



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA (IMEF)
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – MNPEF – PÓLO 21**

**CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE
BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ESTUDO DE FÍSICA NO
ENSINO MÉDIO**

Marco César de Oliveira Mendes

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

**Orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro
Coorientadora: Prof. Dra. Aline Guerra Dytz**

**Rio Grande
Maio de 2021**

**CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE
BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O
ESTUDO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Marco César de Oliveira Mendes

**Orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro
Coorientadora: Prof. Dra. Aline Guerra Dytz**

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

Aprovada por:



Prof. Dr. Everaldo Arashiro



Prof.ª Dr.ª Maria Eugênia Silva Nunes



Prof. Dr. Luis Dias Almeida

**Rio Grande
Maio de 2021**

M538c Mendes, Marco César de Oliveira

Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de física no ensino médio / Marco César de Oliveira Mendes. – 2021.

87 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande–FURG, Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Rio Grande/RS, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro

Coorientadora: Prof. Dra. Aline Guerra Dytz

1. Física 2. Ensino de Física 3. Ensino Superior I. Arashiro, Everaldo II. Dytz, Aline Guerra III. Título.

CDU 37:53

Catálogo na Fonte: Bibl. Esp. Roseli Senna Prestes CRB 10/1601

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a minha esposa Graciane Oliveira de Moura, minha maior incentivadora, de quem recebi total apoio”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, irmãos e sogros, por todo o carinho e amor dedicado a mim;

Agradeço aos meus pais Valter Machado Mendes e Janira Mitzi de Oliveira Mendes por toda uma vida de dedicação, me orientando e mostrando que o caminho do sucesso e da realização profissional é através da educação;

Agradeço aos meus filhos Renan de Souza Mendes e Bruno de Moura Pinho e minha nora Vanessa Vasconcelos de Souza, pelo apoio e incentivo;

Agradeço a minha neta Helena Souza de Moura, pela serenidade e tranquilidade passadas a mim;

Agradeço ao meu Orientador Professor Dr. Everaldo Arashiro e minha co-Orientadora Professora Dra. Aline Guerra Dytz, por quem passei a ter admiração e respeito. Por toda sua dedicação e orientação, contribuindo para formação acadêmica e profissional;

Agradeço aos professores do MNPEF, que contribuíram para minha formação, em especial, Professor Dr. Everaldo Arashiro, Professora Dra. Aline Guerra Dytz, Professora Dra. Agueda Maria Turatti, Professor Dr. Claudio Massumi Maekawa, Professor Dr. Luis Dias Almeida, Professora Dra. Virgínia Mello Alves, Professor Dr. Jorge Luis Pimentel Junior, Professor Dr. Cristiano Brenner Mariotti, Professor Dr. Luiz Fernando Mackedanz e Professor Dr. Jesus Ramon Briceno Barrios (In Memoriam).

Agradeço aos meus colegas, Luís Henrique, Jader, Pedro, Alexsandro, Marcel, Gabriela e Carina, pela amizade, troca de experiências ao longo do curso;

Agradeço à equipe diretiva do Colégio Cassiano do Nascimento, direção e supervisão escolar; pelo apoio, carinho e amizade transmitidos a mim durante esse período de estudo.

Agradeço aos alunos, que participaram com toda dedicação durante a aplicação deste trabalho, mesmo durante o período controverso que passamos;

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

RESUMO

CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ESTUDO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Marco César de Oliveira Mendes

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Arashiro
Co-Orientadora: Prof. Dra. Aline Guerra Dytz

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

Este trabalho é o resultado de um produto educacional para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que propõe a construção de miniestação meteorológica para associação teórico prática do ensino de física. O produto foi aplicado de forma remota para alunos do 1º ano do ensino médio devido a situação de pandemia de COVID-19 durante o período da realização deste trabalho. Foram elaboradas aulas com enfoque em termos utilizados em nosso dia a dia que são questões inerentes a análise meteorológica, voltadas para o ensino médio; de forma a auxiliar em uma melhor compreensão e aprendizagem significativa. Utilizou-se a elaboração e construção de equipamentos básicos de baixo custo, para a observação qualitativa de alguns fenômenos meteorológicos, de forma que os alunos pudessem realizar suas montagens utilizando materiais recicláveis e em suas residências. A construção foi feita em grupos de trabalho remoto, de forma que os alunos pudessem interagir e discutir as montagens. A avaliação foi feita através de questionário com questões sobre o conteúdo desenvolvido ao longo das aulas antes e depois do produto ser aplicado.

Palavras-chave: ensino de física, construção, miniestação meteorológica, aprendizagem significativa, grupos de trabalho, laboratório.

ABSTRACT

CONSTRUCTION OF A WEATHER KIT WITH LOW-COST MATERIALS AS A PROPOSAL FOR THE PHYSICS STUDY IN HIGH SCHOOL

Marco César de Oliveira Mendes

Advisor: Prof. Dr. Everaldo Arashiro

Co-Supervisor: Prof. Dr. Aline Guerra Dytz

Master's Dissertation submitted to the Post-Graduation Program (name given at the institution) in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Teaching.

This work is the result of an educational product for the National Professional Master's Degree in Physics Teaching, which proposes the construction of meteorological mini-station for theoretical and practical association of physics teaching. The product was applied remotely to students in the 1st year of high school due to the COVID-19 pandemic situation during the period of this work. Classes were developed with a focus on terms used in our daily lives, which are issues inherent to meteorological analysis, focused on high school; in order to assist in better understanding and meaningful learning. The elaboration and construction of low-cost basic equipment was used for the qualitative observation of some meteorological phenomena, so that students could carry out their assemblies using recyclable materials and in their homes. The construction was done in remote work groups, so that the students could interact and discuss the assemblies. The evaluation was done through a questionnaire with questions about the content developed during the classes before and after the product was applied.

Keywords: physics teaching, construction, meteorological mini-station, meaningful learning, work groups, laboratory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Clapeyron - pressão x volume.....	26
Figura 2 – Diagrama de Clapeyron - curvas isotermas e adiabáticas.....	27
Figura 3a – Diagrama de Clapeyron - transformação isotérmica.....	30
Figura 3a – Diagrama de Clapeyron - transformação isovolumétrica.....	30
Figura 3a – Diagrama de Clapeyron - transformação isobárica.....	30
Figura 4 – Transferência de calor.....	31
Figura 5 – Diagrama de Clapeyron – energia interna.....	32
Figura 6 – Diagrama de Clapeyron – ciclo de Carnot.....	36
Figura 7 – Gráfico referente a questão 1.....	45
Figura 8 – Gráfico referente a questão 2.....	46
Figura 9 – Gráfico referente a questão 3.....	47
Figura 10 – Gráfico referente a questão 4.....	48
Figura 11 – Gráfico referente a questão 5.....	49
Figura 12 – Gráfico referente a questão 6.....	50
Figura 13 – Gráfico referente a questão 7.....	51
Figura 14 – Gráfico referente a questão 8.....	52
Figura 15 – Gráfico referente a questão 9.....	53
Figura 16 – Gráfico referente a questão 10.....	54
Figura 17 – Gráfico referente a questão 11.....	55
Figura 18 – Gráfico referente a questão 12.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados da escola

Tabela 2 – Cronograma

LISTA DE SIGLAS

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MEC – Ministério da Educação e Cultura

INEP – Instituto Nacional e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ODM – Objetivo de Desenvolvimento Mundial

ONU – Organização das Nações Unidas

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ – Parâmetros Curriculares Nacionais Mais

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

OMM – Organização Meteorológica Mundial

WMO – World Meteorological Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVOS GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1. VYGOSTSKY E O DESENVOLVIMENTO ATRAVÉS DA INTERAÇÃO SOCIAL.....	21
3.2. PAULO FREIRE E A PRÁTICA EXPERIMENTAL NA SALA DE AULA.....	22
4. TERMODINÂMICA	25
4.1. TRABALHO REALIZADO POR UM GÁS.....	26
4.2. PROCESSOS ISOTÉRMICO, ISOBÁRICO E ISOCÓRICO.....	27
4.3. TRABALHO EXERCIDO POR UM GÁS.....	28
4.4. CALOR.....	30
4.5. ENERGIA INTERNA.....	31
4.6. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.....	34
4.7. CAPACIDADE TÉRMICA OU CALORÍFICA.....	34
4.8. EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA CALORIMETRIA.....	35
4.9. CICLO DE CARNOT.....	35
4.10. ENTROPIA.....	37
5. INFORMAÇÕES SOBRE A ESCOLA ONDE O PRODUTO FOI APLICADO	39
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
10. ANEXOS	
ANEXO A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	63
ANEXO B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....	64

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física é visto por muitos como um conteúdo abstrato, teórico e de difícil compreensão, as aulas de física em sua maioria são teóricas e se resumem a conceitos e resolução de exercícios. A aula experimental de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem e torna-se um facilitador na compreensão dos conteúdos ensinados nas aulas de física. A aula experimental adiciona-se ao conteúdo ministrado pelo professor e torna-se importante ferramenta no processo ensino-aprendizagem, com intuito de instigar o espírito investigativo do aluno, fazendo com que o mesmo aguace sua curiosidade e a prática contribua para seu conhecimento.

No ensino tradicional, onde o professor é um transmissor de conhecimentos, possui a verdade absoluta e cabe ao aluno, sem questionar, seguir suas orientações e reproduzir através de testes que visam a memorização de determinados assuntos tratados em sala de aula. Os alunos decoram equações e nem sempre conseguem compreender como podem ser utilizadas no seu cotidiano. Nas aulas de Física, a maioria dos conceitos discutidos e tratados em sala de aula já possui um pré-conceito concebido pelo aluno baseado em seu senso comum.

Salienta-se que a atividade experimental não substitui a prática pedagógica utilizada pelo professor, mas sim, utiliza os conceitos já discutidos e estudados em sala de aula pelo professor com os alunos, proporcionando um maior esclarecimento e entendimentos sobre os conceitos científicos, substituindo o conceito abstrato pela interação com seu cotidiano e os fenômenos que os cercam. De posse do conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva dos alunos, por meio da atividade experimental os alunos comprovarão ou não, suas concepções prévias, ou comprovarão os conceitos discutidos em sala aula.

O presente produto educacional tem por finalidade incentivar o aprendizado e estimular a pesquisa, despertar o aluno para a atividade e o trabalho científico, associando a ciência ao cotidiano.

O clima e o tempo são dois conceitos presentes em nossas vidas; embora tratem dos mesmos fenômenos, porém em momentos distintos. Enquanto o clima analisa fenômenos a médio e longo prazo (estudado pela climatologia) o tempo estuda a análise de fenômenos meteorológica em curto prazo (estudado pela meteorologia),

proporcionando as previsões. Com o advento da tecnologia cada vez mais presente na sociedade, os conceitos prévios dos alunos são vinculados com a existência de satélites, acesso a programas de computação via internet, alguns até são familiarizados com arduínos e aplicativos de *smatphones* que facilitam e informam quase que instantaneamente uma grande quantidade de informações. Mesmo com toda tecnologia a nosso favor, a previsão meteorológica é feita a partir do contato do homem com a natureza, seja através de observações do ambiente; seja através das sensações sentidas por nós.

A proposta elaborada para o produto educacional, é que aos alunos construam aparelhos meteorológicos, de forma que a mensuração se torne qualitativa. Ao aplicar os conceitos estudados em sala de aula no 1º ano do ensino médio com os aparelhos utilizados na medição da estação meteorológica, proporcionou-se aos alunos o real entendimento destes conceitos e sua aplicabilidade em nosso cotidiano. Com o embasamento teórico discutido em sala de aula, com a prática experimental das medidas executadas, foram discutidos e conceituados os fenômenos ligados à meteorologia que nos cercam.

Segundo a LDB, a finalidade do ensino médio, em seu artigo 35º, inciso IV é: a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Sendo este um desafio constante para professores de física, conseguir trazer para sala de aula a aplicação no dia a dia do conteúdo estudado pelo aluno. As pesquisas têm mostrado que o cérebro consegue acumular informação com mais rapidez quando o ser humano vê, toca, sente e constrói.

Em consonância com isto; dados do MEC/INEP (2016) mostram que, no Brasil, apenas 20% das escolas públicas e 47% das escolas privadas dispõem de um espaço físico para a realização de aulas práticas. O ensino tradicional na área das ciências da natureza (física, biologia e química), não tem sido muito eficaz no preparo do aluno para ingressar em cursos superiores e no mercado de trabalho. Falta capacitar o aluno para avaliar alternativas, agir criticamente ou trabalhar em grupos. Segundo Libâneo (1990) a aprendizagem escolar é um processo de assimilação de determinados conhecimentos e modos de ação física e mental, organizados e orientados no processo de ensino.

Associar teoria e prática em sala de aula, tornar o aluno um cidadão crítico, ser sujeito e engajado nas questões do meio ambiente e da sociedade que o cerca é um desafio no qual todo professor se depara. Trabalhar a prática em sala de aula partindo do pressuposto que o aluno irá construir não só os conceitos trabalhados em aula, mas também produzirá o experimento que lhe dará suporte para este conhecimento.

O ano de 2015 apresentou uma oportunidade histórica e sem precedentes para reunir os países e a população global e decidir sobre novos caminhos, no sentido de melhorar a vida das pessoas. Essas decisões determinarão o curso global para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas.

Neste ano, os países tiveram a oportunidade de adotar a nova agenda de desenvolvimento sustentável e chegar a um acordo global sobre mudança climática. As ações tomadas em 2015 resultaram nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que se baseiam nos oito Objetivos de desenvolvimento de Milênio (ODM), os quais vigoraram de 2000 a 2015 e trouxeram avanços significativos, como a redução dos níveis globais de pobreza, diminuição dos óbitos na infância, aumento do número de crianças frequentando a escola primária e expansão do acesso a água potável.

O produto educacional tem uma proposta de construção de equipamentos meteorológicos com materiais de baixo custo, acessíveis ou reciclados. Ao trabalhar com tais materiais, o aluno toma consciência que está contribuindo para preservação do planeta e diminuição da poluição.

O presente trabalho executado em sala de aula virtual com os alunos enquadra-se no ODS número 4, o qual se refere a assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos (ONU BR. A Agenda 2030, 2015):

4.1 Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes.

4.2 Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos tenham acesso a um desenvolvimento de qualidade na primeira infância, cuidados e educação pré-escolar, de modo que eles estejam prontos para o ensino primário.

4.3 Até 2030, assegurar a igualdade de acesso para todos os homens e mulheres à educação técnica, profissional e superior de qualidade, a preços acessíveis, incluindo universidade.

4.4 Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo.

4.5 Até 2030, eliminar as disparidades de gênero na educação e garantir a igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para os mais vulneráveis, incluindo as pessoas com deficiência, povos indígenas e as crianças em situação de vulnerabilidade.**4.6** Até 2030, garantir que todos os jovens e uma substancial proporção dos adultos, homens e mulheres estejam alfabetizados e tenham adquirido o conhecimento básico de matemática.

4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.

4.a Construir e melhorar instalações físicas para educação, apropriadas para crianças e sensíveis às deficiências e ao gênero, e que proporcionem ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos

4.b Até 2020, substancialmente ampliar globalmente o número de bolsas de estudo para os países em desenvolvimento, em particular os países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países africanos, para o ensino superior, incluindo programas de formação profissional, de tecnologia da informação e da comunicação, técnicos, de engenharia e programas científicos em países desenvolvidos e outros países em desenvolvimento.

4.c Até 2030, substancialmente aumentar o contingente de professores qualificados, inclusive por meio da cooperação internacional para a formação de professores, nos países em desenvolvimento, especialmente os países menos desenvolvidos e pequenos Estados

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar um conjunto de práticas que possibilitassem aos alunos melhor compreensão dos fenômenos estudados em física em sala de aula

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) aplicação de um questionário para avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos;
- b) construção de equipamentos meteorológicos de baixo custo para estudo e análise de conceitos físicos estudados em sala de aula;
- c) teste dos equipamentos construídos pelos alunos;
- d) observação e relato dos resultados obtidos com uso dos equipamentos;
- e) reaplicação do teste para comparação com as respostas após aplicação do produto educacional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A inclusão da atividade experimental durante o processo de aprendizagem dos alunos, agregada a atividades experimentais (no caso deste trabalho a proposta além da experimentação, envolve a construção de equipamentos pelos alunos) é fator que se soma a esta aprendizagem para despertar a curiosidade, a partir de uma proposta pedagógica que torna o aluno protagonista deste processo. A proposta deste trabalho é incentivar os alunos na prática da construção de equipamentos e com isso motivar o entendimento dos fenômenos físicos envolvidos e com isso garantir que eles assimilem o conteúdo teórico de forma mais positiva e interessante, despertando o conhecimento pelas ciências.

A educação brasileira está orientada por diversas diretrizes e documentos, dentre eles estão: os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM e PCN+) e a Base Nacional do Currículo Comum (BNCC). Os PCNs objetivam orientar os profissionais da educação acerca da organização curricular de cada disciplina. Havendo a necessidade de formular e complementar os PCN+, complementando os PCNs. Estes documentos orientam e norteiam os profissionais da educação em relação às suas práticas pedagógicas e estendem-se as escolas das redes públicas e privadas.

Os PCNEMs orientam os professores a alcançarem as metas educacionais de cada disciplina, dessa forma conduzindo a Ciência, em especial a Física, como ferramenta de percepção do mundo. De acordo com PCNEMs (2000), a necessidade de criação de novos parâmetros seria sair do ensino preparatório, que deu certo durante muitos anos, e migrar para o novo Ensino Médio.

Desde a sua publicação, PCNEM constituíram-se como um dos documentos oficiais mais relevantes a respeito das significativas mudanças pelas quais a Física no Ensino Médio vem passando. Baseado na legislação em vigor (dentre elas a Lei das Diretrizes e Bases da Educação - LDB), os PCNEM afirmam que [PCNEM 2000]:

A LDB/96, ao considerar o Ensino Médio como última e complementar etapa da Educação Básica, e a Resolução CNE/98, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que organizam as áreas de conhecimento e orientam a educação à promoção de valores como a sensibilidade e a solidariedade, atributos da cidadania, apontam de que forma o aprendizado de Ciências e de Matemática, já iniciado no Ensino Fundamental, deve encontrar complementação e aprofundamento no Ensino Médio. Nessa nova

etapa, em que já se pode contar com uma maior maturidade do aluno, os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos. [p. 6]

Observam-se nesse documento os “objetivos educacionais” do novo Ensino Médio, para os quais se atribui “maior ambição formativa”. Nessa perspectiva, a Física e as demais disciplinas do Ensino Médio devem proporcionar condições de desenvolver um senso crítico nos alunos sobre o meio que os cerca. Os alunos devem estar atentos às mudanças científico-tecnológico e propiciar um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal e aprendizado permanente” (PCNEM 2000, p. 4). O novo Ensino Médio apresenta, portanto, objetivos educacionais que contrastam com as tradicionais ideias de que a escola de nível médio, ou deveria apresentar um caráter puramente profissionalizante, ou deveria servir como uma preparação para outra etapa de escolaridade. As mudanças no Ensino Médio vêm ocorrendo em todos os aspectos, dentre os quais destacam-se quatro: os conteúdos disciplinares, as metodologias de ensino, os objetivos educacionais e a avaliação. Acerca do ensino de Física em particular, os PCNEM afirmam que (PCNEM 2000):

Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para 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. [p. 22]

De acordo com a BNCC, o ensino médio é a etapa final da educação básica, sendo direito de todo cidadão brasileiro. Para alcançar este objetivo, é necessário proporcionar meios para que todo aluno possa aprender. Sendo assim, o ensino médio é organizado e estruturado por áreas de conhecimento, centrando o desenvolvimento do aluno em competências e habilidades, em cada área de conhecimento. Cada área possuirá

competências específicas e habilidades a serem desenvolvidas ao longo do período cursado.

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, área na qual o componente curricular física está inserido, oportunizam o aprofundamento e a ampliação de conhecimentos, os quais estão caracterizados por: investigar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, explorar e compreender alguns de seus conceitos fundamentais e suas estruturas explicativas, além de valorizar e promover os cuidados pessoais e com o outro, o compromisso com a sustentabilidade e o exercício da cidadania.

A aprendizagem de processos, práticas, procedimentos científicos e tecnológicos, promovem o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões.

O professor, ao ministrar as aulas de Física no âmbito escolar, deve enaltecer o caráter investigativo para instigar os alunos e despertar maior interesse nos conteúdos de física e com isso, permitir que eles exercitem o raciocínio. Sendo a Física uma ciência experimental, acredita-se que o ensino do conhecimento científico pode ser desenvolvido com o auxílio de atividades experimentais investigativas, onde o aluno constrói seu conhecimento através da investigação e curiosidade [GOMES, 2009]. Sendo assim, pretende-se que o aluno nas aulas de física possa desenvolver seu senso crítico e sua curiosidade na procura do saber. Para tanto, o ensino de física deve ter objetivos educacionais formativos:

- Nas informações: tendo papel fundamental inserindo o indivíduo dentro do contexto sobre a utilização das tecnologias, seus avanços e evolução no cotidiano; a forma como vivemos, agimos, pensamos e nos comunicamos; na utilização de eletrodomésticos; telefonia celular; internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; utilização da radiação, infravermelho, ultravioleta; além disso, questões globais e locais com as quais a ciência e a tecnologia estão envolvidas, como desmatamento; mudanças climáticas; energia nuclear; energia solar e uso da tecnologia na previsão do clima e tempo na agricultura são alguns exemplos incorporados no cotidiano das pessoas.

- Nos procedimentos e atitudes: a física ao aplicar a ciência e a tecnologia não deve ser encarada somente como ferramenta capaz de solucionar problemas de indivíduos e sociedade, mas também uma forma de enxergar a solução dos problemas sob uma perspectiva diferente. Tanto para Física, quanto para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC propõe que o indivíduo adquira novas visões de mundo, aplicando os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos, por exemplo, estimando o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas; ler e interpretar rótulos de alimentos; estimar o tempo de cozimento dos alimentos, a partir do calor transferido; discutir e analisar questões climáticas observando o meio em que está inserido. A área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento humano e científico, com a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), e conseqüentemente transformá-lo.

- Em habilidades e competências: o indivíduo passa a ter papel fundamental no meio em que vive, papel de cidadão, sujeito e não objeto, ente responsável não só por seus atos, mas pelas conseqüências que influenciam e agem diretamente no meio ambiente e nas pessoas que convivem. O indivíduo faz parte do problema e da solução. As Ciências da Natureza e suas Tecnologias não se resumem ao papel coadjuvante de simples componentes curriculares a serem aprendidos durante o ensino médio, são protagonistas, se propõem a discutir na sociedade temas relevantes do conhecimento científico e tecnológico, como a organização social, as questões ambientais, a saúde humana e formação cultural, associando as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

- No aprendizado útil à vida e ao trabalho: as competências e habilidades na BNCC são definidas como a mobilização de conhecimentos, conceitos, procedimentos, ações cognitivas e sócio emocionais, a fim de somarem-se para melhorar as demandas necessárias da vida, da cidadania e do mundo do trabalho. Ao valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, essas experiências possibilitam melhor entender as relações do mundo do trabalho e ao exercício da cidadania com autonomia, consciência crítica e responsabilidade. Em constante debate com questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias propiciam ao indivíduo continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Esses objetivos do ensino de física permitem que as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente. Além disso, deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais; inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (PCNEM 2000).

3.1. VYGOTSKY E O DESENVOLVIMENTO ATRAVÉS DA INTERAÇÃO SOCIAL

O processo de aprendizagem não deve ser estático, mas dinâmico, sempre acompanhando mudanças no cotidiano e na ciência que o cerca. Cabe ao professor propiciar a interação entre os alunos e sua realidade, para tanto é indispensável que o professor se torne sujeito dessa transformação e crie ações que despertem o interesse dos alunos pelo aprendizado.

A teoria desenvolvida por Vygotsky tem como objetivo principal buscar respostas concretas aos problemas colocados pela psicologia, embora para Vygotsky a principal função da psicologia deveria ser a de reconstruir a origem e a forma como se deu o desenvolvimento do comportamento humano da consciência. Vygotsky atribuiu enorme importância ao papel da interação social no desenvolvimento do ser humano. Uma das suas mais importantes contribuições para a psicologia e para a educação talvez seja a explicação dada à forma como o processo de desenvolvimento é socialmente construído e como aprendizagem e desenvolvimento se inter-relacionam.

Vygotsky (1982-1984, v. IV) atribui à aprendizagem escolar como sujeito da interação social dos indivíduos:

É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau. [p.281]

A sociabilidade da criança é o ponto de partida de suas interações sociais com o entorno. Quando essa relação é levada em consideração no âmbito escolar, a aprendizagem escolar tende a se tornar mais eficiente, atingindo um grupo maior de alunos. A cooperação entre os alunos de uma classe no processo de aprendizagem permite que além de interagirem socialmente, ocorra o auxílio e a troca mútua de ideias e experiências; segundo Vygotsky (1999, p. 113), “aquilo que a criança pode realizar com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”. No processo educativo, pode-se dizer que aquilo que o aluno faz hoje com o auxílio do professor ou de seus colegas poderá ser realizado de forma independente no futuro.

Vygotsky enfatizava o processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Centralizando suas ideias na absorção dos conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. O sujeito adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com meio.

Vygotsky embasa seu estudo no trabalho colaborativo na escola, sob o argumento que as atividades realizadas em grupo, de forma conjunta, são vantajosas, de forma a não se mostrarem nos ambientes de aprendizagem individualizada. Vygotsky explica que a formação aluno como sujeito, assim como seu aprendizado e seus processos de pensamentos os quais denomina intrapsicológicos, ocorrem mediados pela relação com outras pessoas, processos chamados de interpsicológicos.

Vygotsky enaltece o trabalho colaborativo pelos alunos em sala de aula, associando, de forma concreta com o conceito de “Zona de Desenvolvimento Proximal” (ZDP), criado por ele em 1998.

3.2. PAULO FREIRE: A EDUCAÇÃO LIBERTADORA E A PRÁTICA EXPERIMENTAL NA SALA DE AULA

Segundo Paulo Freire (2016); ensinar exige pesquisa, não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. O professor também precisa ser um pesquisador. Faz parte da sua prática docente a indagação, a busca, a pesquisa. É preciso pesquisar para se conhecer o que ainda não se conhece e comunicar ou anunciar novidades.

Utilizaremos também a concepção educacional dialógico - problematizadora de Paulo Freire (2016) possibilitando a atividade experimental em sala de aula como um processo coletivo e colaborativo, de crítica e criatividade. É baseado na formação crítica

proposta por Freire, que a atividade experimental em sala de aula atingirá o caráter emancipatório da educação através da ação dialógica e recuperar o sentido comunicacional da educação.

Paulo Freire sempre faz crítica à educação bancária que, em sua visão, se resume em transmissão e absorção de conteúdos. Na visão freiriana, a educação bancária submete o aluno a receber informação sobre determinado conteúdo como verdade absoluta, sem questioná-lo. Na educação bancária o professor é o sujeito, jamais sendo questionado ou suas ideias submetidas à discussão com seus alunos. O aluno é objeto, cabendo a ele receber, copiar e aceitar as ideias e conceitos. O educador é o sujeito, detentor do saber; e o educando, o objeto, aquele que recebe o conhecimento.

Esta relação vertical e unilateral faz com que Paulo Freire não só critique, mas também compare com a educação que ele mesmo chama de libertadora. A educação libertadora propõe que aluno construa seu conhecimento, através da investigação, da pesquisa, da discussão e do confronto de ideias. Segundo Freire, “quanto mais criticamente se exerça a capacidade de aprender, tanto mais se constrói e desenvolve o que venho chamando de curiosidade epistemológica” (FREIRE, 2011, p. 27),

O professor precisa saber ouvir o que cada educando apresenta como pré-requisito em relação ao conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula, o meio em que o educando está inserido e qual sua vivência em relação a escola, aprendizagem e estudo. Nesse aspecto, Freire (2016, p. 69) cita que “aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito” e “a curiosidade como desafio para provocar algum conhecimento provisório de algo” (FREIRE, 2016, p. 87).

É importante que o professor utilize metodologias recursos didáticos em sala de aula, de forma que os alunos possam aprender e tenham autonomia para isso, visto que Freire (2010) descreve que nenhum educador deve cruzar os braços diante das fatalidades, mesmo diante da impossibilidade de mudar a sua realidade.

A inclusão da atividade experimental durante o ensinamento e transmissão informação aos alunos, agregada a construção de equipamentos pelos alunos é fator que se soma a esta aprendizagem. A proposta do estudo é que a prática da construção de equipamentos que utilizem e expliquem fenômenos físicos se torne satisfatória uma vez

que se espera que os alunos assimilem o conteúdo teórico de forma mais positiva e interesse por assuntos relacionados a seu cotidiano que envolva clima e tempo e o interesse pelas ciências.

Por fim, outro aspecto que enfatizamos em relação às atividades experimentais utilizando materiais recicláveis, é o fato de que os alunos podem tentar desenvolver no ambiente de estudo ou em sua própria casa a construção de aparatos para medições conforme orientações do professor. Com isso podem seguir as recomendações acerca do distanciamento social e compartilhar seus experimentos individuais com seus colegas, trocando ideias e promovendo discussões sobre as metodologias e os resultados obtidos individualmente.

Tal fato se justifica por estarmos vivendo um contexto de pandemia, onde os nossos alunos estão em distanciamento social e seguindo as recomendações legais para que as aulas sejam remotas. Tornam-se inviáveis aglomerações como no caso de aulas experimentais e trabalhos em grupo presenciais assim esses trabalhos precisam ser feitos virtualmente e podem ser realizadas com uso dos materiais recicláveis. Essas atividades experimentais podem então serem desenvolvidas individualmente e compartilhadas virtualmente num contexto de convívio social “*on line*”.

4. TERMODINÂMICA

Segundo Vianello & Alves (2000), a atmosfera é uma imensa máquina térmica, cuja principal fonte de calor é a energia solar, embora um pequeno percentual (cerca de 2%) seja convertido em energia mecânica (circulação geral da atmosfera, ventos, nuvens e tempestades).

Um sistema termodinâmico pode ser caracterizado pelas grandezas físicas que o envolve, tais como, temperatura, pressão, volume. As condições para que um sistema esteja em equilíbrio termodinâmico são tais que o sistema deve apresentar equilíbrio mecânico, químico e térmico.

Quando não se exerce nenhuma força entre o sistema e o meio ambiente em que ele se encontra, não alterando ou modificando o sistema, se diz então que o sistema está em equilíbrio mecânico.

Quando o sistema não sofre reações químicas ou transferência de matéria de um sistema para outro, ou sofre mudança de fase; quando cessa a mudança de fase, o sistema entra em equilíbrio químico.

Quando o sistema apresenta dois ou mais corpos, e são colocados em contato, sabendo que há uma diferença de temperatura entre eles, estabelece-se um fluxo de calor, do corpo de maior temperatura, denominado corpo quente, para o corpo de menor temperatura, denominado corpo frio; através disso, nota-se que a temperatura do corpo quente diminui, e a temperatura do corpo frio aumentam. Até que em determinado momento esse fluxo cessa, ocorrendo o equilíbrio térmico ou ambos possuem mesma temperatura. Esse processo pode ser verificado como medida de temperatura de ambos os corpos.

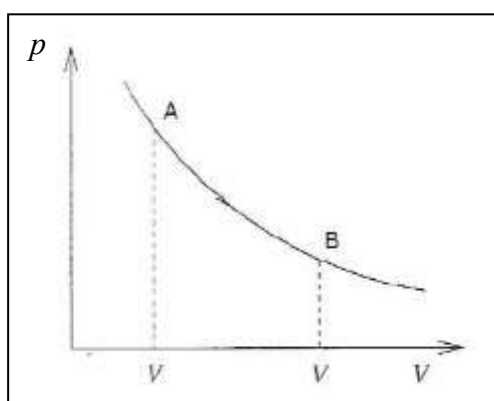
Um sistema encontra-se em equilíbrio termodinâmico podendo ser representado através de coordenadas termodinâmicas, variáveis de estado, sendo elas, a Temperatura, a Pressão e o Volume.

4.1. TRABALHO REALIZADO POR UM GÁS

Vamos considerar certa quantidade de gás ou fluido confinado no interior de um recipiente, no qual possui um êmbolo móvel com a propriedade de mover-se, pressionando ou aumentando o volume onde o gás esteja confinado.

Transferindo calor à quantidade de gás, podemos fazer com que a pressão p do gás varie, em função do volume V , exercida pelo gás ou sobre o gás. Estando o gás em equilíbrio, seu estado pode ser representado por seu volume e sua pressão p , podendo ser representado no diagrama de Clapeyron, através de um ponto. Na figura 1 podemos observar o comportamento de um gás segundo suas variáveis de estado volume e pressão, em dois pontos, A e B. Pode-se observar que pressão e volume são inversamente proporcionais, ou seja, quando aumentamos a pressão sobre o gás, seu volume diminui, e vice-versa.

Figura 1: Variação da pressão de um gás em função do volume

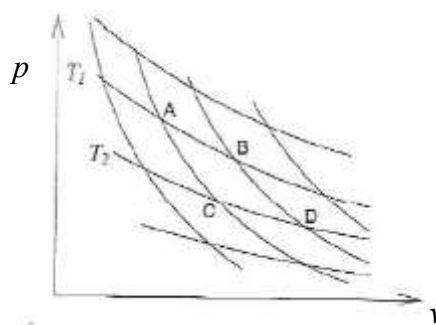


Fonte: Termodinâmica - Mario José de Oliveira

Pode-se determinar a temperatura de um fluido para quaisquer valores de volume e pressão deste fluido, sendo assim, cada ponto no diagrama de Clapeyron, representa valor de temperatura. Os pontos que possuem mesmo valor de temperatura formam uma isoterma, as isotermas nunca se cruzam, conforme a figura 2. Neste mesmo diagrama, podemos representar curvas chamadas de adiabáticas; as curvas adiabáticas podem ser traçadas através de um experimento no qual um fluido é confinado no interior de um cilindro cujas paredes são adiabáticas; ao elevarmos lentamente o tampo do cilindro e, medindo pressão e volume repetidas vezes, ao elevarmos nos obtemos várias curvas adiabáticas; as curvas adiabáticas também não se cruzam. As curvas AB e CD são

isotermas e, cada uma corresponde a uma temperatura T_1 e T_2 . As curvas AC e BD são adiabáticas.

Figura 2: Curvas isotermas e adiabáticas



Fonte: Termodinâmica - Mario José de Oliveira

4.2.PROCESSOS ISOTÉRMICO, ISOBÁRICO E ISOCÓRICO

O processo isotérmico é caracterizado pela temperatura do gás se manter inalterada ou constante, sendo assim, ocorre o que foi descrito até então, as grandezas física volume e pressão são inversamente proporcionais e o gráfico é identificado como uma curva, ou isoterma, formada por vários pontos no gráfico da pressão versus volume, cada ponto caracteriza um estado do gás, identificado por determinado valor de pressão, volume e temperatura. Todos os pontos ao longo da isoterma possuem o mesmo valor de temperatura.

O processo isocórico é caracterizado por seu volume manter-se inalterado. Sendo assim, ao transferirmos calor para um determinado volume de gás, este terá sua temperatura lentamente aumentando, conseqüentemente sua pressão também irá aumentar. O gráfico de Clapeyron é caracterizado por uma reta, paralela ao eixo que representa os valores de pressão.

O processo isobárico é caracterizado pela pressão do gás ser constante. Ao confinarmos determinado volume de gás em um recipiente e, ao colocarmos um tampo com determinado peso sobre o gás, sendo que, o tampo pode se mover livremente e, sobre ele coloque-se alguns blocos de determinadas massas, ao se transferir calor para o gás, que se encontra em equilíbrio mecânico, de maneira lenta, se observará que a temperatura do gás irá aumentar e, conseqüentemente seu volume também, de forma que o tampo subirá de forma lenta e contínua, havendo pressão sendo exercida sobre o gás, porém de forma contínua.

4.3. TRABALHO EXERCIDO PELO GÁS

Considerando o processo de transformação isobárica, a força exercida pelo gás sobre o tampo será:

$$F = p \cdot A \quad (1)$$

Representaremos o trabalho realizado por W , cuja unidade de medida, no SI, é o joule (J).

Se elevarmos o tampo de uma posição x_1 para uma altura x_2 , o trabalho realizado será:

$$W = F \cdot (x_2 - x_1) \quad (2)$$

ou:

$$W = p \cdot A \cdot (x_2 - x_1) \quad (3)$$

Substituindo $V_1 = A \cdot x_1$ e $V_2 = A \cdot x_2$:

$$W = p \cdot (V_2 - V_1) \quad (4)$$

Em um processo quase estático que liga dois pontos A e B, no qual a variação de volume ao longo da curva AB, seja ΔV ; a pressão p decorrente neste processo em cada ponto ao longo da curva AB continua sendo a mesma, logo, o trabalho realizado é:

$$W = \sum_i p_i \cdot \Delta V \quad (5)$$

No limite em que o número de pontos entre A e B aumentam, aumentam os processos entre os pontos A e B, $\Delta V \rightarrow 0$, o trabalho se torna igual a integral:

$$W = \int p \cdot dV \quad (6)$$

A área formada no gráfico da pressão versus volume é numericamente igual ao trabalho realizado. Quando o gás realiza trabalho, expandindo-se, o trabalho é positivo ou motor; quando o gás consome trabalho, comprimindo-se, o trabalho é negativo ou resistente.

Nas transformações isotérmica e isobárica, temos realização de trabalho, porém na transformação isocórica, o trabalho realizado é nulo.

Como pressão e volume são inversamente proporcionais, o trabalho realizado por um gás obedece a seguinte relação:

$$p = \frac{B}{V} \quad (7)$$

quando o processo é isotérmico, B é uma constante:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (8)$$

$$W = B \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV \quad (9)$$

$$W = B \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (10)$$

No sistema internacional de unidades, a pressão é expressa em N/m^2 e o volume é medido em m^3 .

Em um diagrama PV, é possível mensurar o trabalho realizado pelo gás e identificar o estado particular em que o gás se encontra. A área da figura formada no diagrama PV é numericamente igual ao trabalho realizado.

Quando o diagrama é caracterizado por uma isoterma, como na figura 3a, o gás que possui um estado inicial P_iV_i e um estado final P_fV_f , realiza trabalho ao longo o caminho C, sofrendo uma compressão isotérmica, isso significa que há uma pressão sendo exercida sobre o gás e, conseqüentemente, seu volume diminui. De forma que é necessário que seja retirada energia do gás, sob a forma de calor. Podem-se ainda, no mesmo gráfico PV, identificarem-se outras transformações, como, por exemplo, na figura 3b, onde o gráfico PV representado pelo caminho B, é caracterizado inicialmente por uma compressão isobárica, ou seja, o gás é resfriado a pressão constante até atingir o volume V_f ; seguido por uma por uma isocórica na qual o gás é aquecido a volume constante até atingir a pressão P_f . Note que só há trabalho realizado durante a compressão isobárica. No gráfico 3c, representado pelo caminho A é aquecido isometricamente, e depois resfriado isobaricamente.

Figura 3a

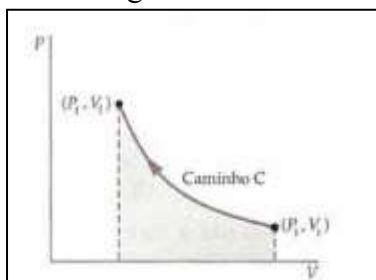


Figura 3b

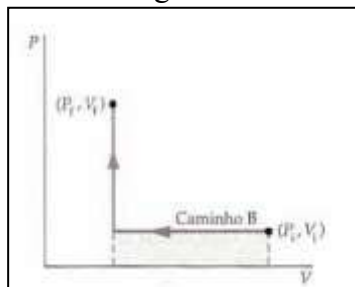
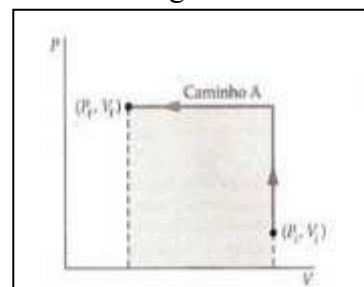


Figura 3c



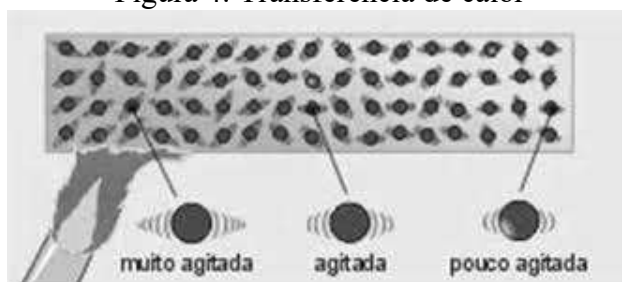
Fonte: Paul A. Tipler & Gene Mosca

4.4. CALOR

Energia térmica (energia cinética total dos átomos e moléculas que compõem uma substância) em trânsito ou movimento que ocorre quando, dois ou mais sistemas são colocados em contato, cujas temperaturas são diferentes. Ao serem colocados e contato, o sistema de maior temperatura que cede calor e se esfria, e o sistema de menor temperatura recebe calor e se esquenta, o processo de transferência de calor cessa

quando as temperaturas dos sistemas se tornam iguais. (quando ocorre o equilíbrio térmico).

Figura 4: Transferência de calor



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>

Pelo SI (Sistema Internacional de Unidades) o calor, por ser uma forma de energia, é medido em joule [J]. Mas por questões didáticas e manusear com as temperaturas em °C; mediremos o calor através da caloria [cal].

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$$

A consequência entre a transferência de calor entre dois corpos ou sistemas resulta na variação de temperatura (calor sensível) ou, se o corpo ou sistema estiver na temperatura de mudança de fase, na variação do seu estado físico.

4.5. ENERGIA INTERNA

Todo sistema possui determinada energia interna, e esta energia interna é a soma das energias cinética e potencial; cinética associada ao movimento de cada partícula que compõem esse sistema, e potencial associada à interação de cada partícula. Quando dois corpos ou sistemas, que se encontram a temperaturas diferentes são colocados em contato, ocorre transferência de energia entre eles, de maneira que a energia é transferida do corpo mais quente para o corpo mais frio, decorrente da variação de temperatura entre eles. Esta energia é denominada calor. Em decorrência disto, o corpo de maior temperatura diminui sua temperatura e o corpo de menor temperatura sofre aumento em sua temperatura, quando ambos atingem a mesma temperatura, a energia passa a não ser mais identificada como calor, fazendo parte de sua energia interna.

A energia interna é medida pelo sistema internacional de unidades, por J e representada por U; sendo ΔU a variação de energia interna. Embora não tenham a mesma dimensão e não sejam sinônimos, energia interna e temperatura são

proporcionais, ou seja, à medida que uma varia a outra também varia, com mesma intensidade.

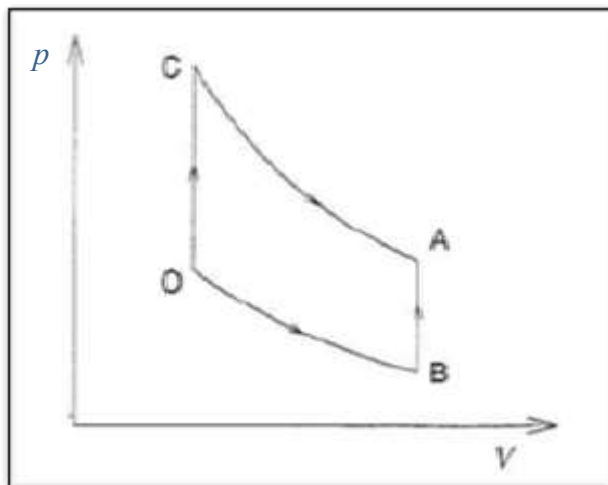
$$\Delta U \propto \Delta T \quad (11)$$

$$\begin{array}{l} \Delta U = 0 \rightarrow \Delta T = 0 \\ \Delta U = 0 \rightarrow \Delta T = 0 \end{array} \quad (12)$$

A temperatura é uma grandeza física associada ao grau de agitação molecular, identificando se dois sistemas estão ou não em equilíbrio térmico. A temperatura é medida, no sistema internacional de unidades, em K (Kelvin).

Se escolhermos um ponto arbitrário, denominado O, o qual seja representado por variáveis termodinâmicas $O (V_O, p_O)$, no diagrama de Clapeyron (figura 5), associaremos a ele uma energia interna U_O . Para determinar a energia interna em um ponto A (V_A, p_A) , tomamos duas transformações: uma isocórica e uma adiabática. A transformação adiabática liga o ponto O a um ponto B (V_B, p_B) ; e a isocórica liga o ponto B a o ponto A. Se W_{OB} é o trabalho realizado na trajetória adiabática entre os pontos O e B e Q_{BA} a quantidade de calor recebida pelo gás no processo isocórico, de B até A, a energia interna U_A é representada por:

Figura 5



Fonte: Termodinâmica - Mario José de Oliveira

$$U_A = U_O - W_{OB} + Q_{BA} \quad (13)$$

Pelo princípio da conservação da energia, ou princípio de Joule, se escolhermos outra trajetória, no diagrama de Clapeyron, diferente da trajetória OBA, a energia interna deve ser igual. Por exemplo, a trajetória OCA, nos sugere duas transformações, pela ordem, isocórica e adiabática. A energia interna será:

$$U_A = U_O + Q_{OC} - W_{CA} \quad (14)$$

Logo, não importando a trajetória escolhida para determinar a energia interna do ponto A; genericamente, a energia interna no ponto A é:

$$U_A = U_O + Q - W \quad (15)$$

Pois o princípio de Joule diz que: a energia de um estado de equilíbrio independe do processo utilizado para atingi-lo. Onde Q é o calor e W o trabalho realizado ao longo do caminho entre os pontos A e B. O calor trocado é positivo quando recebido pelo sistema, e negativo quando cedido pelo sistema. O trabalho é positivo quando é realizado pelo sistema e negativo quando feito sobre o sistema pelo sistema.

4.6. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

O princípio da conservação da energia constitui basicamente à primeira lei da termodinâmica, admitindo que diversas formas de trabalho possam ser transformadas em calor. Considerando dois pontos quaisquer, a diferença de energia entre esses dois pontos será:

$$\Delta U = Q - W \quad (16)$$

Durante um processo que envolva pequenas variações, ou variações infinitesimais de suas variáveis termodinâmicas (temperatura, volume e pressão), o processo que envolve a primeira lei torna-se:

$$dQ = dU + dW \quad (17)$$

Se tomarmos o processo como, além de infinitesimal, também quase estático, onde o sistema passa de um estado de equilíbrio inicial para um próximo estado de equilíbrio, dU e dW podem se expressos em função de coordenadas termodinâmicas:

$$\boxed{dQ = dU + P.dV} \quad (18)$$

4.7. CAPACIDADE TÉRMICA OU CAPACIDADE CALORÍFICA

Quando determinada quantidade de calor é transferida para um sistema, pode ocorrer uma variação de temperatura, ou dependendo da situação, uma mudança de estado físico, dependendo do processo. Se, durante a absorção de calor pelo sistema, este experimenta uma variação de temperatura; a capacidade calorífica define-se como a relação entre a quantidade de calor absorvida pela variação de temperatura observada.

Tomando-se porções infinitesimais destas grandezas, a capacidade térmica ou calorífica é representada como:

$$\boxed{C = \lim_{Tf \rightarrow Ti} \frac{Q}{Tf - Ti}} \quad (19)$$

$$\boxed{C = \frac{dQ}{dT}} \quad (20)$$

A capacidade térmica ou capacidade calorífica por unidade de massa denomina-se capacidade calorífica específica, ou calor específico. Se a capacidade térmica é medida, pelo sistema internacional de unidades por joules por kelvin (J/K); o calor específico é medido por joules por kelvin por quilograma (J/K.kg).

Durante a transferência de calor, a capacidade térmica possui valor determinado, dependendo do processo no qual estiver submetido. Podendo ocorrer a pressão constante ou volume constante:

$$\boxed{C_p = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_p} \quad (21)$$

$$\boxed{C_v = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_v} \quad (22)$$

4.8. EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA CALORIMETRIA

Quando uma determinada quantidade de calor é absorvida por um sistema de determinada massa e, conseqüentemente sua temperatura sofre variação, podemos expressar a quantidade de calor como:

$$dQ = C. dT \quad (23)$$

$$\int_0^Q dQ = \int_{T_i}^{T_f} C. dT \quad (24)$$

Como o processo ocorre de forma isobárica, ou a pressão constante, sua unidade de massa é constante e seu calor específico é praticamente constante, uma vez que não ocorre mudança de estado físico.

$$\int_0^Q dQ = m \int_{T_i}^{T_f} c. dT \quad (25)$$

$$Q = m. c \int_{T_i}^{T_f} dT \quad (26)$$

$$Q = m. c. (T_f - T_i) \quad (28)$$

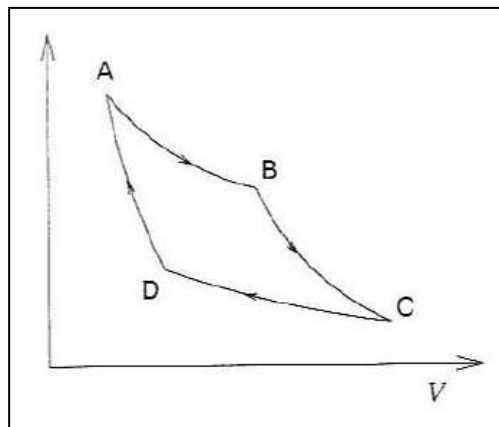
4.9. CICLO DE CARNOT

Em um sistema com certo número de variáveis independentes, pode-se verificar o comportamento deste sistema sujeito à variação destas variáveis. Nicolas Léonard Sadi Carnot propôs uma máquina térmica que, trabalhando em ciclos, através de dois reservatórios térmicos, constituído por um fluido no interior do recipiente, percorresse um ciclo. Essa máquina ficou conhecida como motor de explosão e explicou questões como: a eficiência máxima que um motor pode atingir, trabalhando em ciclos, operando

entre dois reservatórios; as características de uma máquina térmica e a natureza da substância interferindo na eficiência de tal ciclo.

A máquina térmica proposta por Carnot percorre um ciclo composto por duas isotermas e duas adiabáticas. A figura 6 representa este ciclo, partindo do ponto A ou estado inicial A (caracterizado por possuir determinada pressão, volume e temperatura), sofre uma expansão isotérmica até o estado B, recebendo uma quantidade de calor Q_1 de um reservatório de calor a temperatura T_1 ; em seguida uma expansão adiabática até o estado C; depois uma compressão isotérmica até o estado D, fornecendo certa quantidade de calor Q_2 a um reservatório de calor à temperatura T_2 e, por último; uma compressão adiabática até o estado A, retornando a seu estado inicial.

Figura 6



Fonte: Termodinâmica - Mario José de Oliveira

O ciclo de Carnot enuncia que, o trabalho realizado e o calor recebido por um sistema que opera segundo o ciclo de Carnot dependem das temperaturas dos reservatórios.

O trabalho realizado em um ciclo fechado é igual ao calor recebido menos o calor cedido.

$$W = Q_1 - |Q_2| \quad (28)$$

$$\frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} \quad (29)$$

A partir do princípio de Carnot, podemos concluir que a razão entre o calor cedido $|Q_2|$ e o calor recebido Q_1 dependem das temperaturas dos reservatórios:

$$\boxed{\frac{|Q_2|}{Q_1} = f(T_1, T_2)} \quad (30)$$

Sendo assim:

$$\boxed{\frac{|Q_2|}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}} \quad (31)$$

4.10. ENTROPIA

No diagrama de Claperyon, onde identificamos a curvas isotermas e adiabáticas, a grandeza física associada a uma isoterma é a temperatura, assim como a grandeza física associada a uma adiabática chama-se entropia. Assim como a temperatura tem seu valor inalterado ao longo de uma isoterma, a entropia tem seu valor invariante ao longo de uma adiabática.

Para se determinar o valor da entropia em cada adiabática, procede-se da seguinte forma: consideram-se dois pontos, A e B sobre uma mesma isoterma, conforme figura 2, sendo que estes pontos localizam-se em adiabáticas diferentes. Sendo T_1 , a temperatura correspondente a isoterma onde os pontos A e B se encontram; S_A e S_B as entropias associadas as adiabáticas onde os pontos A e B se encontram, a entropia S_B é definida como:

$$\boxed{S_B = S_A + \frac{Q_1}{T_1}} \quad (32)$$

Sendo que, a diferença de entropia entre dois pontos quaisquer A e B no diagrama de Clapeyron, é dada pela integral de Clausius:

$$\boxed{S_B - S_A = \int \frac{dQ}{T}} \quad (33)$$

Onde em cada trecho que liga o caminho compreendido entre os pontos A e B, é determinada a razão Q_n/T_n , entre o calor traçado e a temperatura que o sistema se encontra ao longo do caminho. A integral de Clausius é o limite da soma de cada trecho ao longo do caminho.

$$\boxed{\sum_n \frac{Q_n}{T_n}} \quad (34)$$

Sendo assim, o calor ao longo da trajetória pode ser descrito como:

$$\boxed{Q = \int TdS} \quad (35)$$

Pelo princípio da conservação de energia e pela primeira lei da termodinâmica, a variação de energia interna é descrita na forma:

$$\boxed{\Delta U = \int TdS - \int pdV} \quad (36)$$

Podendo ser escrita na forma diferencial:

$$\boxed{dU = Tds - pdV} \quad (37)$$

Onde:

$$\boxed{T = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V} \quad (38)$$

e

$$\boxed{-p = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S} \quad (39)$$

5. INFORMAÇÕES SOBRE A ESCOLA ONDE O PRODUTO FOI APLICADO

O presente produto foi aplicado em uma turma de 1º ano de ensino médio no Colégio Cassiano do Nascimento, na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, situada na Avenida Dom Joaquim, 671; bairro Três Vendas; cep: 96020-260. A escola é pública estadual e centenária, iniciando suas atividades em 17 de junho de 1913; atendendo cerca de 980 alunos em três turnos (manhã, tarde e noite), com a seguinte seriação: ensino fundamental séries iniciais e finais no turno da tarde; ensino médio nos turnos da manhã e noite; possuindo também curso técnico subsequente ao ensino médio (pós-médio) de contabilidade – eixo gestão de negócios.

Tabela 1: Dados da escola

Escola:	Colégio Cassiano do Nascimento
Nível escolar:	Educação básica, ensino médio, ensino técnico pós médio
Coordenadoria de educação:	5ª CRE
Endereço:	Avenida Dom Joaquim, 671, bairro Três Vendas; c.e.p.: 96020-260; Pelotas R/S.
Equipe Diretiva:	Diretora: Professora Deise Amado Bonnel Vice diretores: Professores Monica, Cristiane Peres de Vasconcellos e Carlos Bartz. Supervisores: Professores Rosana e Robson.
Número de alunos em toda escola:	980
Número de alunos no ensino médio:	500
Missão e valores:	Ser referência pela qualidade e excelência dos serviços educacionais prestados, transparência e compromisso com a gestão pública democrática e por ações de educação integral humanizada visando à formação cidadã do aluno,
Objetivos da escola:	O desenvolvimento integral do ser humano, a profissionalização e valorização dos profissionais da educação.
Estruturas de apoio:	20 salas de aula 2 salas de vídeo 1 laboratório de informática 1 laboratório de ciências 2 bibliotecas

Fonte: Projeto Político Pedagógico da Escola

OBS: em função da pandemia, a estrutura da escola não pode ser utilizada e com isso foi utilizado o Google Classroom para as aulas e para os encontros dos alunos foi usado o aplicativos como Whatsapp e Gmail.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta deste produto foi proporcionar a construção de alguns equipamentos meteorológicos e; de posse dos mesmos, de forma qualitativamente permitir aos alunos condições de melhor compreensão dos fenômenos a serem estudados.

A Tabela 2 mostra o cronograma de aplicação do produto educacional, principalmente para que outros professores que desejem aplicar o produto tenham uma idéia do tempo necessário para organização e desenvolvimento das atividades. As video-aulas podem ser acessadas pelo canal do youtube INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA.

link:<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg>

O canal é composto por dez vídeos:

Vídeo 1 – Apresentação - <https://youtu.be/2g0J0qfxYEc>

Vídeo 2 – Aula sobre Termômetros - <https://youtu.be/8mffewHpc9k>

Vídeo 3 – Aula experimental construção de Termômetro -
<https://youtu.be/0RiQBwxbbGo>

Vídeo 4 – Aula sobre Umidade relativa do ar - <https://youtu.be/gdVxMafQhz0>

Vídeo 5 – Aula sobre Barômetro - https://youtu.be/SarT0_xFmok

Vídeo 6 – Aula experimental construção do Barômetro - <https://youtu.be/5oq166sUnRk>

Vídeo 7 - Aula sobre Pluviômetro - <https://youtu.be/rW4AxPPzOK0>

Vídeo 8 – Aula experimental construção do Pluviômetro -
<https://youtu.be/C16OAuVA7oM>

Vídeo 9 – Aula sobre Anemômetro - https://youtu.be/9_zZ9IgfouOU

Vídeo 10 – Aula experimental construção do Anemômetro – <https://youtu.be/9Ybx1-jyvG4>

Tabela 2: Cronograma proposto para o produto educacional

	26/ 10	27/ 10	28/ 10	2/ 11	3/ 11	4/ 11	9/ 11	10/ 11	11/ 11	16/ 11	17/ 11	18 /11
Aplicação do questionário Pré-Teste	X											
Vídeo aula 1 - Apresentação		X										
Vídeo aula 2 - Termômetros			X									
Vídeo aula 3 – Aula experimental – construção do termômetro				X								
Vídeo aula 4 – Umidade relativa do ar					X							
Vídeo aula 5 – Barômetro						X						
Vídeo aula 6 – Aula experimental – construção do barômetro							X					
Vídeo aula 7 – Pluviômetro								X				
Vídeo aula 8 – Aula experimental – construção do pluviômetro									X			
Vídeo aula 9 – anemômetro										X		

Vídeo aula 10 – Aula experimental – construção do anemômetro												X	
Aplicação do questionário Pós-teste													X

Inicialmente, a ideia proposta para aplicação deste produto educacional seria em sala de aula ou laboratório da escola com alunos trabalhando de forma agrupada, cuja atividade aconteceria com eles mesmos construindo os equipamentos estudados. O conteúdo seria ministrado pelo professor através de aulas teóricas e, a partir destas aulas, a turma formada por grupos discutiria o conteúdo e partiria para elaboração dos equipamentos, com o material necessário para confecção.

Devido a epimidia da Covid-19 que assolou nosso País, no ano de 2020, a Secretaria de Educação do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, que é a mantenedora das escola públicas estaduais, local onde foi desenvolvido este produto educacional, tomou como medida restritiva e paliativa praticar o isolamento de alunos, professores e funcionários das escolas; o calendário do ano letivo foi alterado, suspendendo o início do ano letivo e, conseqüentemente as aulas. O início do ano letivo ocorre aproximadamente um mês depois, com caráter à distância, através da plataforma Google Sala de Aula. Esta plataforma permite que professores e alunos interajam à distância, através de vídeos, textos e atividades programadas.

A característica principal deste produto educacional é a interação, troca de experiências e construção de equipamentos pelos alunos em grupos; infelizmente isso não foi possível devido ao isolamento praticado, ocorrendo mudança na forma de condução do produto. De forma on line e a distância, o produto educacional foi apresentado aos alunos através de vídeos, os quais puderam analisar a maneira como contruir tais equipamentos e suas características.

Inicialmente, foi aplicado um questionário pré-teste aos alunos, com conceitos que seriam estudados e trabalhados no produto educacional. A seguir alguns vídeos, que possuem dois formatos, foram disponibilizados aos alunos: Um vídeo que aborda a

teoria sobre as grandezas físicas estudadas na construção de tal equipamento; e outro vídeo demonstrando a construção do equipamento.

Abordou-se neste produto educacional quatro equipamentos meteorológicos: termômetro, barômetro, pluviômetro e anemômetro. O produto educacional contou com uma série de dez vídeos: sendo um de apresentação; dois vídeos que abordam teoria e construção do termômetro; dois vídeos que abordam teoria e construção do barômetro; dois vídeos que abordam teoria e construção do pluviômetro e dois vídeos que abordam teoria e construção do anemômetro e um sobre umidade relativa do ar.

Como foi utilizada a plataforma Google sala de aula para aplicação deste produto educacional, os vídeos produzidos pelo professor e utilizados pelos alunos foram postados nesta plataforma; porém, somente aqueles alunos cadastrados no Google sala de aula pelo governo do estado possuem acesso aos vídeos postados. Portanto criou-se um canal no Youtube, para que os mesmos pudessem ser acessados por professores e alunos que não possuam conta vinculada ao governo do estado.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como instrumento de avaliação e análise, aplicou-se um pré-teste e um pós-teste, no qual se comparou as respostas atribuídas a cada questão, em relação a conceitos prévios, conhecimento adquirido e discussão do conteúdo. Os questionários foram aplicados em 70 alunos, do 1º ano do ensino médio do Colégio Cassiano do Nascimento.

Inicialmente aplicou-se o pré-teste e em um intervalo de tempo de uma semana, logo após, foram inseridos vídeos referentes ao conteúdo abordado. Os vídeos eram compostos de duas partes, em um primeiro vídeo, uma breve introdução do conteúdo onde o conteúdo era abordado e, em um segundo vídeo era apresentada a atividade experimental, de forma que o aluno pudesse relacionar a teoria com a prática.

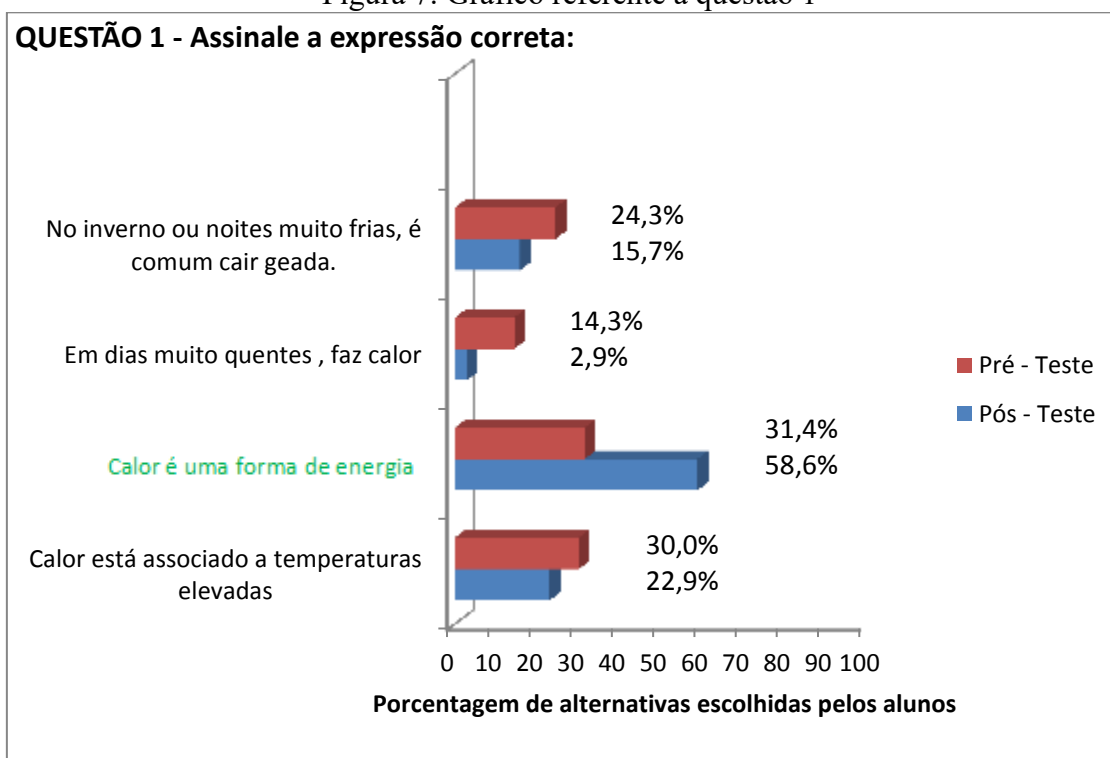
Na semana seguinte foi aplicado o pós-teste, de forma semelhante ao pré-teste.

Pode-se observar a compreensão de conceitos físicos, à medida que os alunos testaram seus conhecimentos prévios sobre tais conceitos associados a fenômenos meteorológicos, à medida que quando os alunos se deparam com o embasamento teórico, através das video aulas e a construção dos equipamentos, observando suas características e propriedades e, por fim, a aplicação do pós-teste, aplicado após a sequência apresentada no cronograma de encontros.

Embora as aulas e a construção dos equipamentos meteorológicos tenham sido feitas à distância, pode-se observar que o aprendizado se fez, de forma que a melhora nos conhecimentos testados no pré e pós-teste se mostraram através do aumento percentual verificado na análise de cada questão.

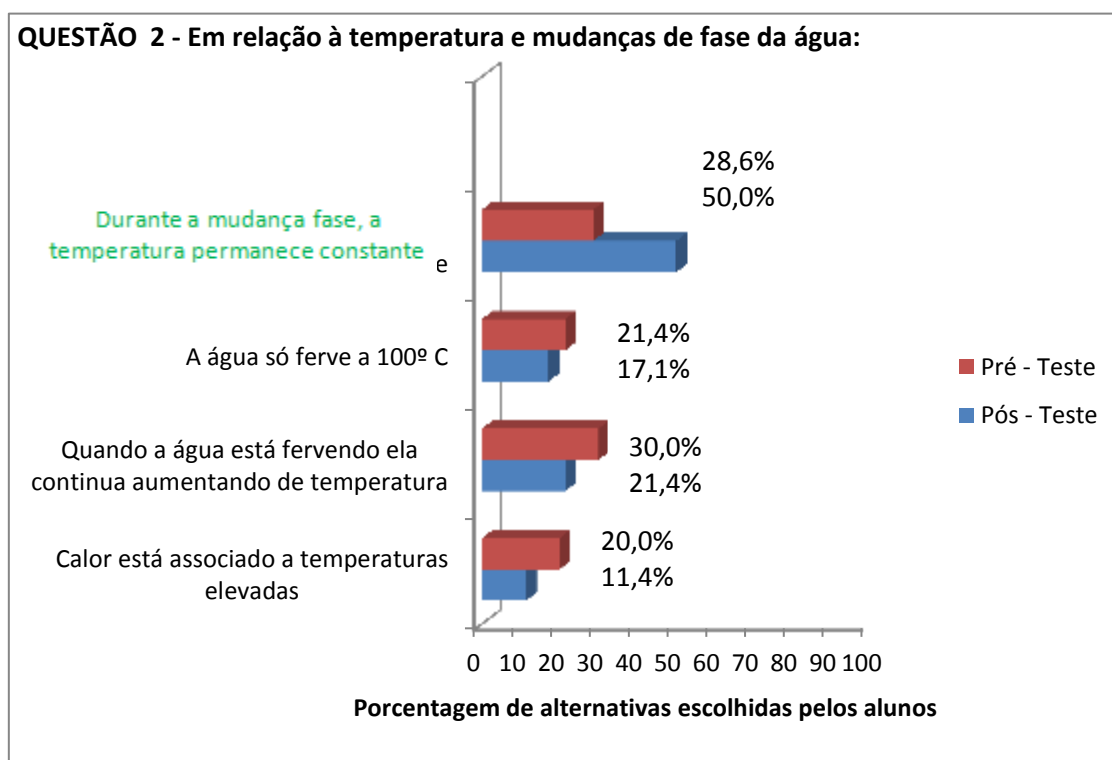
A primeira questão faz referência a um conceito muito importante na termodinâmica, porém trazemos conosco um pré-conceito associado ao calor, todavia podemos observar no pré-teste um número elevado de alunos, 21 (30%) de um universo de 70 alunos que associam calor a temperatura elevada e, somente 22 alunos (31,4%) conhecem o conceito correto de calor. No pós-teste verificamos que a construção de conhecimento se faz presente, uma vez que agora 41 alunos (58,6%) interpretam de maneira correta o conceito de calor, mas talvez o mais importante é que o número de alunos que trazia consigo o conceito de calor associado à temperatura elevada diminuiu para 16 alunos (22,9%).

Figura 7: Gráfico referente a questão 1



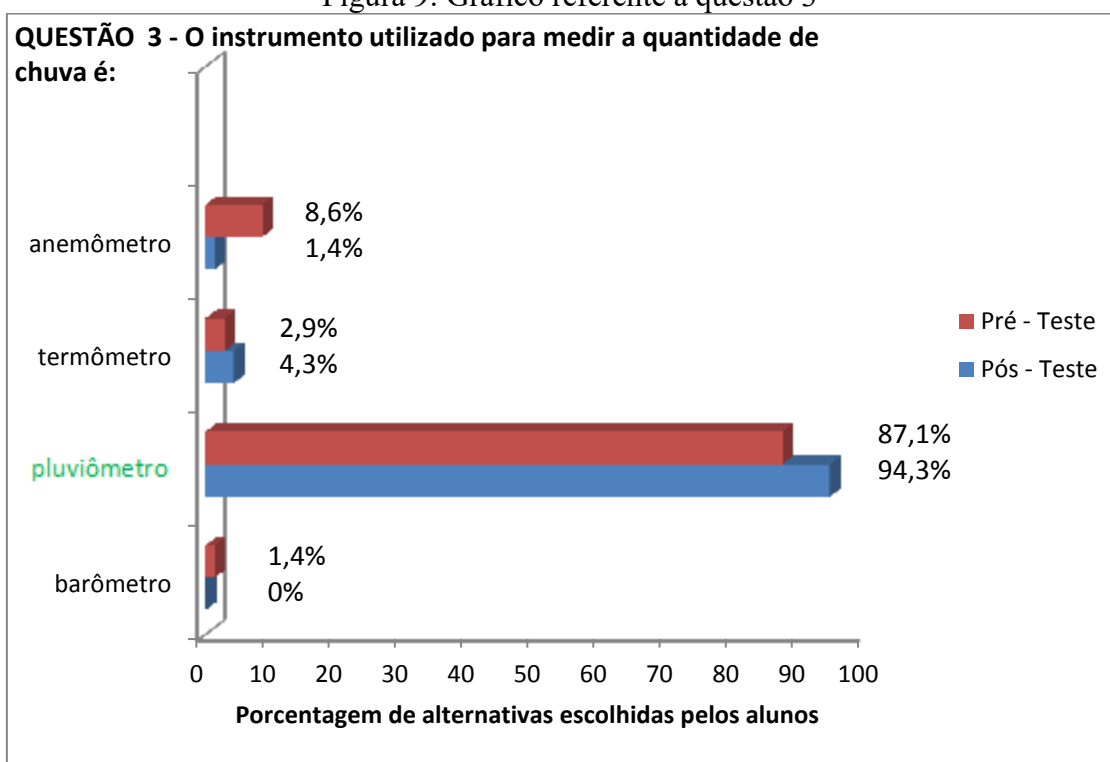
A segunda questão trata de conceitos referentes às fases da matéria e o estado físico em que a substância se encontra. Pelo fato de ser mais simples o aluno poder identificar a substância água nas três fases mais conhecidas por nós (sólido, líquido e gasoso), em condições alcançadas de forma simples. No pré-teste, pode-se identificar uma relação intrínseca entre temperatura e elevação de temperatura; onde, em um primeiro momento 21 alunos (30%) entende que a fonte de calor é unicamente responsável pela elevação de temperatura, independente da mudança de fase; enquanto que 20 alunos (28,6%) entendem o calor se manifestando sob a forma de calor sensível até atingir a temperatura onde ocorre mudança de fase, quando a partir daí o calor se manifesta sob a forma de calor latente, onde ocorre mudança de fase com a temperatura constante. Após aplicação do produto pode-se constatar que o número de alunos que identificam a mudança de fase como transformação de calor latente, com temperatura constante, aumente para 35 alunos (50%).

Figura 8: Gráfico referente a questão 2



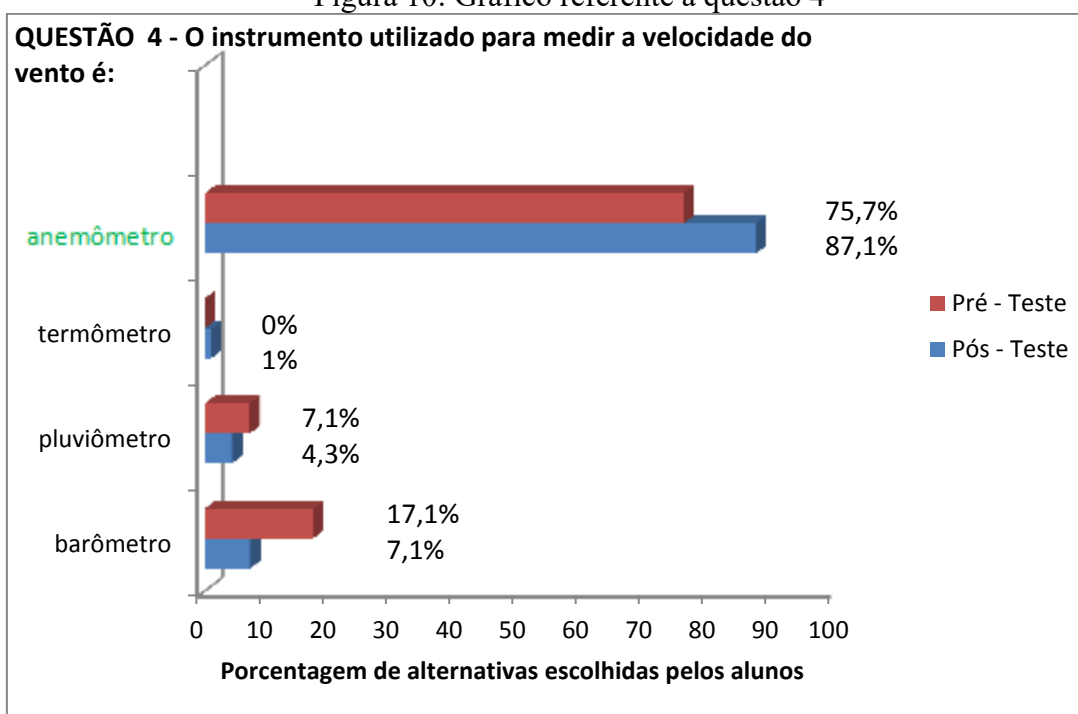
A terceira questão trata de um termo associado à medição, embora tenha o caráter informativo, a alternativa correta mostra-se aqui sendo assinalada por quase a totalidade dos alunos, os quais marcaram a alternativa correta. 61 alunos (87,1%), podendo aqui ser creditado o fato de poder ter sido utilizado o processo por eliminação de alternativas. No pós-teste verifica-se que, alguns alunos que tinham dúvidas ou desconheciam o nome do instrumento meteorológico utilizado para medição do volume de chuvas, acabaram por acertar a alternativa correta, aumentando o número de alunos que acertaram a questão para 66 alunos (94,3%).

Figura 9: Gráfico referente a questão 3



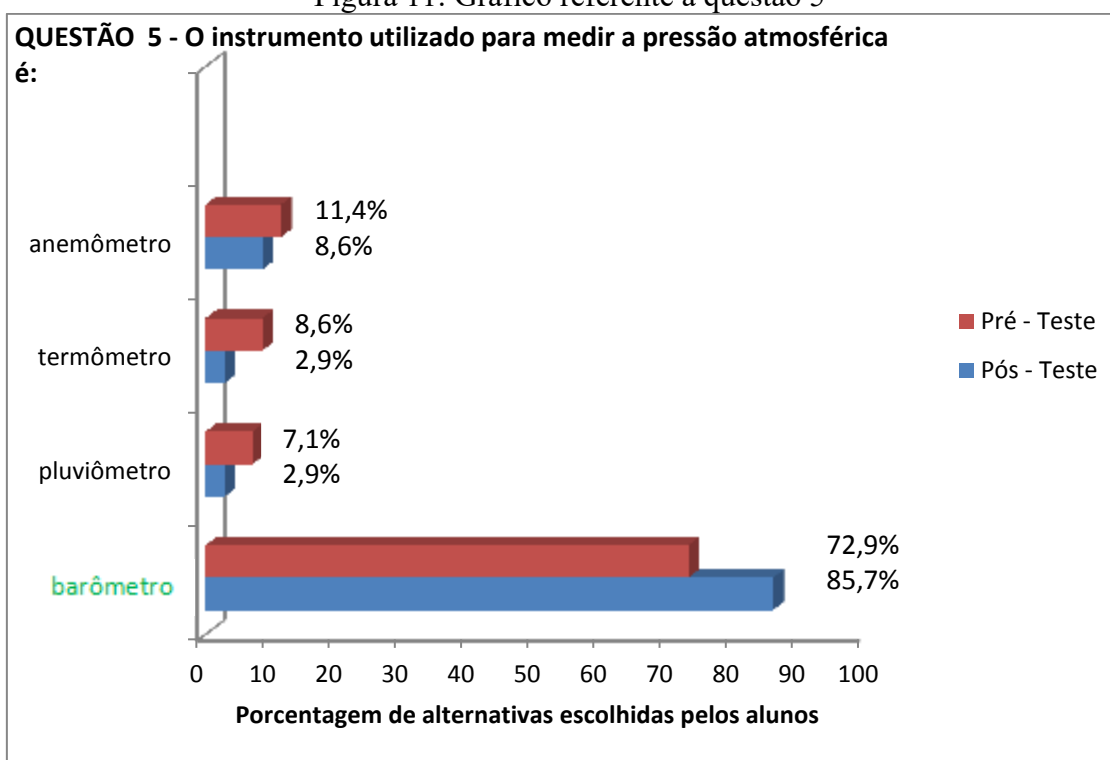
A quarta questão trata de um termo associado à medição, de forma semelhante a questão anterior, também de caráter informativo, a alternativa correta mostra-se aqui sendo assinalada por quase a totalidade dos alunos, os quais marcaram a alternativa correta. 53 alunos (75,7%), podendo aqui ser creditado o fato de poder ter sido utilizado o processo por eliminação de alternativas. No pós-teste verifica-se que, alguns alunos que tinham dúvidas ou desconheciam o nome do instrumento meteorológico utilizado para medição do volume de chuvas, acabaram por acertar a alternativa correta, aumentando o número de alunos que acertaram a questão para 61 alunos (87,1%).

Figura 10: Gráfico referente a questão 4



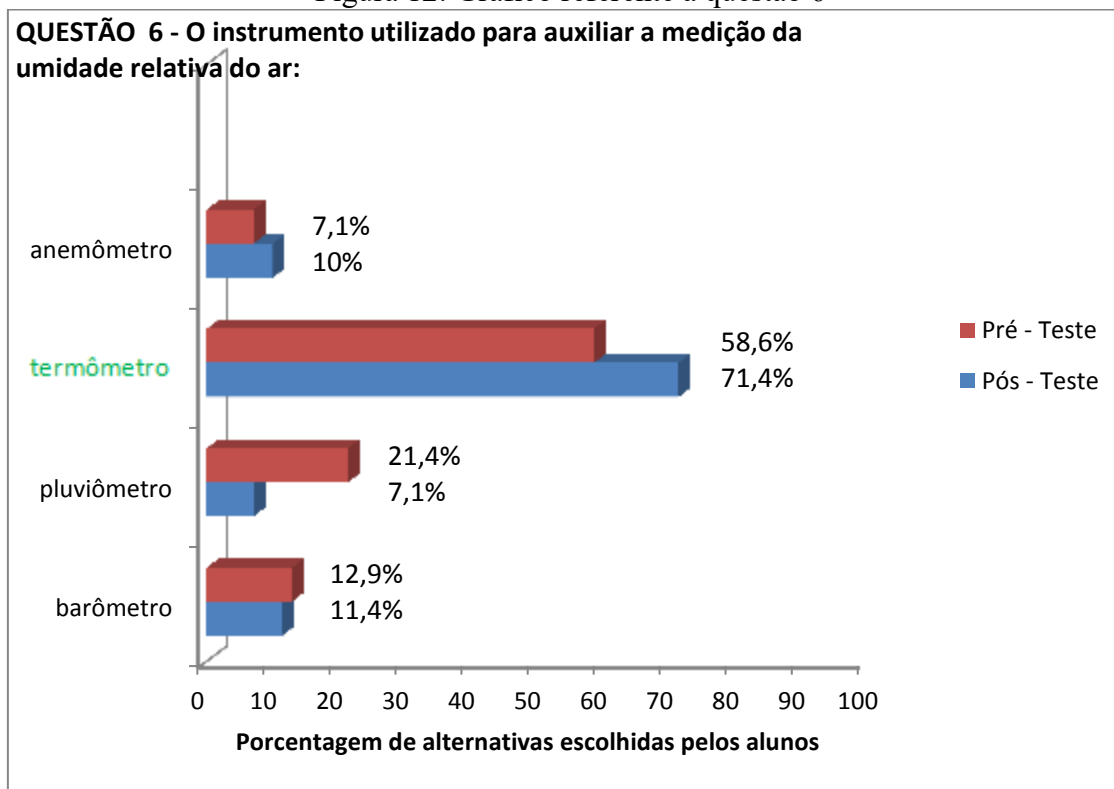
A quinta questão semelhante às questões anteriores, também é uma questão de cunho informativo e está associada à medição, a alternativa correta mostra-se aqui sendo assinalada por grande quantidade de alunos, os quais marcaram a alternativa correta. 51 alunos (72,9%), podendo aqui ser creditado o fato de poder ter sido utilizado o processo por eliminação de alternativas. No pós-teste verifica-se que, alguns alunos que tinham dúvidas ou desconheciam o nome do instrumento meteorológico utilizado para medição do volume de chuvas, acabaram por acertar a alternativa correta, aumentando o número de alunos que acertaram a questão para 60 alunos (85,7%).

Figura 11: Gráfico referente a questão 5



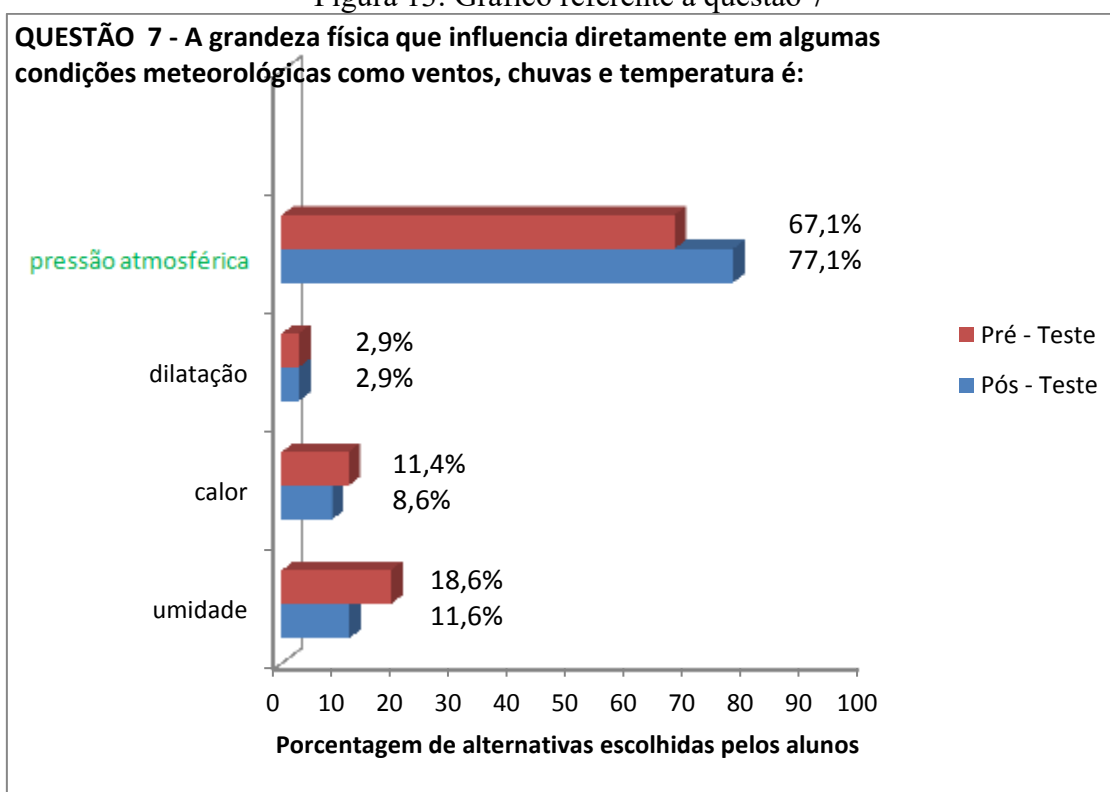
A sexta questão trata da medição de uma grandeza que, embora conhecida pela maioria dos alunos, a forma como a medida é feita não é divulgada e conhecida por muitos. Observa-se que no pré-teste 41 alunos (58,6%) conheciam o processo. Após a aplicação do produto, no pós-teste, constata-se uma aprendizagem significativa por parte dos alunos, onde 50 alunos (71,4%) identificam o instrumento de medida de forma correta.

Figura 12: Gráfico referente a questão 6



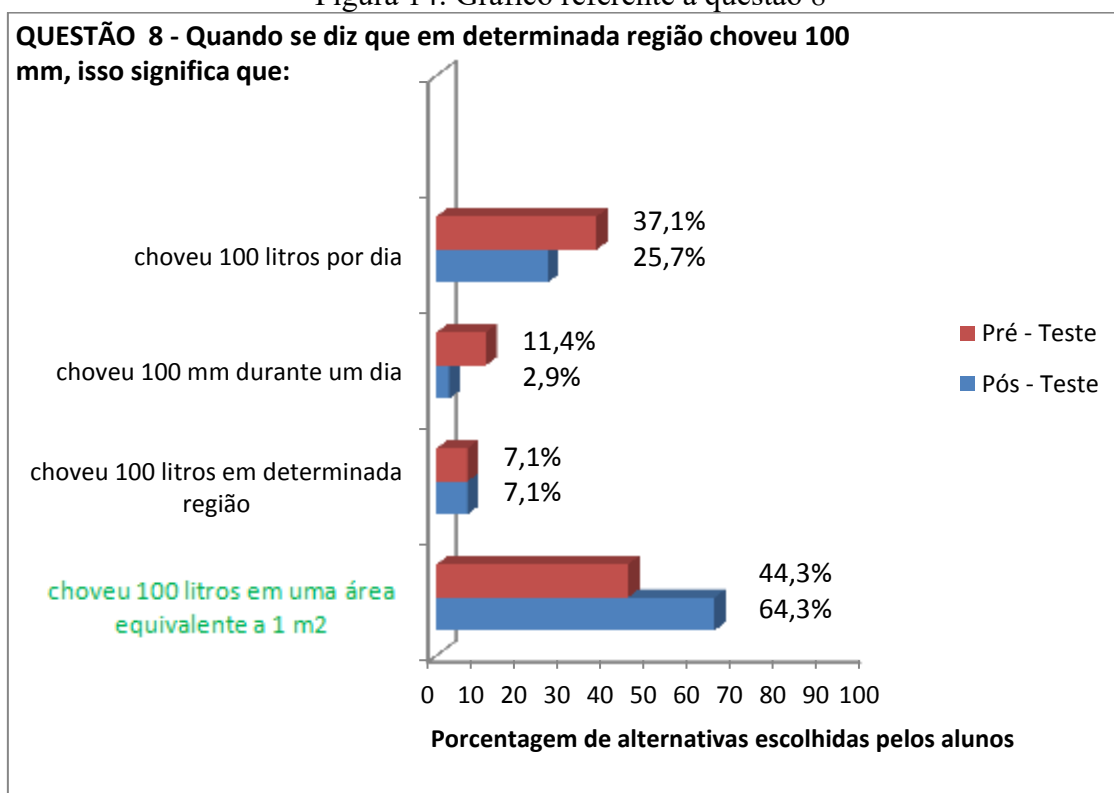
Na sétima questão, na busca em analisar a grandeza física que influência diretamente alguns fenômenos meteorológicos como ventos, chuvas e temperatura, observa-se que a maioria dos alunos já possuem um pré-conceito associado a pressão atmosférica, seja por conteúdos estudados anteriormente ou busca de notícias, enfim, 47 alunos (67,1%) já conhecem previamente o conceito e os pré-requisitos associados à pressão atmosférica. Após a aplicação do pós-teste, constata-se que o referido conceito é identificado por mais alunos, uma vez que 54 alunos (77,1%) marcaram a alternativa correta.

Figura 13: Gráfico referente a questão 7



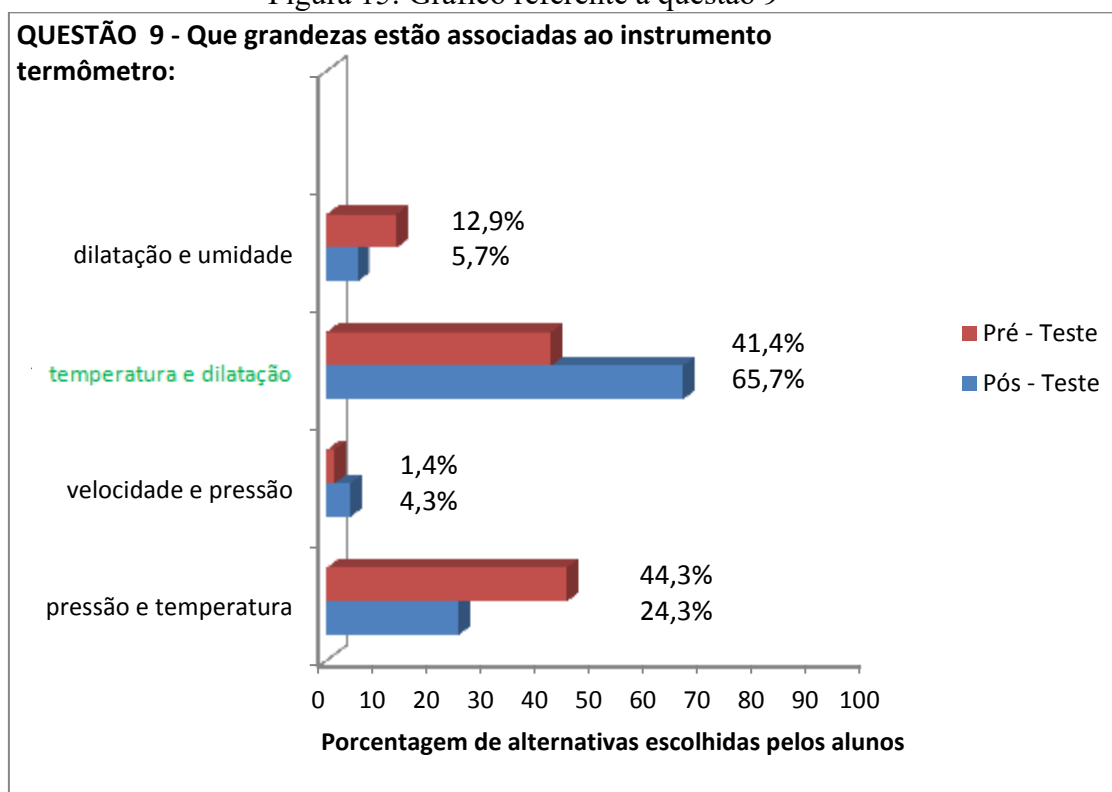
A oitava questão por se tratar de um termo técnico utilizado na análise meteorológica, verifica-se que a maioria dos alunos, embora conheça o termo, desconhecia o significado físico, uma vez que no pré-teste apenas 31 alunos (44,3%) conheciam e relação de precipitação em milímetros em determinada região. Porém no pós-teste identifica-se a construção do conceito correto, uma vez que 45 alunos (64,3%) marcaram de forma correta a questão.

Figura 14: Gráfico referente a questão 8



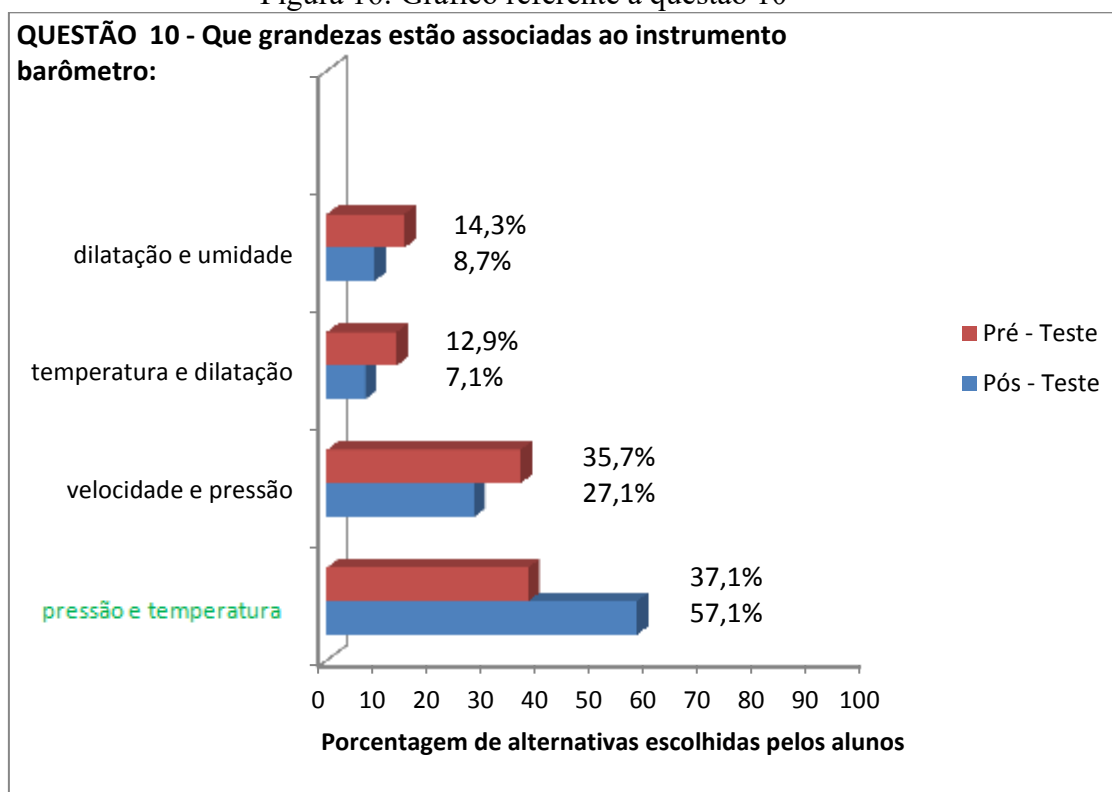
Na nona questão abordam-se conceitos já estudados e trabalhos com os alunos durante a aplicação deste produto educacional. Observa-se uma pequena contradição na relação entre grandezas físicas temperatura, dilatação e pressão com o conceito de termômetro. Na aplicação do pré-teste identifica-se as grandezas associadas ao instrumento de medidas termômetro como sendo pressão e temperatura, talvez o equívoco se dê devido conflito com a questão sete; questão essa que associa temperatura e pressão. Observa-se que 29 (41,4%) marcaram a alternativa que associa estas duas grandezas físicas. Na aplicação do pós-teste pode-se verificar a correção conceitual por parte dos alunos, sendo que 46 (65,7%) marcaram a alternativa correta.

Figura 15: Gráfico referente a questão 9



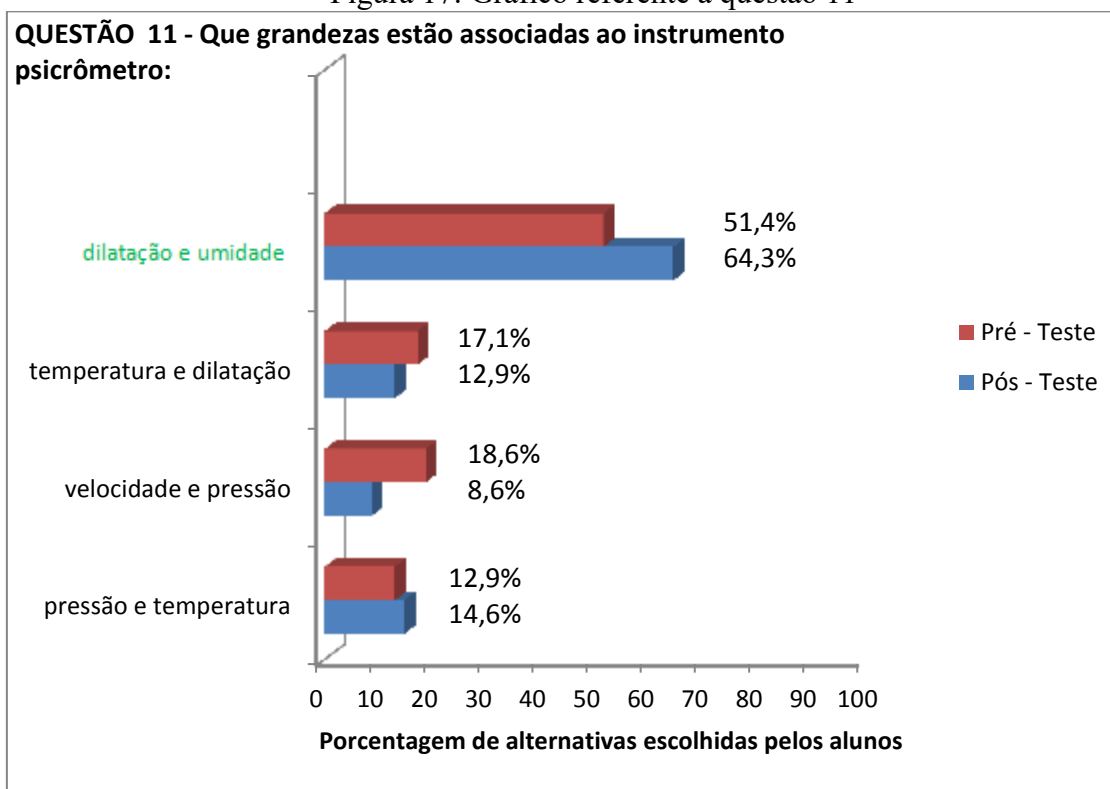
Na décima questão aborda grandezas associadas ao barômetro, e verifica-se que um grande número de alunos escolhem as alternativas que possuem a grandeza pressão. No pré-teste 26 alunos (37,1%) escolhem a alternativa correta pressão e temperatura, porém 25 alunos (35,7%) escolhem a alternativa velocidade e pressão, o que totaliza 72,8% dos alunos identificando a pressão como grandeza física associada ao barômetro, porém muitos alunos desconhecendo outro tipo de grandeza associada a este instrumento de medida. Após aplicação do produto educacional e aplicação do pós-teste, observa-se que 40 alunos (57,1%) identificam as grandezas corretas associadas ao funcionamento do barômetro.

Figura 16: Gráfico referente a questão 10



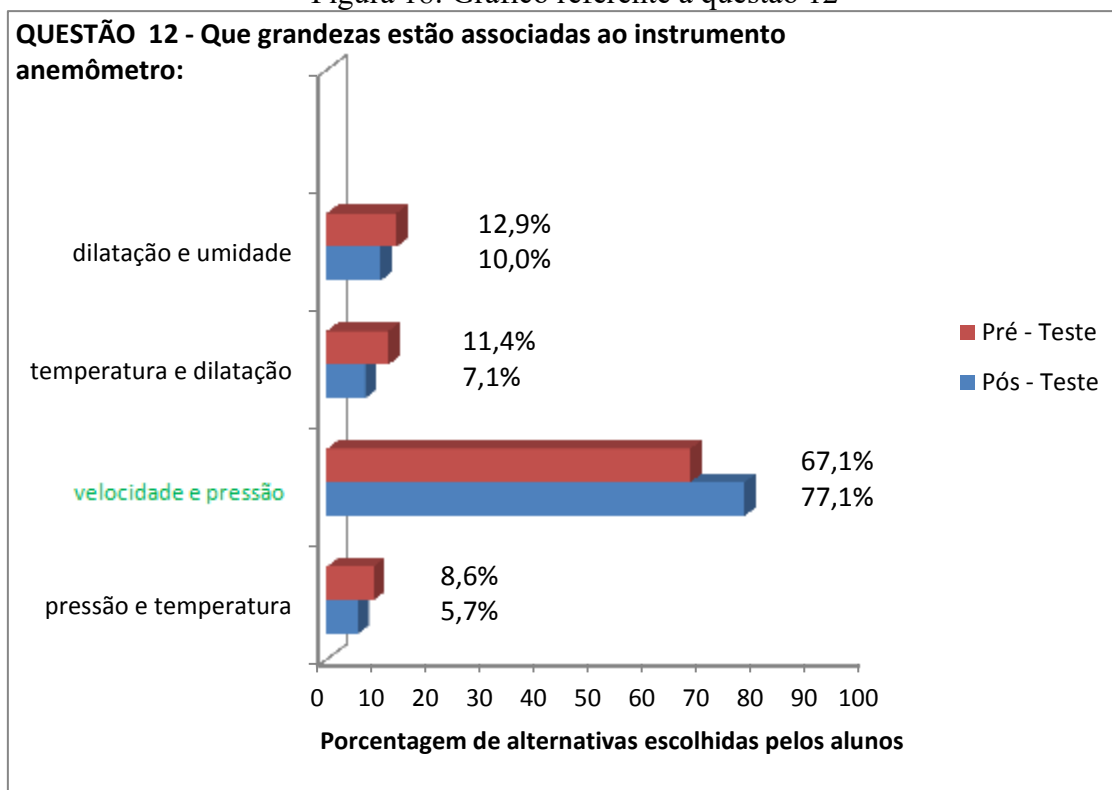
Na décima primeira questão, embora aborde um conceito não muito conhecido, que é o psicrômetro ou termômetro de bulbo úmido, observa-se que a maioria dos alunos identificam as grandezas associadas de forma correta. Na aplicação do pré-teste 36 alunos (51,4%) marcaram a alternativa correta e, na aplicação do pós-teste 45 alunos (54,3%) escolheram a alternativa correta.

Figura 17: Gráfico referente a questão 11



Na décima segunda questão, o assunto tratado refere-se ao anemômetro, instrumento esse que talvez seja o único que não esteja ligado diretamente aos conceitos prévios da termodinâmica (temperatura, calor, pressão umidade). Uma vez que somente uma das alternativas apresentava a grandeza física velocidade, observa-se então a facilidade de compreensão deste conceito. Na aplicação do pré-teste 47 alunos (67,1%) escolheram a alternativa correta; e por fim, na aplicação do pós-teste 54 alunos (77,1%) marcaram a alternativa correta, utilizando o produto educacional como ferramenta de consulta construção de conhecimento.

Figura 18: Gráfico referente a questão 12



8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o resultado obtido nesse produto educacional, aplicado em alunos do primeiro do ensino médio da rede estadual de ensino do Estado de Rio Grande do Sul, possa contribuir como auxílio e ferramenta norteadora de conceitos físicos aos professores. Este produto educacional teve como objetivo geral, elaborar um conjunto de práticas que possibilitasse aos alunos melhor compreensão dos fenômenos estudados em física em sala de aula.

Com este produto educacional houve relatos da inclusão da atividade experimental durante o processo aprendizagem dos alunos, se dando através da interação social virtual, com uma proposta que envolve além do ensino experimental, o aluno passa a ser protagonista, uma vez que envolve a construção de equipamentos pelos alunos, fator que se soma a esta aprendizagem para despertar o conhecimento.

Os equipamentos construídos são produzidos com materiais de baixo custo, ação que se enquadra nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, lançados pela ONU, em 2015, dentre os objetivos principais podemos citar promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas, assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos:

O pré-teste e pós-teste foram aplicados para, avaliar os pré-conceitos concebidos pelos alunos através de sua interação social com o meio em que vive e seu senso comum; e para avaliar a aprendizagem adquirida pelos alunos, em relação à proposta de construção e análise dos equipamentos elaborados.

Tivemos um ano atípico, quiçá um ano letivo, onde a epidemia de covid-19 que assolou o mundo, nos fez repensar não somente a forma de vivermos em sociedade, devido a isolamentos e *lockdown*, mas também a forma de ensinar e aprender. O uso das tecnologias nunca foi tão utilizado e necessário neste período; o professor teve que inserir na utilização de suas aulas, computadores, smartphones, aplicativos e programas. As escolas por sua vez também tiveram que se adaptar, e em um curto espaço de tempo, reuniões, conselhos de classe, boletins, atestados, certificados; toda documentação e serviços passaram a ser *on line*.

Inicialmente, o eixo motivador deste produto educacional era a prática do ensino no laboratório ou em sala de aula onde os alunos, em grupos, discutiriam os fenômenos estudados e construiriam equipamentos meteorológicos como proposta para o estudo da física. A construção se limita a quatro equipamentos: o termômetro, responsável pela medição da temperatura e, conjuntamente com o psicrômetro (ou termômetro de bulbo úmido) medem a umidade relativa do ar; o barômetro, cuja função é medir a pressão atmosférica; o pluviômetro, responsável por medir o volume de precipitação de chuva e o anemômetro, responsável por medir a velocidade do vento.

Esta interação social ficou limitada ao ambiente *on line*, uma vez que os alunos passaram a ter atividades escolares através de plataformas de ensino. Embora os alunos, sistematicamente trocassem informações e se comunicassem por essas plataformas, não houve a interação presencial dos alunos trabalhando em grupos na sala de aula.

Sendo assim, o produto educacional foi apresentado aos alunos através de vídeos, por um canal criado no youtube; onde os mesmos tiveram um embasamento teórico e experimental de cada equipamento meteorológico. É importante ressaltar que o papel do professor ao longo do desenvolvimento do produto educacional foi ser um mediador das atividades, abordando a análise das grandezas físicas inerentes a cada equipamento. O conjunto de atividades propostas, sendo através de vídeos, sempre buscou estimular e despertar o interesse dos alunos para seus estudos, mesmo de forma *on line*.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

Brasil, Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4. <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods4/>. Brasil. 2015

_____. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (Primeira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, versão final. Disponível em: <http://http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em:10/11/2020.

Educação Básica, Censo Escolar da. 2018, Notas Estatísticas. INEP. Brasília/DF. Janeiro de 2019.

Freire, Paulo. Pedagogia da autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

Gomes, Luciano Carvalhais e Luzia Marta Bellini - Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. Universidade Estadual de Maringá, PR, Brasil. Publicado em 26/6/2009.

Inmet, Glossário – disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

Página principal:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario#N>

Acesso em: novembro de 2019.

Libâneo, José Carlos – Adeus professor, adeus professora? : novas exigências educacionais e profissão docente. 4ª ed. São Paulo, Cortez, 2000.

Meteorologia e Oceanografia, Curso Básico de - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Meteorologia. Laboratório de Modelagem de Processos. Marinhos e Atmosféricos. Agosto 2006.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 1 Apresentação*[21 de maio de 2021- 1 vídeo 2 min 23s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/2g0J0qfxYEc>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 2 Aula sobre Termômetros* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 3 min 54s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/8mfewHpc9k>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 3 Construção de Termômetros* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 2 min 44s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/0RiQBwxbbGo>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 4 Umidade relativa do ar* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 8 min 23s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/gdVxMafQhz0>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 5 Barômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 6 min 43s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em https://youtu.be/SarT0_xFmok. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 6 Construção do Barômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 2 min 48s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/5oq166sUnRk>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 7 Pluviômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 1 min 47s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/rW4AxPPzOK0>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 8 Construção do Pluviômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 1 min 10s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/C16OAuVA7oM>. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 9 Anemômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 2 min 51s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em https://youtu.be/9_zZ9IgfUOU. Acessado em 29/03/2021.

MENDES, Marco César de Oliveira, *Vídeo 3 Construção do Anemômetro* [21 de maio de 2021- 1 vídeo 1 min 44s). Publicado pelo canal do Professor Marco César de Oliveira Mendes. Português. Disponível em <https://youtu.be/9YbXl-jyvG4>. Acessado em 29/03/2021.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL- ONU BR. A Agenda 2030. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> >. Acesso em: 20 de out. de 2020.

Parâmetros Curriculares Nacionais [PCN+ 2007] Brasil – Ministério da Educação, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2007. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>

Página principal:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598:publicacoes&catid=195:sebeducacao-basica

Acesso em novembro de 2019.

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio [PCNEM 2000] Brasil – Ministério da Educação, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>

Página principal:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598:publicacoes&catid=195:sebeducacao-basica

Acesso em novembro de 2019.

Resnick, David Halliday & Robert – Fundamentos de Física. Vol. 2. Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 9ª ed. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro. LTC, 2012.

Rosa, Cleci Teresinha Werner da e Álvaro Becker da Rosa - A teoria histórico-cultural e o ensino da física - Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653), Universidade de Passo Fundo, Brasil 2004.

Sistema Internacional de Unidades - 1ª Edição Brasileira (2012) referente a 8ª Edição do BIPM (2006) da Brochura SI. Comissão Permanente de Atualização do SI. Designada pelo Presidente do Inmetro, João Alziro Herz da Jornada na Portaria nº 156 de 26/03/2013. 1ª Edição. Rio de Janeiro. 2014

Tipler, Paul A. - Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2. Eletricidade e Magnetismo; Óptica. 5ª ed. Tradução Fernando Ribeiro da Silva e Mauro Speranza Neto. Rio de Janeiro. LTC. 2009.

Vianello, R.L.; Alves, A.R. - Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: Editora da UFV. 2000. 448 p.

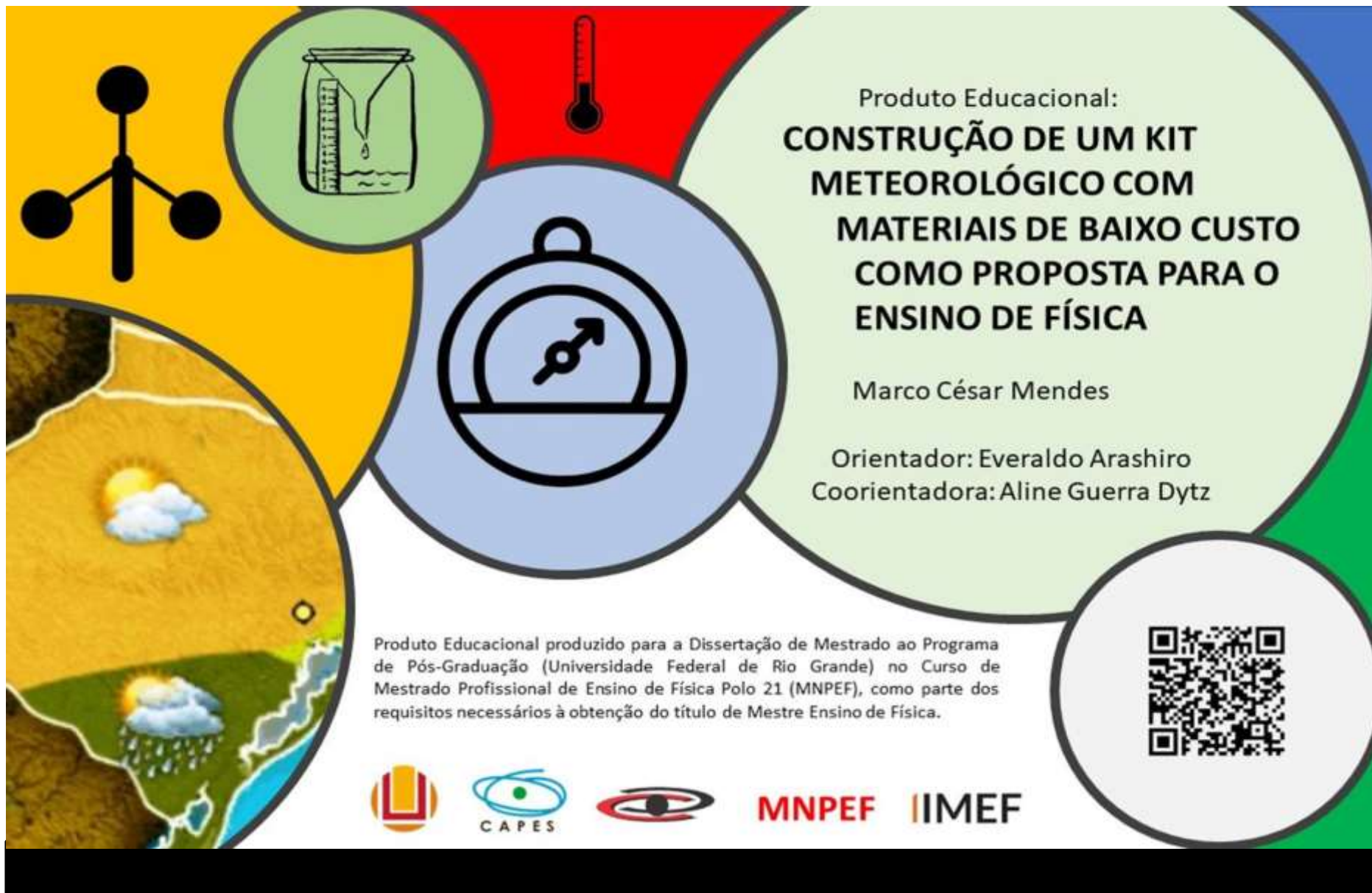
Vygotsky, Lev Semenovich. A formação social da mente. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

World Meteorological Organization: WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals. Ed. 2017. Genebra

Ynoue, Rita Yuri. Meteorologia: noções básicas / Rita Yuri Ynoue...[et al.]. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2017. Outros autores: Michelle S. Reboita, Tércio Ambrizzi, Gyrlene A. M. da Silva.

Anexo A

Produto Educacional



Produto Educacional:
**CONSTRUÇÃO DE UM KIT
METEOROLÓGICO COM
MATERIAIS DE BAIXO CUSTO
COMO PROPOSTA PARA O
ENSINO DE FÍSICA**

Marco César Mendes

Orientador: Everaldo Arashiro
Coorientadora: Aline Guerra Dytz

Produto Educacional produzido para a Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Rio Grande) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física Polo 21 (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre Ensino de Física.



MNPEF | IIMEF



CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Marco César Mendes
Everaldo Arashiro
Aline Guerra Dytz



MNPEF **IIMEF**

Índice

Professor Marco César de Oliveira Mendes:

- Graduado em Licenciatura em Física pela UFPel;
- Pós Graduado em Meteorologia (lato sensu) pela UFPel;
- Professor da rede pública Estadual de ensino há 26 anos;
- Professor da rede privada de ensino, de 1996 a 2014;
- Professor de Física do curso pré-vestibular Anglo;
- Vice Diretor do Colégio Cassiano do Nascimento de 2016 a 2019
- <http://lattes.cnpq.br/4385600271348359>

Professora Aline Guerra Dytz

- Graduada em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul;
- Doutorado em Ciências da Tecnologia Nuclear (Aplicações) pela Universidade de São Paulo;
- Professora da Universidade de Rio Grande (FURG);
- Professora do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 21 FURG
- Ex-Coordenadora do Curso de Física Licenciatura e Bacharelado da FURG.
- <http://lattes.cnpq.br/0626175392184224>

Professor Everaldo Arashiro

- Graduado em Química pela Universidade de São Paulo
- Doutorado em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo
- Professor da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
- Professor do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 21 FURG
- Coordenador do MNPEF-Polo 21 FURG (2017-2021)
- <http://lattes.cnpq.br/1305055548542115>

1. APRESENTAÇÃO.....	01
VÍDEO 1 - APRESENTAÇÃO.....	01
2. TERMÔMETRO.....	02
TEMPERATURA E CALOR.....	02
CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO.....	03
VÍDEO 2 - AULA SOBRE TERMÔMETROS.....	04
VÍDEO 3 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO.....	04
3. BARÔMETRO.....	05
PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	05
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO.....	06
CONSTRUÇÃO DO BARÔMETRO.....	06
VÍDEO 4 - UMIDADE RELATIVA DO AR.....	07
VÍDEO 5 - AULA SOBRE BARÔMETRO.....	08
VÍDEO 6 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO BARÔMETRO.....	08
4. PLUVIÔMETRO.....	09
VOLUME.....	09
CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO.....	09
VÍDEO 7 - AULA SOBRE PLUVIÔMETRO.....	10
VÍDEO 8 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO.....	10
5. ANEMÔMETRO.....	11
VELOCIDADE LINEAR OU TANGENCIAL.....	11
CONSTRUÇÃO DO ANEMÔMETRO.....	11
VÍDEO 7 - AULA SOBRE ANEMÔMETRO.....	12
VÍDEO 8 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO ANEMÔMETRO.....	12
6. CANAL NO YOUTUBE.....	13
7. LINKS PARA CURIOSIDADES E APROFUNDAMENTO.....	13
8. ATIVIDADES PROPOSTAS.....	14

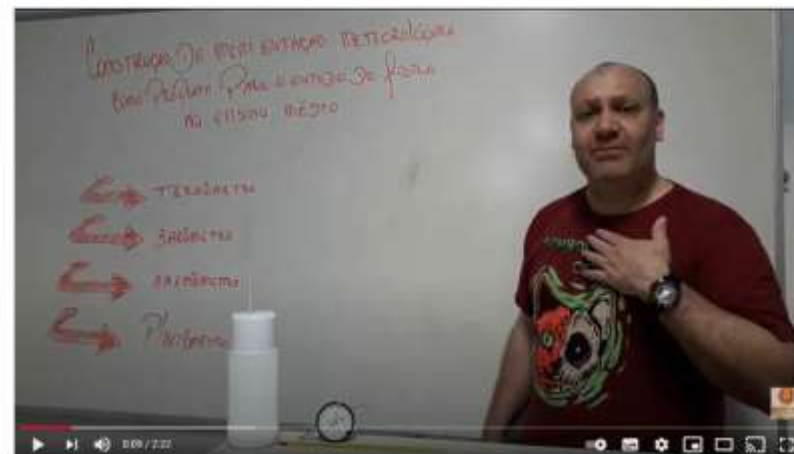
1 | VÍDEO - APRESENTAÇÃO

Este produto educacional visa à construção de equipamentos meteorológicos como proposta para estudo de física no ensino médio, mostrando que o aparato de equipamentos laboratoriais são muito importantes para melhor compreensão de fenômenos físicos.

E estes equipamentos quando podem ser produzidos pelos alunos com materiais reciclados ou de baixo custo, além de despertar a curiosidade dos alunos proporcionam também a construção do conhecimento.

Em uma série de vídeo aulas, apresentaremos sempre na ordem, o embasamento teórico e a construção dos equipamentos.

O vídeo 1 possui a apresentação e o que se pretende abordar com este produto educacional.



<https://youtu.be/2g0J0qfxYEc>

2 | TERMÔMETRO (termoscópio) - medição da temperatura.

Temperatura e Calor

Os conceitos de temperatura e calor estão presentes no nosso dia a dia, porém através de conceitos intuitivos. Em sua grande maioria, associa-se o termo calor a elevadas temperaturas, e desconhece-se o conceito de temperatura. Temperatura é a grandeza física que mede o grau de agitação molecular de um corpo. Embora se restrinja este conceito a quente ou frio, a sensação térmica, que possui conceito intuitivo, nos impõe através do senso comum a escolha quando está quente ou frio.

Quando dois sistemas ou corpos, a temperaturas diferentes são colocados em contato térmico, após certo tempo ambos atingem igual temperatura ou equilíbrio térmico. Não há necessidade dos sistemas ou corpos efetivamente estarem em contato de forma isolada, a lei zero da termodinâmica diz que:

“ Quando um corpo A está em contato com um corpo C; e um outro corpo B, também está em contato com o mesmo corpo C; os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si”.

Para medirmos a temperatura, é necessário que ocorra uma associação ou dependência funcional entre uma propriedade termométrica ou grandeza dessa substância e a temperatura T. Existem várias grandezas que variam suas características quando varia a nossa percepção fisiológica de temperatura. Entre essas grandezas estão: o volume de um líquido e o comprimento de uma barra. Relacionamos o aumento da temperatura ocorrida em um corpo com a dilatação sofrida, de modo que:

$$T(X) = a X + b$$

onde X é o comprimento de uma coluna de mercúrio em um termômetro e a e b são constantes a serem determinadas. A temperatura de um sistema é medida nas escalas em graus Celsius, graus Fahrenheit ou em Kelvin.

Construção do Termômetro



Figura 2:1. Montagem do Termômetro

Materiais utilizados:

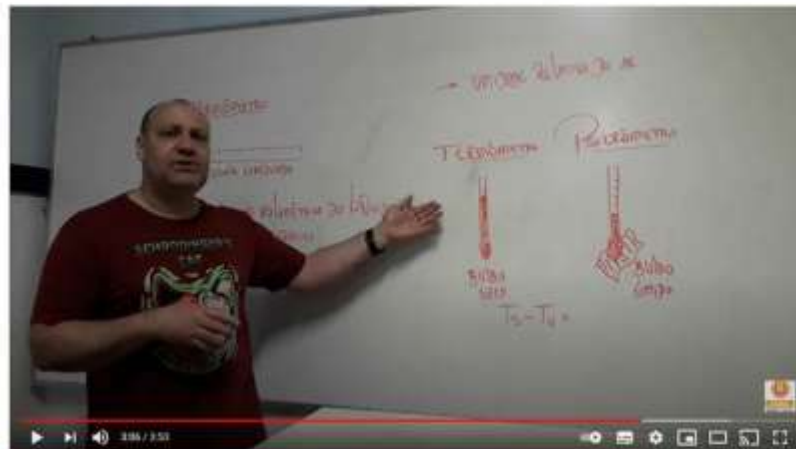
Frasco de vidro ou plástico âmbar
Tubo ou cano transparente rígido
Álcool com corante
Cola quente

Procedimento:

Coloca-se a mistura de álcool e corante no interior do frasco, de forma que o mesmo fique completamente cheio (para que ocorra melhor visualização do fenômeno mistura-se o corante ao álcool); se introduz o tubo na parte superior do frasco, de maneira que o tubo encaixe na tampa do frasco, a cola quente serve para vedar o tubo na tampa.

Optou-se pela utilização de água quente e fria para verificação da dilatação do álcool.

No vídeo 2, têm-se uma análise teórica do que se pretende observar nos experimentos e as propriedades físicas que irão ser exploradas



<https://youtu.be/8mfewHpc9k>

O vídeo 3 é um guia experimental de como montar o experimento e seu comportamento quando ocorre o equilíbrio térmico entre o álcool com água quente e com água fria.



<https://youtu.be/0RiQBwxbbGo>

3 | BARÔMETRO - medição da pressão atmosférica

Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica equivale à pressão exercida pelo peso da coluna de ar sobre uma dada superfície, ou seja, representa o peso que a atmosfera exerce por unidade de área. Como a força gravitacional – força de atração exercida pela Terra em relação a um corpo – favorece uma maior concentração das moléculas de ar em direção à superfície terrestre, a atmosfera é mais densa perto dela.

Para o estudo da pressão atmosférica, é importante recordar o conceito de densidade, que é dada pela quantidade de massa num determinado volume.

Em 1644, Evangelista Torricelli (1608-1647), inventou o primeiro barômetro que permite realizar medições a respeito da pressão atmosférica. Usando o conceito de variação de pressão, Torricelli conseguiu verificar a pressão atmosférica exercida equivalente a uma coluna de mercúrio. Com um aparato relativamente simples, ele verifica a igualdade entre as pressões exercidas pela coluna de ar e de mercúrio.

A pressão atmosférica é medida em N/m^2 ; Pa (Pascal); atm (atmosfera); mmHg; torr.

$$1 \text{ atm} = 100000 \text{ N/m}^2 = 100000 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

A pressão atmosférica ou pressão barométrica também exerce influência sobre a temperatura, ventos e chuva.

Com o aumento da temperatura, o ar fica menos denso e a atmosfera se expande, diminuindo a pressão atmosférica; tem-se um centro de baixa pressão. Em contrapartida, com a diminuição da temperatura, o ar fica mais denso e a atmosfera se contrai, aumentando a pressão atmosférica; tem-se um centro de alta pressão.

Em dias quentes e ensolarados, a umidade do ar movimenta-se para cima e direção as camadas mais altas da atmosfera condensando, formando nuvens e podendo provocar chuvas.

Influência da pressão na mudança de estado físico

Já verificamos anteriormente que a mudança de estado físico da água ocorre em duas temperaturas conhecidas, ao nível do mar, a 0°C e 100°C . Porém, ao variarmos a pressão, ocorre alteração no ponto de mudança de estado físico. Ao aumentarmos a pressão, a temperatura do ponto de fusão diminui (um cubo de gelo derrete a temperaturas abaixo de 0°C) e a temperatura do ponto de ebulição aumenta (a água entra em ebulição a temperaturas superiores a 100°C). Ao diminuirmos a pressão, a temperatura do ponto de fusão aumenta (a água solidifica a temperaturas acima de 0°C), e a temperatura do ponto de ebulição diminui (a água entra em ebulição a temperaturas inferiores a 100°C).

Construção do Barômetro

Materiais utilizados:

Garrafa pet
Mangueira transparente flexível
Pedaço de arame e cola quente



Figura 3.1: Montagem do barômetro

Procedimento:

Com o auxílio de uma tesoura, fazemos um furo circular de diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro da mangueira, a 10 cm da base da garrafa.

Introduzimos a mangueira pelo furo por uns 2 cm; vedamos o furo com cola quente. Fixamos a mangueira com o auxílio do arame de forma a ficar no mesmo nível do gargalho da garrafa.

Preenchemos a garrafa com água, cuidando para não preencher totalmente, podemos observar que, quando a garrafa está destampada, o nível de água se põe em equilíbrio, ou seja, a água na garrafa e na mangueira está em equilíbrio, pelo fato da pressão atmosférica atuar em ambas aberturas (boca da garrafa e mangueira). Mas no momento que fechamos a garrafa com a tampa, podemos observar que a pressão atmosférica atua somente na mangueira, fazendo com que somente seu nível abaixe ou suba.

No vídeo 4, uma aula sobre umidade relativa do ar e suas dependências com a temperatura e a umidade.



<https://youtu.be/gdVxMafQhz0>

O vídeo 5 apresenta o embasamento teórico sobre barômetros, suas características e como mede-se a umidade relativa do ar.



https://youtu.be/SarT0_xFm0k

O vídeo 6 é um guia experimental de como montar o barômetro.



<https://youtu.be/5oq166sUnRk>

4 | PLUVIÔMETRO – Medida da precipitação em determinado local.

Volume

É uma medida de capacidade, porém quando associada e determinada área padrão pode vir expressa em metros, centímetros ou milímetros.

O índice pluviométrico, refere-se a quantidade de chuva captada por metro quadrado.

Sendo assim, por exemplo, se o índice pluviométrico em determinado local foi de 10 mm (milímetros); isto significa a altura de chuva captada no interior de uma região cuja área é de 1 metro quadrado.

Construção do Pluviômetro



Figura 4.1: Montagem do pluviômetro

Materiais utilizados:

Bambona plástica de 5 litros
Régua
Fita adesiva

Procedimento:

Com o auxílio de uma tesoura devemos recortar o gargalo da bambona; com o auxílio de uma régua fixada na lateral da bambona com seu início coincidindo com a base da bambona, marcaremos o nível de água captado.

O vídeo 7 apresenta o embasamento teórico sobre pluviômetro, suas propriedades e a relação com quantidade de chuva e volume.



<https://youtu.be/YVixGOY6uwU>

O vídeo 8 é um guia experimental de como montar o experimento e fazer a leitura do pluviômetro.



<https://youtu.be/C16OAUVA7oM>

5 ANEMÔMETRO – Medição da velocidade do vento.

Velocidade Linear ou Tangencial

O conceito de velocidade (v) relaciona o deslocamento de uma partícula (Δs) pelo intervalo de tempo (Δt) gasto, assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Unidade: m/s; km/h



Figura 5.1: Montagem do anemômetro

Construção do anemômetro

Materiais utilizados:

Garrafa pet
Haste de madeira ou metal
Suporte
Caneta de quadro branco
Estilete ou tesoura

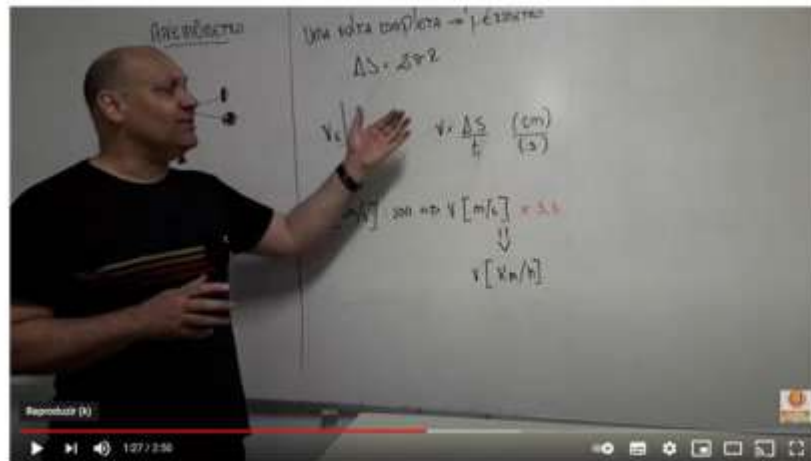
Procedimento:

Faz-se uma marcação circular com o auxílio de uma caneta de quadro branco a aproximadamente uns 5 cm da base da garrafa e uns 15 cm de seu bocal (a garrafa pet apresenta essas regiões demarcadas pelo seu formato, na região da base ela se alarga e na região do gargalo ela começa a afinar).

Faz-se também quatro retas paralelas e equidistante uma das outras, de forma que, aos pares as retas fiquem opostas às paredes da garrafa. Com auxílio do estilete ou tesoura, recortamos toda a extensão das retas, suas bases e seus topos.

É importante observar que tanto base quanto topo devem obedecer a uma certa distância, de modo que o recorte se transforme em uma pá.

O vídeo 9 apresenta o embasamento teórico sobre o anemômetro, suas características e como calcular a velocidade do vento.



https://youtu.be/9_zZ9lgfuOU

O vídeo 10 é um guia experimental de como montar o experimento.



<https://youtu.be/9Ybxi-jyvG4>

6 | Canal no Youtube

Este conteúdo foi extraído canal
INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO
DA FÍSICA
de domínio do autor.

<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg>



Figura 6.1: Canal do Youtube



7 | Links para curiosidades e aprofundamento:

<https://wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/instrumentos-meteorologicos/>

<https://www.ufjf.br/labcaa/equipamentos/>

<https://www.inmet.gov.br>

8 | ATIVIDADE PROPOSTA

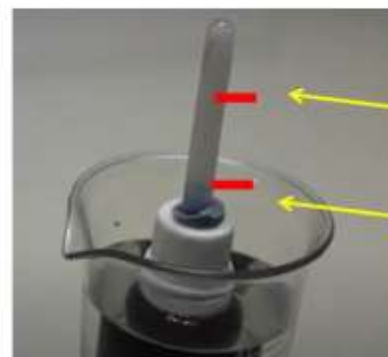
Após a aplicação do produto educacional, propõe-se ao professor trabalhar com alunos, em sala de aula.

ATIVIDADE 1

Propor a mensuração dos equipamentos meteorológicos através de algumas medidas experimentais.

1. CONSTRUÇÃO DE ESCALA TERMOMÉTRICA

De posse do termômetro construído em sala de aula, repetir a experiência do termômetro em contato com água a 100°C e 0°C . Porém realizar marcações quando ocorrer o equilíbrio térmico entre o termômetro e a água.



Ponto de ebulição da água

Ponto de fusão da água

Pedir para um aluno segurar o termômetro com sua mão, agarrando-o de forma a manter o termômetro em contato com a palma da mão.



Proceder desta forma durante alguns minutos para verificar a altura atingida e marcar na escala construída.

Comparar com a escala de um termômetro clínico ou caseiro.

2. ANÁLISE DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA

De posse do barômetro construído em sala de aula, utilizá-lo em dias quentes e dias frios. Fazer a uma marcação no tubo fino ou mangueira e discutir as variações de altura sofridas pelo líquido (água) no interior do barômetro, associando com centros de alta e baixa pressão.

Pode-se especificar que, este tipo de experimento não irá medir a pressão atmosférica, mas sim suas variações, dependentes da umidade relativa do ar e temperatura.

3. MEDIDA DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

De posse do aparelho pluviômetro construído em sala de aula, pretende-se estimar a quantidade de chuva que cai ou precipita em um determinado local.

O primeiro passo é medir as dimensões do galão que se está utilizando, relacionando a área de sua base com a altura que a chuva irá atingir.

vista lateral



vista de cima



h - altura

O volume de líquido no interior do galão é calculado através da fórmula:

$V = \text{área de base} \times \text{altura}$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

De forma experimental, coloca-se 2 litros de água no interior do galão e primeiro calcule a altura atingida através da fórmula abaixo:

$$h = 10 \cdot \frac{V}{A}$$

onde h altura de chuva (mm); V = volume de água coletado (ml) ou (cm^3), sendo $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$; A = área da seção de captação de água (cm^2) que cai em uma área de 1 m^2 . (Note que iremos calcular a altura em centímetros, o fator 10 irá expressá-la em milímetros).

A seguir meça com uma régua a altura atingida.

A altura atingida pela água (em mm) no interior do galão corresponde a quantidade de chuva (em litros) .

4. CÁLCULO DA VELOCIDADE DO VENTO

De posse do aparelho anemômetro construído em sala de aula, pretende-se estimar a velocidade do vento responsável por movimentar as pás do anemômetro.

Inicialmente, devemos medir o diâmetro do anemômetro (distância entre duas pás opostas).



Marcamos uma das pás e verificamos o tempo que a marcação leva para executar uma volta completa.

A velocidade será calculada por:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

onde:

Δs : perímetro (distância percorrida pela marcação)

Δt : tempo necessário para execução de uma volta completa.

O perímetro é calculado como:

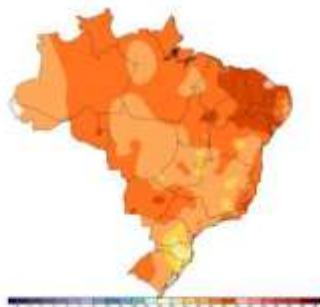
$$\Delta s = 2\pi \cdot r$$

onde r é o raio da trajetória descrita (a metade do diâmetro).

ATIVIDADE 2

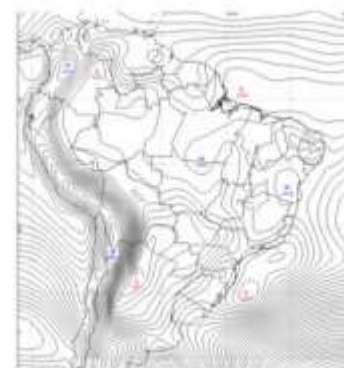
Após a aplicação do produto educacional, propõe-se ao professor trabalhar com alunos, em sala de aula, a interpretação de alguns mapas meteorológicos.

- TEMPERATURA – De forma simples e sucinta, este mapa leva em consideração a análise do mapa através de um espectro de cores, onde o branco sinaliza valor para temperatura igual a zero, à medida que nos afastamos do branco para a esquerda, a temperatura diminui e; para direita, a temperatura aumenta.



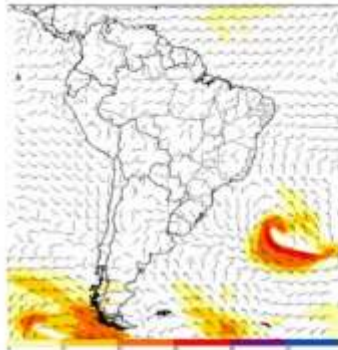
Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem em sites especializados (links citados na página anterior) e tragam estes mapas para discussão em sala de aula, porém cada aluno deve trazer um mapa correspondente a um dia do mês. Com base na análise destes mapas pode-se verificar a movimentação do fluxo térmico e discutir que fatores influenciam variações de temperatura e amplitudes térmicas.

- PRESSÃO – Este mapa trabalha com a interpretação de linhas; quando estas linhas estão próximas, se tem uma região de alta pressão; com linhas mais afastadas, possuímos uma região de baixa pressão.

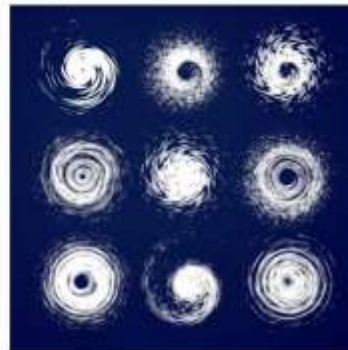


Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem, com o auxílio do celular smartphone, determinadas regiões do mapa e sua pressão atmosférica. Com isso pode-se relacionar o distanciamento das curvas com as referidas pressões atmosféricas locais.

- VENTOS – Este mapa traz a direção dos ventos, formação de rajadas e vendaval. Pode-se associar a formação de ciclones com os centros de alta e baixa pressão.

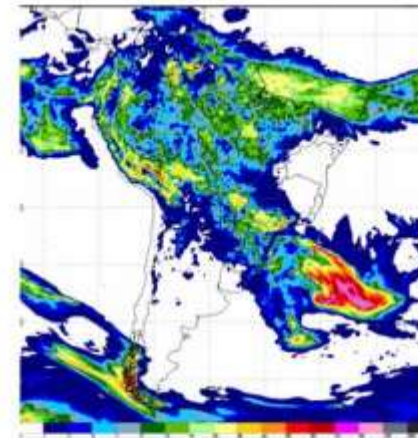


Tipos de ciclones



Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem, com o auxílio do celular smartphone, tipos de ciclone e quais os requisitos para sua formação. Associar com a temperatura e o aparecimento de ciclones no Brasil.

- PRECIPITAÇÃO – Este mapa, de forma semelhante ao mapa da temperatura, leva em consideração sua análise através de um espectro de cores, onde cada cor representa, em mm/dia o acumulo de chuva.



Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade de discussão em sala de aula onde aborde-se o ciclo da água, a necessidade da previsão meteorológica, a relação com a condensação e formação de nuvens e o efeito estufa.

Anexo B

QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

1. Assinale a expressão correta:
 No inverno ou noites muito frias, é comum cair geada.
 Em dias muito quentes, faz calor.
 Calor é uma forma de energia.
 Calor está associado a temperaturas elevadas.

2. Em relação à temperatura e mudanças de fase da água:
 A água só pode congelar a 0°C,
 A água só ferve a 100° C;
 A mudança de fase só ocorre a 0° C..
 Durante a mudança fase, sua temperatura permanece constante.

3. O instrumento utilizado para medir a quantidade de chuva é:
 anemômetro
 termômetro
 pluviômetro
 barômetro

4. O instrumento utilizado para medir a velocidade do vento é:
 anemômetro
 termômetro
 pluviômetro
 barômetro

5. O instrumento utilizado para medir a pressão atmosférica é:
 anemômetro
 termômetro
 pluviômetro
 barômetro

6. O instrumento utilizado para auxiliar a medição da umidade relativa do ar é:
 anemômetro
 termômetro
 pluviômetro
 barômetro

7. A grandeza física que influencia diretamente em algumas condições meteorológicas como ventos, chuvas e temperatura é:
 pressão atmosférica
 dilatação
 calor
 umidade

8. Quando se diz que em determinada região choveu 100 mm, isso significa que:

- choveu 100 mm em um mês
- choveu 100 mm durante um dia
- choveu 100 litros em determinada região
- choveu 100 litros em uma área equivalente a 1 m^2

9. Que grandezas estão associadas ao instrumento termômetro:

- dilatação e umidade
- temperatura e dilatação
- velocidade e pressão
- pressão e temperatura

10. Que grandezas estão associadas ao instrumento barômetro:

- dilatação e umidade
- temperatura e dilatação
- velocidade e pressão
- pressão e temperatura

11. Que grandezas estão associadas ao instrumento psicrômetro:

- dilatação e umidade
- temperatura e dilatação
- velocidade e pressão
- pressão e temperatura

12. Que grandezas estão associadas ao instrumento anemômetro:

- dilatação e umidade
- temperatura e dilatação
- velocidade e pressão
- pressão e temperatura