizado como padrão e, portanto, os demais termômetros devem ser calibrados a partir dele.

Fonte:

Gonçalves, L. J. **Termômetro**. 2004. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>> Acesso em 15 de março de 2019.

ANEXO F – TEXTO COMPLEMENTAR - ESCALA DE FAHRENHEIT

Escala de Fahrenheit

Definição

A **Escala de Fahrenheit** é uma escala de temperaturas em que 32 ° representa o ponto de fusão do gelo e 212 ° representa o ponto de ebulição da água pura sob pressão atmosférica padrão.

Qual é a História da Escala Fahrenheit?

A **escala de Fahrenheit**, que mede a temperatura, foi criada por Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), um cientista alemão-holandês, em 1724.

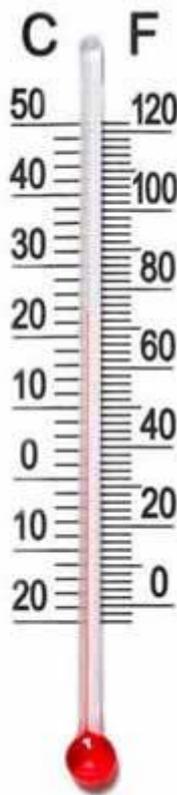
Ele dedicou grande parte de sua vida à medição de temperatura e também inventou os termômetros de álcool e mercúrio.

Na **escala de Fahrenheit**, o ponto em que a água congelada derrete é de 32°, e o ponto em que ela ferve é de 212°. Entre esses dois pontos está exatamente 180°, um número facilmente divisível em um termostato. Embora saibamos com certo grau de certeza quais medidas o cientista usou para determinar sua escala, seu processo de chegar à escala final é amplamente desconhecido.

Várias histórias circularam sobre como Fahrenheit inventou sua escala. Uma delas é que ele estabeleceu 0° como a temperatura mais fria que ele poderia medir ao ar livre durante o inverno de 1708 a 1709 em Danzig (Gdansk), na Polônia.

Essa medida e sua própria temperatura corporal, que ele mediu a 100°, foram as duas marcas nas quais ele baseou o resto de sua escala.

Muitos pensam que seu termômetro estava desligado ou que ele estava com febre naquele dia, resultando na leitura relativamente alta da temperatura corporal. A escala foi então dividida em 12 segmentos separados, que depois foram divididos em oito, criando uma escala de 96 graus separados.



Fahrenheit refere-se a uma medida de temperatura.

Em outra história, **Fahrenheit** calculou 0° tomando uma medida do ponto em que partes iguais de sal e gelo misturadas se fundem. Ele então estabeleceu 96° como a temperatura do sangue. Ainda outra história sustenta que ele cooptou a escala de temperatura de Ole Rømer. Com essa escala, 7,5° é o ponto de congelamento da água.

Fahrenheit multiplicou esse número para se livrar das frações e, em seguida, refigurou 32° como ponto de congelamento da água, com 64 graus separando a temperatura do corpo a 96°. Ele então marcou graus usando seis linhas.

Alguns acreditam que **Fahrenheit** era um maçom, e porque há 32 graus de iluminação, ele escolheu usar 32 como a temperatura de fusão da água. Graus também são usados como níveis com os maçons, daí o uso da palavra na escala. No entanto, não há evidências documentadas de que o cientista fosse um maçom.

Em outra história, diz-se que **Fahrenheit** acreditava que uma pessoa congelaria até a morte a 0° e morreria de insolação a 100°. Isto criou uma

escala de 0° a 100° que englobou o intervalo de temperaturas habitáveis. Outra história afirma que ele registrou o ponto de fusão da água, o ponto de ebulição e a temperatura do corpo de um humano, e então colocou os pontos de fusão e ebulição exatamente a 180 graus de distância. Uma história muito pesquisada diz que Fahrenheit observou o ponto de fusão da manteiga como 100° e a definiu de acordo.

Como os graus Fahrenheit são 5/9 graus Celsius, é mais fácil fazer medições exatas sem usar frações na **escala Fahrenheit**. Essa escala continua a ser usada nos Estados Unidos, embora a maioria dos outros países que usam o sistema métrico tenha mudado para Celsius nas décadas de 1960 e 1970.

Qual é a diferença entre Fahrenheit e Celsius?

A principal diferença entre **Fahrenheit e Celsius** é seus valores relativos tanto para os pontos de congelamento quanto para os pontos de ebulição. Isso faz com que quase todos os outros pontos de temperatura no termômetro sejam diferentes também.

O **Celsius** é considerado um padrão mundial devido à sua facilidade de uso, mas um número significativo de países ainda opera no **sistema Fahrenheit** para muitas aplicações, como informações sobre clima e culinária. Deve-se notar que a referência ao congelamento e ebulição é para água.

Fahrenheit e Celsius são facilmente compreensíveis, mas os pontos de congelamento e ebulição são mais difíceis de lembrar para Fahrenheit, simplesmente porque eles são tão desajeitadamente colocados na balança. Esta é a principal razão pela qual a escala Celsius entrou em uso generalizado.

Os pontos de congelamento nestas escalas são geralmente mais conhecidos do que os pontos de ebulição, pelo menos para a pessoa comum. Isso ocorre porque ambos são pontos muito importantes relacionados ao clima. Na escala Celsius, o ponto de congelamento é listado como 0°. O ponto de congelamento na escala de Fahrenheit é de 32°.

Da mesma forma, os pontos de ebulição também são diferentes, com o número mais fácil sendo 100°, que é o ponto de ebulição na escala Celsius.

Na **escala de Fahrenheit**, o ponto de ebulição é de 212°. Dado o número arredondado para Celsius, ele pode ajudar a tornar muitos cálculos muito mais fáceis quando se considera o ponto de ebulição.

Embora as vantagens geralmente favoreçam o **sistema Celsius**, há uma grande desvantagem na escala Celsius. A variação real de temperatura entre pontos numéricos naturais é maior no sistema Celsius, simplesmente porque há menos pontos numéricos naturais entre o congelamento e a ebulição. Portanto, para ser mais exato na temperatura real, decimais e frações se tornam mais importantes no sistema Celsius.

Converter Fahrenheit e Celsius em cada escala requer o uso de uma fórmula matemática simples.

Para converter **Celsius para Fahrenheit**, (adicionar número) ° C x 9/5 + 32 = (resultado) ° F.

Para converter **Fahrenheit para Celsius**, (adicionar número ° F-32) x 5/9 = resultado ° C.

Fórmulas de conversão

Fahrenheit para Celsius: Subtraia 32, multiplique por 5 e divida por 9

Celsius a Fahrenheit: multiplique por 9, divida por 5 e, em seguida, adicione 32

Fahrenheit para Kelvin: Subtraia 32, multiplique por 5, divida por 9 e, em seguida, adicione 273.15

Kelvin para Fahrenheit: Subtraia 273,15, multiplique por 1,8 e some 32

Fonte: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/escala-de-fahrenheit>

ANEXO G – APOSTILA DE TERMOMETRIA E DILATAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

TERMOMETRIA E DILATAÇÃO

TEMPERATURA

No Estudo da Termodinâmica, que trata de fenômenos relacionados aos conceitos de temperatura e calor. Comparando a natureza da termodinâmica com a da mecânica. Percebe-se que as leis da mecânica aplicam-se, a princípio, tanto a corpos macroscópicos como aos corpos microscópicos, todavia passam por alterações profundas na escala atômica e subatômica. A desenvolvimento da termodinâmica é continuamente, uma descrição macroscópica, que só é possível ser aplicada a sistemas com um número extremamente grande de partículas. De acordo com a História, as leis da termodinâmica foram obtidas como leis empíricas, de natureza fenomenológica.

Temperatura é uma grandeza que relaciona as nossas sensações de quente e frio. Sua medida é feita usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade calculável, que pode variar de forma regular quando a substância tem sua temperatura aumenta ou diminuída.

No momento em que um termômetro e outro objeto são colocados em contato, ambos atingem, após algum tempo, a mesma temperatura o equilíbrio térmico. Depois que atingido o equilíbrio térmico, a temperatura do

outro objeto é considerada como a leitura do termômetro, ou seja, por isso o termo equilíbrio térmico, fato em que os dois possuem a mesma temperatura. Esse fenômeno é simples de evidenciar, em razão da lei zero da termodinâmica: No caso de corpos A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, no caso, um termômetro, Ambos os corpos, A e B. também estarão em equilíbrio térmico entre si. A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na Escala Kelvin, cuja unidade é o *kelvin* (K), em homenagem a Lord Kelvin. Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura. No Brasil adota-se, ou seja, é mais frequente usar a temperatura na Escala Celsius ou Centigrado ($^{\circ}\text{C}$).

A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

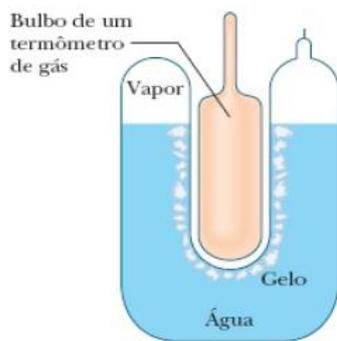
As propriedades de muitos objetos mudam consideravelmente quando são submetidos a uma variação de temperatura. Eis alguns exemplos: quando a temperatura aumenta, o volume de um líquido aumenta; uma barra de metal fica um pouco mais comprida; a resistência elétrica de um fio aumenta e o mesmo acontece com a pressão de um gás confinado. Quaisquer dessas mudanças podem ser usadas como base de um instrumento que nos ajude a compreender o conceito de temperatura.

MEDIDA DA TEMPERATURA - O PONTO TRIPLO DA ÁGUA

Para criar uma escala de temperatura, escolhemos um fenômeno térmico reprodutível e, arbitrariamente, atribuímos a ele uma temperatura. Como por exemplo, temos o ponto triplo da água. A água, o gelo e o vapor d'água podem coexistir, em equilíbrio térmico, para apenas um conjunto de valores de pressão e temperatura. A Figura 1, mostra uma célula de ponto triplo, na qual este chamado ponto triplo da água pode ser obtido em laboratório. Por acordo internacional, foi atribuído ao ponto triplo da água o valor de 273,16 K como a temperatura-padrão para a calibração dos termômetros, ou seja, em que o

índice 3 significa “ponto triplo”. O acordo também estabelece o valor do kelvin como $1/273,16$ da diferença entre o zero absoluto e a temperatura do ponto triplo da água.

Figura 1 : Uma célula de ponto triplo, na qual gelo (sólido), água (líquido) e vapor (gás) estão em equilíbrio térmico. Por acordo internacional, a temperatura da mistura foi definida como 273,16 K. O bulbo de um termômetro de gás a volume constante é mostrado no centro da célula.



Fonte: HALLIDAY, 2006

DILATAÇÃO TÉRMICA

Por diversas às vezes, para conseguir separar a tampa metálica de um pote de vidro, basta colocar em um recipiente com água quente. Tanto a tampa metálica quanto o vidro do recipiente dilatam-se quando a água quente fornece calor (energia térmica) as moléculas. Com isso os átomos se afastam mais uns dos outros, atingindo um novo ponto de equilíbrio com as forças elásticas Inter atômicas que mantêm os átomos unidos em um sólido. Mas, como os átomos do metal se afastam mais uns dos outros que os átomos do vidro, a tampa se dilata-se mais do que o pote e, portanto, fica frouxa, e dois separam-se. A **dilatação térmica** dos materiais com o aumento de temperatura deve ser levada em conta em muitas situações da vida prática.

As propriedades de dilatação térmica de alguns materiais podem ter aplicações práticas. Os termômetros baseiam no fato de que líquidos como o mercúrio e o álcool se dilatam mais do que os tubos de vidro que os contêm.

DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA

Se todas as dimensões de um sólido aumentam com a temperatura, é evidente que o volume do sólido também aumenta. No caso dos líquidos, a dilatação volumétrica é a única que faz sentido. Se a temperatura de um sólido ou de um líquido cujo volume é V aumenta de um valor ΔT , o aumento de volume correspondente é:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

em que γ é o **coeficiente de dilatação volumétrica** do sólido ou do líquido. Os coeficientes de dilatação volumétrica e de dilatação linear de um sólido estão relacionados pela equação:

$$\gamma = 3 \cdot \alpha$$

O líquido mais abundante na natureza, a água, tem comportamento bem diferente dos outros líquidos. Acima de 4°C, a água dilata-se quando a temperatura aumenta, como ocorre com os outros líquidos. Mas entre 0 e 4°C, a água se contrai-se quando a temperatura aumenta. Com isso, em torno de 4°C, a massa específica da água passa por um pico. Esse comportamento da água é a razão pela qual os lagos congelam de cima para baixo e não o contrário. Quando a água da superfície é resfriada, por exemplo, em torno de 10°C, a água torna-se mais densa, isto é, fica mais pesada, que a água mais abaixo e afunda. Já para as temperaturas abaixo de 4°C, ocorre, um resfriamento suplementar, faz com que a água que está na superfície fique menos densa, isto é, fica mais leve que a água mais abaixo, logo, a água permanece na superfície até solidificar. Então, esta água da superfície, torna-se gelo, e a água mais abaixo continua no estado líquido. Se as águas dos lagos congelassem de baixo para cima, o gelo assim formado não derreteria totalmente no verão, pois estaria isolado pela água mais acima. Após alguns períodos de ano, muitos mares e lagos nas zonas temperadas da Terra permaneceriam congelados o ano inteiro, o que tornaria impossível a vida aquática.

DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS

Os líquidos sofrem dilatação obedecendo as mesmas leis estudadas para os sólidos. Mas, é necessário lembrar apenas o fato de que, os líquidos não possuem formato próprio, e sim possuem a forma do recipiente, sendo que não se faz a importância de estudar da dilatação linear (em uma dimensão) e a dilatação superficial (em duas dimensões) dos líquidos. O que realmente é notório nessa análise, é o conhecimento de sua dilatação volumétrica. Por essa razão, para os líquidos, foram construídos tabelas referentes aos coeficientes de dilatação volumétrica. De acordo com a tabela.

Tabela 1: Coeficientes de dilatação volumétrica

Coeficientes de dilatação volumétrica	
substância	γ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Álcool etílico	$0,75 \times 10^{-3}$
Dissulfeto de carbono	$1,2 \times 10^{-3}$
Glicerina	$0,5 \times 10^{-3}$
Mercúrio	$0,18 \times 10^{-3}$
Petróleo	$0,9 \times 10^{-3}$

Fonte: FRANCISCO et al, 2006.

DILATAÇÃO DO RECIPIENTE E DILATAÇÃO APARENTE

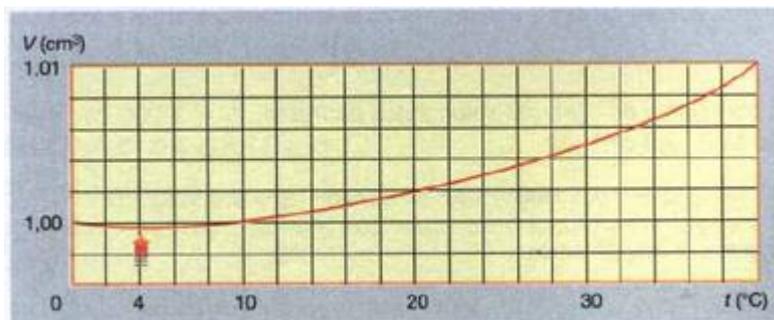
Para ressaltar a dilatação de um determinado líquido, este por sua vez deverá estar em um recipiente, o qual será aquecido juntamente com o líquido. Logo, os dois, recipiente e líquido, sofrerão dilatação e, sabe-se que a capacidade térmica do recipiente aumenta, a dilatação observada, no caso do líquido, será apenas uma dilatação aparente. Já a dilatação real do líquido será maior do que a dilatação aparente com a dilatação volumétrica do recipiente. Mas, se usarmos um recipiente em que o coeficiente de dilatação é muito pequeno, isto é, a dilatação aparente praticamente torna-se sua dilatação real.

DILATAÇÃO IRREGULAR DA ÁGUA

Como já foi observado, os corpos sólidos e líquidos, geralmente, têm seu volume aumentando quando sua temperatura é elevada. Contudo, outras substâncias, em determinadas variações de temperatura, podem apresentar um comportamento inverso, ou seja, diminuem de volume quando sua temperatura é aumentada. Deste modo, determinadas substâncias, nestas variações, terá o coeficiente de dilatação negativa.

Usando como exemplo, a água, que é uma das substâncias que apresenta tal irregularidade na dilatação. Esse fenômeno ocorre quando a temperatura da água é aumentada, entre 0 °C e 4 °C, o seu volume diminui (sofre contração). Quando sua temperatura passa para valores acima de 4 °C, a água dilata-se normalmente como a maioria das substâncias. No gráfico da figura 1, volume x temperatura, temos para a água o seguinte. Entretanto, uma determinada massa de água tem um volume mínimo a 4 °C, portanto, sua densidade é máxima, nesta temperatura.

Figura 2: O volume de uma dada massa de água é mínimo a 4 °C



Fonte: FRANCISCO et al, 2006.

:

Isso prova, porque, em países onde o inverno é muito rigoroso, os lagos e rios congelam em sua superfície, a água com maior densidade localiza-se no fundo, em outras palavras, a temperatura de 4 °C (figura 3). Este fenômeno é de importante para a fauna e da flora desses lugares para que sejam sempre preservados. Caso a água não apresentasse esta anomalia na dilatação,

poderiam ocasionar danos irreversíveis, às plantas e animais aquáticos, aos rios e lagos se congelariam em sua totalidade.

Figura 3: Quando um lago se congela, forma-se apenas uma camada de gelo em sua superfície. Abaixo desta camada encontra-se água a 4 °C.



Fonte: FRANCISCO et al, 2006.

Em 1742, o astrônomo e físico sueco ANDERS CELSIUS (1701 – 1744) apresentou a Real Sociedade sueca sua escala, que adotava “zero” para o ponto de ebulição da água e 100 para seu ponto de congelamento. Foi o biólogo sueco CARLOS LINEU (1707 – 1778) quem, em 1745, propôs a Inversão dos valores. Estabelecendo a escala definitiva usada até hoje – zero para o ponto de gelo e 100 para o ponto de Ebulição da água. A substituição do nome da unidade (de grau centígrado para grau Celsius) e a adoção do nome da escala (escala Celsius) ocorreu apenas em 1948.

A escala científica adotada hoje é a escala absoluta, criada em 1848 pelo físico inglês conhecido como LORD KELVIN(1824 – 1907). A unidade de

medida dessa Escala, o Kelvin (K), é a unidade de temperatura termodinâmica no SI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCISCO, Ramalho; FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo. **Os fundamentos da física**. 10ª ed. Vol. 2. São Paulo: Moderna, 2006.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. Vol 2, 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2016.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física – Ensino Médio, vol.2** – 1ª edição, Editora Scipione, São Paulo, 2006.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica, Vol. 2**, 4 edição, Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2002.