



Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EM CONSONÂNCIA COM A
BNCC/DRC-MT, PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA VIA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA**

MARIA APARECIDA RIBEIRO MATOS DO NASCIMENTO

CUIABÁ – MT
julho de 2022

MARIA APARECIDA RIBEIRO MATOS DO NASCIMENTO

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EM CONSONÂNCIA COM
BNCC/DRC-MT, PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA VIA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso 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: Alberto Sebastião de Arruda

Coorientador: Paulo Henrique Zanella de Arruda

CUIABÁ – MT

Julho de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

N244p Nascimento, Maria Aparecida Ribeiro Matos do.
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EM
CONSONÂNCIA COM BNCC/DRC-MT, PARA O ENSINO DE
TERMODINÂMICA VIA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA /
Maria Aparecida Ribeiro Matos do Nascimento. -- 2022
166 f. ; 30 cm.

Orientadora: Alberto Sebastião de Arruda.
Co-orientadora: Paulo Henrique Zanella de Arruda.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física, Cuiabá,
2022.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Sequência Didática. 3. Termodinâmica. 4.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE NACIONAL -
PROFIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EM CONSONÂNCIA COM BNCC/DRC-MT, PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA VIA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA"

AUTORA: Maria Aparecida Ribeiro Matos do Nascimento

Dissertação defendida e aprovada em 29 de julho de 2022.

CÔMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. **DOUTOR ALBERTO SEBASTIÃO DE ARRUDA** (Presidente da Banca/Orientador)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
2. **DOUTOR PAULO HENRIQUE ZANELLA DE ARRUDA** (Coorientador)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
3. **DOUTOR LUIS CRACO** (Examinador Interno)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
4. **DOUTOR CRISTIANO ROCHA DA CUNHA** (Examinador Externo)
INSTITUIÇÃO: INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO - CAMPUS CUIABÁ
5. **DOUTOR JORGE LUIZ BRITO DE FARIA** (Examinador Interno Suplente)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
6. **DOUTORA ANDREIA DA SILVA TAVARES** (Examinadora Externa Suplente)
INSTITUIÇÃO: UNIVAG

CUIABÁ, 29/07/2022.



Documento assinado eletronicamente por **CRISTIANO ROCHA DA CUNHA**, Usuário Externo, em 01/08/2022, às 10:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **LUIS CRACO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 01/08/2022, às 10:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **ALBERTO SEBASTIAO DE ARRUDA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 01/08/2022, às 16:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Aparecida Ribeiro Matos, Usuário Externo**, em 28/10/2022, às 18:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4956750** e o código CRC **E48AF98C**.

Dedico esta dissertação ao Deus da minha vida,
ao meu pai (in memoriam), a minha mãe,
esposo e filhos pelo incentivo e compreensão.

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Alberto Sebastião de Arruda e ao meu coorientador Dr. Prof. Paulo Henrique Zanella de Arruda.

Aos meus ilustres colegas de sala pelo companheirismo e apoio nos momentos adversos.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À SEDUC-MT pela disponibilização de material e auxílio.

À equipe gestora da escola estadual Historiador Rubens de Mendonça pela confiança e apoio durante a execução de nossas atividades.

Aos alunos da turma do 2º ano D noturno pelo desejo de aprender.

RESUMO

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EM CONSONÂNCIA COM A BNCC/DRC-MT, PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA VIA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Maria Aparecida Ribeiro Matos do Nascimento

Orientador: Dr. Alberto Sebastião de Arruda

Coorientador: Paulo Henrique Zanella de Arruda

O presente trabalho buscou discutir e apresentar evidências sobre as possibilidades do uso de ferramentas tecnológicas, de forma significativa, no ensino de Física, em especial, na Termodinâmica na temática: Matéria e Energia, cuja problemática reside em compreender e interpretar, de maneira significativa as variáveis termodinâmicas enquanto processos fenomenológicos, em sistemas macroscópicos. Neste sentido esse trabalho teve como objetivo fazer uso de ferramentas tecnológicas de livre acesso e baixo custo, na construção de dois protótipos de estação meteorológica para monitorar as variáveis termodinâmicas de forma significativa, considerando o ambiente local, com e sem cobertura vegetal. Para a realização desse trabalho metodologicamente, foi necessário desenvolver uma Sequência Didática (SD), em consonância com a BNCC/DRC-MT, contendo doze aulas, em uma turma do segundo ano do Ensino Médio regular no período noturno. Por meio da aplicação dessa proposta, apesar dos inúmeros entraves, foi evidente o entusiasmo dos alunos ao manipular, analisar e interpretar, as variáveis termodinâmicas envolvidas nos dados obtidos através dos protótipos de estação meteorológica.

Palavras-chaves: Ensino de Física, Sequência Didática, Termodinâmica, Estação Meteorológica, BNCC/DRC - MT

ABSTRACT

PROPOSAL FOR TEACHING SEQUENCE, IN CONSONANCE WITH THE BNCC/DRC-MT, FOR THE THERMODYNAMICS TEACHING BY WEATHER STATION

Maria Aparecida Ribeiro Matos do Nascimento
Supervisor: Dr. Alberto Sebastião de Arruda
Co-supervisor: Paulo Henrique Zanella de Arruda

The present research paper sought to discuss and present evidences about the possibilities of using technological tools, in a significant way, in Physics teaching, particularly in Thermodynamics in the theme: Matter and Energy, whose problem lies in understanding and interpreting, in relevant mode, the thermodynamic variables while phenomenological processes in macroscopic systems. In this sense, this work had as objective to make use of free access and low cost technological tools, in the construction of two weather station prototypes for monitoring thermodynamic variables in a meaningful way, considering the local environment, with and without vegetation cover. To carry out this work, methodologically, it was necessary to develop a Teaching Sequence (DS), in consonance with the BNCC/DRC-MT, containing twelve lessons, in a second year class of regular High School in the evening period. By means of the application of this proposal, although the many obstacles, it was evident the enthusiasm of students to manipulate, analyze and interpret, the thermodynamic variables involved in the data obtained through the prototypes weather station.

Keywords: Physics Teaching, Teaching Sequence, Thermodynamics, Meteorological Station, BNCC/DRC - MT

Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1	4
1.1 Teoria de Aprendizagem Significativa	4
1.1.1 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa	6
Capítulo 2	11
Fundamentação Teórica	11
2.1 Conceitos Básicos da Termodinâmica	11
2.1.1 Termodinâmica: Uma Pequena História.....	11
2.1.2 A Termodinâmica	16
2.1.3 As Leis da Termodinâmica	19
2.1.4 O Problema Básico da Termodinâmica	21
2.1.5 Os Postulados da Termodinâmica	22
2.2 Transposição da Termodinâmica Para o Ensino Médio	23
2.2.1 Alguns Conceitos Transpostos da Termodinâmica	23
Capítulo 3	26
A Sequência Didática.....	26
3.1 A Idealização do Produto Educacional.....	26
3.2 Objetivos Definidos para esse Produto Educacional.....	26
3.2.1 Objetivo Geral.....	26
3.2.2 Objetivos Específicos	26
3.3 Trabalhos Correlatos	26
3.4 Elaboração da Sequência Didática (SD).....	29
3.4.1 Escolhendo os Organizadores Prévios.....	29
3.4.2 Entendendo a BNCC/DCR-MT	33
3.5 Montagem e Funcionamento dos Protótipos de Estação Meteorológica.....	34
3.5.1 Aquisição e Lista de Materiais	34
3.5.2 Montagem e Instalação das Estações Meteorológicas.....	36
3.6 Aplicação da Sequência Didática.....	37
3.6.1 Público Alvo.....	37
3.6.2 Etapas da Aplicação.....	37
Aulas 1 e 2 – Introdução ao Tema e Levantamento dos Conhecimentos Prévios ..	37
Aula 3 e 4 – Análise do Mapa Conceitual sobre Calor/Energia – Organizador Avançado	42
Aulas 5 e 6 – O Gás ideal, Lei Zero e 1ª Lei da Termodinâmica. Assimilando os Conceitos	43

Aulas 7 e 8 – Construção de uma miniestação Meteorológica com Arduino – Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa dos conceitos estudados ...	47
Aulas 9 e 10 – Coleta e interpretação dos dados coletados	49
Aulas 11 e 12 - Análise, divulgação dos obtidos e aplicação do pós-teste. Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa.	51
Capítulo 4	58
Resultados e Discussão	58
4.1 Resultado e discussão sobre o Pré-Teste	58
4.2 Resultado e Análise dos dados coletados nas estações meteorológicas	59
4.3 Resultado e discussão sobre o Pós-Teste.....	63
4.4 Resultado e discussão sobre a avaliação da Sequência Didática	66
Capítulo 5	67
Considerações Finais.....	67
Referências	69
APÊNDICES	73
Apêndice A – Quadro estrutural para a SD: “Clima quente”	73
Apêndice B – Sugestões de resposta para o pré-teste	74
Apêndice C – Sugestões de resposta ao questionário do texto: Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes.	74
Apêndice D – Resposta a questão do ENEM e ao desafio proposto sobre o texto; “qual a diferença entre calor e temperatura? Da apostila da Escolas conectadas- Atividades escolares do 2º ano do Ensino Médio-Seduc-MT.....	75
Apêndice E - Respostas as questões e desafio referentes ao texto: ‘É como não sentir calor em Cuiabá’? - Apostila- Aprendizagens Conectadas- atividades Escolares – Ensino Médio. Física -DESAFIOS	77
Apêndice F - Respostas as questões do Pós-teste	80
Apêndice G - Sugestão de avaliação da SD.	80
Apêndice H – Produto educacional: SD - “Clima quente”	82

Lista de Ilustrações

Figura 1: Visão esquemática do contínuo de aprendizagem	8
Figura 2: Caneca de chá quente sobre uma mesa	20
Figura 3: Dois sistemas simples contidos em um cilindro e separados por um pistão ..	21
Figura 4: Ambiente com e sem arborização.....	36
Figura 5: Manifestações na COP 26	37
Figura 6: Construção do Mapa mental.....	38
Figura 7: Calor bate recordes	39
Figura 8: O melhor de Calvin	40
Figura 9: Pixton por diversão: Sensação térmica	41
Figura 10: Dr. Pepper: um pouco de romance	41
Figura 11: O melhor de Calvin	42
Figura 12: Mapa conceitual sobre calor.....	43
Figura 13: A lei zero da Termodinâmica	44
Figura 14: Cuiabá e as ilhas de calor ¹³	45
Figura 15: Componentes do protótipo da estação meteorológica	48
Figura 16: Programação e instalação dos sensores.....	49
Figura 17: Protótipo de estação meteorológica em funcionamento	49
Figura 18: Instalação e coleta de dados dos protótipos de estação meteorológica.....	50
Figura 19: Exposição dos resultados à comunidade escolar	51
Figura 20: Calor bate recordes ¹⁵	52
Figura 21: O melhor de Calvin ¹⁶	53
Figura 22: Pixton por diversão: Sensação térmica.	55
Figura 23: Dr. Pepper: um pouco de romance	56
Figura 24: O melhor de Calvin	57

Lista de Quadros

Quadro 1- Habilidades, objetos de conhecimento, habilidades prévias e objetivos de aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordadas no produto educacional, segundo a BNCC/DRC-MT.....	27
Quadro 2 - Habilidades, objetos de conhecimento, habilidades prévias e objetivos de aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordadas no produto educacional, segundo a BNCC/DCR-MT	30
Quadro 3 — Código alfanumérico BNCC/DRC-MT.....	34

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Resultado do Pré-Teste.....	58
Gráfico 2: Temperatura na área sem cobertura vegetal	60
Gráfico 3: Umidade Relativa na área sem cobertura vegetal	60
Gráfico 4: Pressão Atmosférica na área sem cobertura vegetal	61
Gráfico 5: Fluxo de luminosidade na área sem cobertura vegetal.....	61
Gráfico 6: Comparação de temperatura entre as áreas com e sem cobertura vegetal....	62
Gráfico 7: Comparação de Umidade Relativa do Ar, entre as áreas com e sem cobertura vegetal	62
Gráfico 8: Resultado do Pós-Teste	64
Gráfico 9: Resultado da avaliação da Sequência Didática	66

Lista de siglas

AS – Aprendizagem Significativa
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CI – Ciências
CO₂ – Gás Carbônico
c_p – Calor específico a pressão constante
c_v – Calor específico a volume constante
CNT – Ciências Naturais e suas Tecnologias
CNTP – Condições Normal de Temperatura e Pressão
DRC – Documento de Referência Curricular
E – Energia
E_c – Energia cinética
E.E – Escola Estadual
EF – Ensino Fundamental
EI – Educação Infantil
E_p – Energia potencial
EM – Ensino Médio
ET – Espaço Tempo, Quantidade, Relações e Transformações
g – Gravidade (m/s²)
h – Altura (m)
K_B – Constante de Boltzmann
m – Massa (kg)
MT – Mato Grosso
N – Número de partícula
Q – Quantidade de calor
S – Entropia
SD – Sequência Didática
SEDUC-MT – Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso.
W – Trabalho
U – Energia Interna
V – Volume

Introdução

Atualmente, ensinar significativamente os conteúdos de Física de forma contextualizada tem sido de sobremaneira desafiador. A busca por instrumentos que possam ser facilitadores da aprendizagem, capazes de desenvolver um trabalho em que o conhecimento adquirido possa contribuir para o aprimoramento de habilidades e competências mínimas que possibilitem aos alunos a correta interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais tornou-se a primazia de um ensino de qualidade e eficiente.

A área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, no Ensino Médio, preconizada na BNCC/DRC-MT [1], traz para análise das relações entre matéria e energia a Competência Específica 1, onde o foco é analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e ou/global. Para tal competência aponta a habilidade EM13CNT102 objetivando, para essa etapa de ensino, a realizar, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e das composições dos sistemas naturais e tecnológicos, ambas bem pertinentes a esta proposta.

A Termodinâmica, objeto de estudo deste trabalho, estuda as leis que regem as relações entre matéria e energia de sistemas macroscópicos. Tais leis não estão relacionadas somente às máquinas a vapor, mas também a tudo que nos cerca: o Sol, os seres vivos, os fenômenos atmosféricos e o universo inteiro.

A atmosfera é constituída por gases. Para este trabalho vamos considerar que os processos que ocorrem nela, próximos à superfície analisada, com uma boa aproximação comporta-se como um gás ideal e, portanto, obedeçam a Lei dos Gases Ideais $PV=nRT$ e que as compressões e expansões sofridas sejam aproximadamente adiabáticas. Levaremos em conta, também, que a Entropia da atmosfera próxima à superfície aumenta positivamente, confirmando, assim, a Segunda Lei da Termodinâmica

Os eventos vivenciados em 2020 e 2021 como elevação de temperaturas para além dos 40°C, longos períodos de estiagem e queimadas em escalas incomuns têm sido o assunto em toda esfera da comunidade local e global, bem como dos grandes fóruns que debatem as mudanças climáticas e aquecimento global. Na sala de aula, essas discussões também tomam corpo. Na busca de conhecimentos que parte das indagações do senso comum e das experiências empíricas, o estudo das variáveis termodinâmicas envolvidas nesse fenômeno, via estação meteorológica,

por meio de dispositivos de plataformas de prototipagem de fácil acesso e baixo custo, tem se mostrado um instrumento facilitador da aprendizagem envolvendo sistemas térmicos.

Conforme Cenne Ribeiro - Texeira [2], os professores devem levar as novas tecnologias para o ambiente escolar, de forma que os alunos possam interagir com elas, utilizando recursos como internet, modelagens computacionais e ambientes virtuais que atraiam a atenção deles, tornando-os mais ativos na construção do saber e alterando um pré-conceito sobre as aulas de Física.

Assim, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um Produto Educacional atraente, contextualizado e em consonância com a BNCC/DRT-MT que sirva de instrumento facilitador da aprendizagem em Termodinâmica, na turma do 2º ano do Ensino Médio, da rede pública de ensino do estado de Mato Grosso, na E.E. Historiador Rubens de Mendonça situada nesta capital. Para tal, temos como objetivos específicos:

- a) Desenvolver um produto educacional, em forma de Sequência Didática (SD), para o ensino de termodinâmica.
- b) Utilizar uma miniestação meteorológica a partir de uma plataforma de prototipagem Arduino de acesso livre e de baixo custo, como recurso didático no ensino de Física.
- c) Oportunizar ao estudante ampliar os conceitos que envolvem as variáveis termodinâmicas, bem como manipular, analisar e interpretar os dados obtidos nos protótipos de estações meteorológicas.

O primeiro capítulo, intitulado “A Teoria de Aprendizagem Significativa”, é baseado nas obras de David Ausubel [3], que ecoam de forma substantiva frente às teorias de aprendizagens discutidas e experimentadas no ambiente escolar. Apresenta, também, as concepções de Marcos Antônio Moreira [5] sobre os conceitos desta aprendizagem.

O segundo capítulo faz referência à Termodinâmica e apresenta uma breve história de sua evolução, além dos postulados que foram apresentados por Callen [8] e os conceitos de calor, energia, trabalho, calor específico, temperatura e sistemas termodinâmicos, bem como suas leis e postulados. Este capítulo apresenta, ainda, a transposição didática da termodinâmica para o Ensino Médio.

O Terceiro capítulo trata da “Sequência Didática, intitulada: Hot Climat”, desenvolvida na perspectiva da BNCC/DRT. Ele apresenta as atividades aplicadas, de forma contextualizada com a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel [3], que foram organizadas em 12 (doze) partes, incluindo o pré-teste, os tutoriais de instalação das estações meteorológicas e aplicação do pós-teste.

Já o quarto capítulo traz os resultados e discussões acerca das etapas de aplicação da Sequência Didática desde o pré-teste, análise dos dados obtidos, pós teste e avaliação da SD, com relato das dificuldades encontradas no percurso e, por fim, o quinto capítulo faz o fechamento com as considerações finais sobre o Produto Educacional.

Capítulo 1

1.1 Teoria de Aprendizagem Significativa

A Educação em Ciências, em especial o ensino de Física, ao longo de décadas, vem sofrendo mudanças significativas no campo das políticas públicas que visam reformular a prática escolar atual, bem como a valorização e formação de professores. Muitas pesquisas também já foram feitas nesta área de ensino com o intuito de combater a falta de interesse do aluno e colocá-lo no protagonismo de uma aprendizagem contextualizada que responda, minimamente, às demandas de conhecimento na contemporaneidade vigente.

Aprender e ensinar algo significativo naturalmente atravessa a própria existência do educador e educando. Sendo seres dotados de sentidos e sentimentos, vivendo em sociedade, tendo a escola como a instituição que fornece o processo de ensino para o discente com o objetivo central de formar e desenvolver cada indivíduo que a ela recorre, nos aspectos cultural, social e cognitivo, ocupar-se da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimento, em situação formal de ensino e aprendizagem é se tornar sensível ao fato de que se faz necessário romper com os modelos de ensino aprendizagem que, quase sempre, promovem a aprendizagem mecânica, com pouco ou nenhum significado.

Seguindo uma teoria de aprendizagem cognitivista com uma perspectiva construtivista, acreditamos que a teoria da aprendizagem significativa é uma resposta plausível a uma aprendizagem mais significativa e menos mecânica. Essa teoria tem como seu principal pensador e teórico David Ausubel [3], que foi um importante psicólogo da educação nos Estados Unidos da América (EUA).

A descrição da Teoria de Aprendizagem Significativa está baseada na obra mais recente de David Ausubel “The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view” [3], publicada em 2000 por Kluwer Academic Publishers, traduzida e publicada em 2003 por Plátano Edições Técnicas, em Lisboa, com o título “Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva”. Esta obra apenas reitera e confirma a atualidade da teoria original proposta por Ausubel em 1963, na obra *The psychology of meaningful verbal learning* (New York: Grune & Stratton) [4] e, em 1968, no livro *Educational psychology: a cognitive view* (New York: Holt, Rinehart & Winston) [9], cuja segunda edição (1978) tem Joseph Novak e Helen Hanesian como co-autores. Essa teoria tem sido descrita por Moreira em várias outras obras (Moreira e Masini, 1982, 2006; Moreira, 1983; Moreira e Buchweitz, 1993; Moreira, 1999, 2000, 2005, 2006; Moreira et al., 2004; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, (2009).

David Ausubel (1918-2008), graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teacher's College por muitos anos e dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

David Ausubel [3] nomeia a busca por um símbolo significativo, uma imagem, um modelo mental, uma proposição ou uma ideia conceitual que ancore o novo conhecimento a ser aprendido de subsunção ou ideia âncora. O subsunção nada mais é que o conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do aluno que, por sua vez, ao interagir com o novo saber, por recepção ou descoberta de forma relevante, não literal e não arbitrária é capaz de dar significado a um novo saber. Para ele, o protagonismo da Aprendizagem Significativa reside no conhecimento prévio do aluno, ou seja, o aluno é o protagonista de sua aprendizagem, assim o conhecimento prévio atravessa o processo de ensino aprendizagem de forma espontânea, indicando que a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel ecoa de forma substantiva frente às teorias de aprendizagens discutidas e experimentadas no chão da escola.

Em seu artigo “O que é afinal Aprendizagem significativa”, Moreira [5] traz um exemplo pertinente de como um conhecimento pode ficar mais estável e diferenciado quando aplicamos a teoria da Aprendizagem Significativa.

Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunção Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica. Através de novas aprendizagens significativas, resultantes de novas interações entre novos conhecimentos e o subsunção **Conservação da Energia, este ficará** cada vez mais estável, mais claro, mais diferenciado e o aprendiz dará a ele o significado de uma lei geral da Física, ou seja, a energia se conserva sempre. Por outro lado, o subsunção Conservação da Energia, poderá servir de ideia-âncora para um outro novo conhecimento: a Conservação da Quantidade de Movimento, uma outra lei geral da Física (Moreira 2020 p. 9)

Para Moreira, não há uma definição definitiva precisa do que venham ser os organizadores prévios, pois eles estão relacionados à particularidade de cada caso e devem ser formulados a partir dos conhecimentos que o aluno possui. Ele ressalta, ainda, que esses materiais introdutórios sejam apresentados em níveis mais alto de generalidade e inclusividade, permitindo que se estabeleça uma ponte cognitiva entre os conceitos que o aluno tem de um determinado corpo de conhecimento e aquele que o aluno deveria ter para que o material venha ser realmente potencialmente significativo.

1.1.1 Condições para que ocorra a aprendizagem significativa

Analizamos as duas condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa a saber:

(1º) que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo (tenha significado lógico e se relacione de forma relevante, não-arbitrário e não-literal à estrutura cognitiva;

(2º) que o sujeito deve apresentar predisposição para aprender.

Percebemos que ambas demandam um tempo longo de negociação entre as interações a serem feitas sobre o que se sabe e o que se deve saber de um determinado corpo de conhecimento. Esse tempo de negociação, na maioria das vezes, é negligenciado pelo sistema de ensino, ora para atender a uma demanda mercadológica ora por desconsiderar que a aprendizagem significativa é relacional.

Sendo a teoria da Aprendizagem significativa relacional, segundo Ausubel [3], o material potencialmente significativo deve se relacionar de maneira não-arbitrária com conhecimento que já existe para o aluno. Neste contexto, a relação entre o aprendiz e o material não se dá por qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas através de conhecimentos relevantes específicos para servir de base para fixação de novos conhecimentos. A substantividade (não-literalidade), do novo conhecimento e ideia que é incorporada à estrutura cognitiva do sujeito não são somente as palavras específicas do professor ou educador para expressar suas ideias que são absorvidas e utilizadas para construir novos saberes, afinal, diferentes maneiras, signos, símbolos e palavras podem ser usados para explicar o mesmo conceito. A disponibilidade do sujeito para aprendizagem é um outro fator que se relaciona com a substancialidade e a não-arbitrariedade de forma determinante para que ocorra a aprendizagem significativa e consequentemente ocorra a assimilação de significado por recepção ou descoberta.

Conforme Moreira e Masini [6], a assimilação é um processo que ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativos são assimilados sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva. A assimilação é compreendida como um relacionamento entre os aspectos relevantes, preexistentes da estrutura cognitiva, e tanto a nova informação como a preexistente são modificadas no percurso do processo. A teoria ausubeliana apresenta três formas de aprendizagem significativas, segundo a teoria da assimilação: a subordinada, superordenada e a combinatória.

Na aprendizagem subordinada, segundo Ausubel [3], a nova ideia aprendida se encontra hierarquicamente subordinada à ideia preexistente. Coll, Marchesi e Palácios [10] relatam que a estrutura cognitiva do sujeito responde a uma organização hierárquica na qual os conceitos se conectam entre si mediante relações de subordinação, dos mais gerais aos mais específicos.

Para Ausubel, Novak e Hanesian [9], a nova aprendizagem será superordenada quando se aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias ideias, ocorrendo no curso do raciocínio ou quando o material apresentado é organizado indutivamente ou envolve a síntese de ideias compostas.

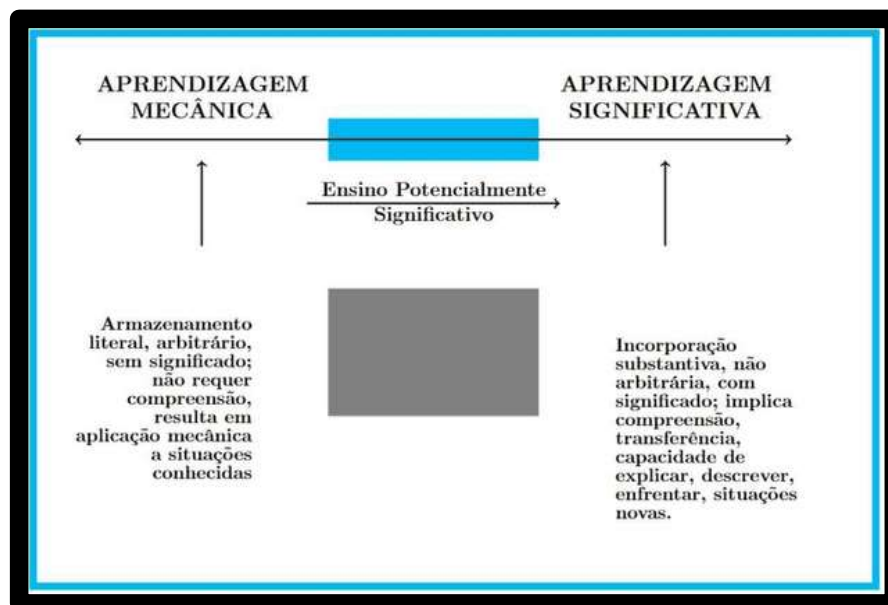
De acordo com Pozo [11], na aprendizagem significativa combinatória, novas ideias e aquelas já estabelecidas não estão relacionadas hierarquicamente, porém se encontram no mesmo nível, não sendo mais específicas nem mais inclusivas do que outras ideias. Ao contrário das proposições subordinadas e supra ordenadas, a combinatória não é relacionável a nenhuma ideia particular da estrutura cognitiva.

Quanto aos tipos de aprendizagem significativa, Moreira [5], no artigo “O que realmente é aprendizagem significativa”, retrata com muita propriedade a aprendizagem representacional, conceitual e proposicional, sendo para ele a representacional a fundamental, pois delas dependem os outros tipos:

[...] aprendizagem representacional está muito relacionada a um segundo tipo de aprendizagem significativa, a aprendizagem conceitual, ou de conceitos. Conceitos indicam regularidades em eventos ou objetos. Retomando o exemplo da mesa, quando uma pessoa tem o conceito de mesa, o símbolo mesa representa uma infinidade de objetos (não apenas um como no caso da aprendizagem representacional) com determinados atributos, propriedades, características comuns. No entanto, para chegar ao conceito de mesa, provavelmente, o sujeito passou por representações de mesa. Por outro lado, uma vez construído o conceito, ele passa a ser representado por um símbolo, geralmente linguístico. A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível. O terceiro tipo, a aprendizagem proposicional, implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos. A aprendizagem proposicional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Analogamente, a aprendizagem conceitual pode ocorrer por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva. Isso sugere que as formas e tipos de aprendizagem significativa são classificações plenamente compatíveis. (MOREIRA, 2020 p.16).

De acordo com as colocações acima, é perceptível que a aprendizagem significativa e mecânica não constitui uma dicotomia, como à primeira vista pensamos, embora saibamos que a aprendizagem que predomina no chão da escola é a aprendizagem. O autor reitera que ambas estão ao longo de um mesmo contínuo e descreve uma visão esquemática desse contínuo:

Figura 1: Visão esquemática do contínuo de aprendizagem



Esta visão esquemática do contínuo aprendizagem significativa X aprendizagem mecânica, Moreira [5], sugere que, na prática, grande parte da aprendizagem ocorre na zona intermediária e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa “zona cinza”. Para o autor, a existência desse contínuo implica nos seguintes esclarecimentos:

- a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode, inicialmente, aprender de forma mecânica, pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;
- a aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud [12] em relação ao domínio de um campo conceitual;
- a aprendizagem significativa depende da captação de significados Gowin, [13], um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula “bem dada” e um aluno “aplicado” são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a

parte mais estável do sentido e ele depende do domínio progressivo de situações-problema, situações de aprendizagem. No caso da aprendizagem de conceitos, por (op.cit.) toma como premissa que são as situações-problema que dão sentido aos conceitos e que a conceitualização vai ocorrendo à medida que o aprendiz vai dominando situações progressivamente mais complexas, dentro de uma dialética entre conceitos e situações (p. 14)

A aprendizagem significativa é relacional, progressiva e a construção de subsunçores requer um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significado e isso não é imediato, conforme Moreira, no artigo: “ O que realmente é aprendizagem significativa”, uma segunda premissa da teoria da aprendizagem significativa é que o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes. Ou seja, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos simultâneos da dinâmica da estrutura cognitiva.

Através desses processos, o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente. À medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando. O resultado desse processo pode ser avaliado dentro de um enfoque que leva em consideração a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência de conhecimento a situações-problemas. Para Ausubel [3], a melhor maneira de evitar a simulação de aprendizagem é propor ao sujeito que aprende uma situação nova, não familiar, que requeira a máxima transformação do conhecimento adquirido.

Todo esse arcabouço teórico está embebido em um recurso extremamente importante na facilitação da aprendizagem significativa que é a linguagem, tanto é que Ausubel [4] faz uso do termo aprendizagem verbal. A linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade segundo Postman e Weingartner [14]. A aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolve um intercâmbio, uma negociação de significados que depende essencialmente da linguagem. Para Moreira, em seu artigo “O que realmente é aprendizagem significativa”, o homem vive na linguagem. Portanto, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa.

Os aspectos conotativos e denotativos são fatores importantes ao considerar a teoria ausubeliana de aprendizagem significativa, no que se refere ao levantamento dos conceitos que constituirão os subsunçores de um novo conhecimento, pois sabemos que os conceitos resultam de uma experiência e são produtos “fenomenológicos” (...) Lidar, apenas com os aspectos denotativos é desconsiderar a experiência individual, pondo em questão a possibilidade de realizar-se a aprendizagem significativa (Moreira e Mansini [7]).

Diante do exposto e considerando a sala de aula, no contexto atual, que busca atender o imediatismo das mudanças mercadológicas, negligenciando os conhecimentos prévios dos alunos, priorizando, na maioria das vezes, uma aprendizagem mecânica e não significativa, o que fazer enquanto educador? Muitas poderiam ser as sugestões, pois muito já se pesquisou sobre. Contudo, o que permanece atemporal como pano de fundo, ainda que se mude ou incremente o cenário das teorias de aprendizagem, é o fator idiossincrático na aquisição de novos saberes. Neste pensar, a teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, se ocupa bem disso.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Conceitos Básicos da Termodinâmica

2.1.1 Termodinâmica: Uma Pequena História

Uma frase emblemática, proferida por Henderson [15] afirma que a ciência devia mais à máquina a vapor do que a máquina a vapor à ciência e ressalta o papel da ciência para o avanço tecnológico e da recíproca, o papel da tecnologia no avanço da ciência. A ciência avança ao resolver problemas do cotidiano da sociedade, assim, a resolução de cada problema implica na necessidade de novos conhecimentos, os quais possibilitam a implementação de soluções via avanço tecnológico.

Neste contexto, a história da origem da termodinâmica é interessante. Vamos começar por volta de 1700, na Inglaterra, o berço da Revolução Industrial [16]. Já nesta época, acontecia a primeira crise energética, gerada pelo grande aumento da população em relação aos dois séculos anteriores, a qual demandava um grande consumo de madeira para as necessidades energéticas da época (como o aquecimento no inverno), além do consumo devido às indústrias da época. Como o preço é proporcional à demanda, claramente o alto custo da madeira obrigou a população a aderir o uso do carvão mineral, tanto para uso doméstico quanto ao uso nas indústrias (fundições de ferro, olarias, cervejarias, vidraçarias, têxtil).

A mudança da queima da madeira para a queima do carvão mineral indicou uma tendência ao uso de recursos não renováveis. A madeira (carvão vegetal) é um recurso renovável, sua queima libera o maléfico CO_2 na atmosfera, porém o crescimento das florestas absorve CO_2 da mesma atmosfera, portanto é mantido um equilíbrio da taxa de emissão/absorção de CO_2 . Por outro lado, o carvão mineral é uma rocha sedimentar combustível, cuja formação se iniciou no período carbonífero, na era paleozoica, com o soterramento de florestas em decomposição anaeróbicas e com a elevação de temperatura em depósitos orgânicos de vegetais. Após milhões de anos, o material orgânico transforma-se em turfa, linhito, hulha e antracito de, cuja diferenças entre eles se resumem nas porcentagens de carbono, por exemplo, a madeira possui cerca de 40% de carbono, turfa 55%, linhito 70%, hulha 80% e antracito de 90% a 96%.

Portanto, essas florestas absorveram CO_2 no seu crescimento, 400 milhões de anos atrás, mas estão devolvendo CO_2 400 milhões de anos após, causando desequilíbrio neste momento na queima. A Inglaterra, nos séculos XVIII e XIX, foi o grande extrator do carvão mineral para abastecer a indústria inglesa que estava nascendo longe dos rios e lagos (as máquinas hidráulicas

produziam trabalho para funcionar as máquinas nas indústrias). Atualmente, à medida que o mundo passou a priorizar as energias renováveis, menos poluentes, o carvão mineral perdeu espaço. Então, em junho de 2020, o Reino Unido atingiu uma marca histórica ao ficar mais de dois meses sem usar carvão mineral para gerar energia elétrica [17]. Foi a primeira vez no século que isso ocorreu, num país que está localizada a primeira usina a carvão mineral do planeta, inaugurada em 1880.

Voltando à Inglaterra em 1700, enfim cresceu a demanda por carvão mineral, e os mineiros (donos das minas) passaram a explorar o carvão em minas cada vez mais profundas (atingindo os lençóis freáticos), o que fez com que o primeiro problema surgisse: a inundação das minas de carvão. Inicialmente, o trabalho principal de retirada da água era feito pelos cavalos e bois, pelos seres humanos. Naturalmente, havia alguns tipos de máquinas tracionadas de maneira eólica (moinhos de vento), porém com funcionamento difícil devido à topologia das minas afastadas dos rios e lagos. Esse tipo de trabalho era vagaroso e, ao mesmo tempo, dispendioso, necessitando de um número muito grande de trabalhadores não-mineiros. Portanto, o problema apareceu, exigindo alguma solução que fosse factível, barata e acima de tudo eficiente.

Uma vez o problema colocado, surge a necessidade que a chamada intelligentsia (livres pensadores, tanto da elite intelectual quanto da moral da época), entre em cena para resolvê-lo, e indiretamente promover uma revolução industrial. Porém, segundo Eric Hobsbawm [18], essa Revolução Industrial não foi levada a cabo pela intelligentsia inglesa, simplesmente porque era muito fraca ou não existia neste país, tanto nas ciências básicas como nas aplicadas. Felizmente, havia muitos artesãos (inventores) criativos, muitos homens práticos que levaram a revolução à frente, como Thomas Savery, engenheiro militar inglês, que construiu a primeira máquina a vapor em 1698, com o objetivo de resolver o problema proposto, isto é, retirar as águas que inundavam as minas de carvão [19].

A bomba de Savery foi usada em várias minas na Inglaterra, mas, apesar disso, carregava várias limitações, por exemplo, a pressão do vapor produzida na caldeira determinava a altura em que a água seria bombeada. Certamente, tal altura deveria ser pequena, pois nessa época as caldeiras eram muito rudimentares. Assim, as bombas eram construídas dentro das próprias minas e seu funcionamento exigia muita atenção do operário responsável por elas. Mesmo com todas essas limitações, esse foi o primeiro passo para a Revolução Industrial, pois tais máquinas poderiam ser usadas dentro das fábricas.

Thomas Newcomen [20], em 1712, aperfeiçoou a máquina de Savery, possibilitando que elevasse a água e outras cargas mais pesadas. A máquina satisfazia a demanda, tornando a operação mais barata, uma vez que substituíam os cavalos que eram usados no trabalho - uma mina

média utilizava até 60 cavalos (pôneis). Já em 1777, James Watt [21], deu a cara final para o motor a vapor de Newcomen e Savery, tornando-o o mais eficiente.

A máquina a vapor foi usada na fabricação de tecidos. Assim, a produção de mercadorias teve um crescimento muito grande, aumentando a exportação inglesa de seus tecidos. Naturalmente, os lucros aumentaram na mesma proporção. Levando isso em conta, os empresários ingleses investiram em mais instalações de indústrias e as fábricas se espalharam por toda Inglaterra e, devido ao motor a vapor, poderiam ser instaladas em qualquer lugar longe de rios e lagos. Em síntese, devido ao carvão mineral (combustível fóssil) primeira máquina a vapor surgiu, o que impulsionou a Primeira Revolução Industrial, ocorrida no século XIX, na Inglaterra, quando a máquina a vapor passou a ser usada na indústria manufatureira.

Voltando à frase de Henderson: a ciência devia mais à máquina a vapor do que a máquina a vapor à ciência. Até aqui, com as máquinas em funcionamento, secando as minas, movendo as fábricas, repondo os níveis de águas dos reservatórios, tocando as locomotivas, porém sem nenhuma teoria para a previsão da sua eficiência, sem teoria para diferenciar calor, temperatura, ou seja, até então, as máquinas não precisavam aparentemente da ciência, apesar de muitos de seus conhecimentos científicos terem sido utilizados. Por exemplo, a teoria do comportamento do vapor já estava sendo utilizado nas bombas a vapor.

Historicamente, a Termodinâmica surgiu de uma tentativa de melhorar a eficiência das máquinas térmicas. Uma amostra disso é o fato que a segunda lei (sua principal lei) foi postulada como uma impossibilidade de construção de certas máquinas térmicas, àquelas com eficiência maior do que a de Carnot. Essa origem da Termodinâmica vinda das engenharias das máquinas térmicas deixou uma cicatriz sobre ela.

Então, no século XVIII (1701 – 1800), as máquinas já funcionavam em passos lentos. Mesmo assim, algumas coisas estavam sendo feitas. Conforme o texto do professor Danoso [22], alguns feitos e datas anunciam os avanços da Termodinâmica na trilha da Ciência. Os termômetros de mercúrio líquido com dois pontos de referências (fusão e ebulição), introduzidos por Oler Romer e Daniel Fahrenheit em 1708. Já em 1743, J.P. Cristin e Anders Celsius fazem uma escala centígrada para o termômetro de mercúrio, o qual foi adotada pela comissão de Pesos e Medidas em 1794. Em 1760, Josep Black estudou a fusão do elo e entendeu a noção de calor latente ao distinguir a diferença entre temperatura e calor. Diferenciou também Capacidade térmica da quantidade de calor que uma substancia pode armazenar.

Em 1772, Wilcke, introduziu sem caracterizar, a noção de calor específico, mais tarde, por volta de 1783 Laplace e Lavoisier deram a ele o conceito atual, possibilitando a construção

do primeiro calorímetro em 1789, esse feito foi divulgado pela Academia das Ciências de Paris. Outro fato interessante, é que, em 1779 J. H. Lambert determinou a temperatura de -270°C , a qual corresponderia ao valor do zero absoluto.

Como se diz nos meios acadêmicos, a termodinâmica tem uma longa história, porém infelizmente não teve a sorte de ter a nitidez do desenvolvimento que a mecânica teve com Newton. Realmente. O seu desenvolvimento foi feito com diferentes etapas, erros e debates que continuam até hoje. Por exemplo, a respeito do calor temos duas vertentes, por um lado, o calor como um fluido imponderável, isto é, a teoria do calórico era defendida pelos nobres estudiosos, Pierre Gassendi (astrônomo e filósofo francês), Lavoisier e Bertholet (químicos franceses), William Thomson (Lord Kelvin), William

Cleghorn (Inglês) por volta de 1779. Por outro lado, o calor era tido como resultado do movimento das partículas, ou seja, a teoria mecanicista do calor defendida por Francis Bacon e Robert Hooke.

A teoria mecanicista do calor teve um grande impulso com as observações realizadas por Benjamin Thompson (conde Rumford), nas quais foi observado que aparecia uma grande produção de calor nas perfurações dos canos dos canhões (calor gerado pelo atrito). Tais experiências forneceram um forte argumento contra a teoria do calórico.

Benjamin Thompson foi diretor do Arsenal de Guerra da Alemanha e tinha como um dos seus deveres supervisionar a fabricação dos canhões (essencialmente as bocas dos canhões). Numa fábrica de armas em Munique, observando a perfurações de canos de canhões, percebeu que uma enorme quantidade de calor era produzida por atrito entre os retornados e os canos metálicos dos canhões. O calor era tão grande que era necessário mergulhar a peça num tanque com água, a qual aquecia a ponto de ferver. Este comportamento não podia ser explicado pela teoria do calórico, pois se o calor fosse constituído pelo fluido (calórico), seria consumido muito rápido, ou seja, o calor gerado pelo atrito seria liberado enquanto durassem as perfurações dos canos. Assim, Rumford concluiu que o calor deveria ser uma forma de movimento das partículas que constituem o material dos canos dos canhões. Tal conclusão, em 1790, deu um grande alento na teoria mecanicista do calor.

Somente em 1824, Sadi Carnot teve a preocupação de colocar conhecimento científico nas máquinas térmicas ao realizar experiências com motor a vapor [23]. Dividiu a máquina térmica em quatro partes: a primeira é a fonte de calor (aqui numa temperatura mais alta), a água passa por essa fonte e aquece transformando-se em vapor. Na segunda parte, o vapor expande, passa por uma engrenagem que produz trabalho, e o restante é resfriado, na terceira parte, em um

condensador, voltando a forma líquida, na quarta parte. O condensador funciona como uma outra fonte de calor, agora em menor temperatura, ou conhecida como fonte fria. O líquido resultante é mandado novamente para a fonte quente, aqui introduzindo o conceito de ciclo. Em síntese, ele estudou a transformação de calor em trabalho. Mais tarde (1834), Clapeyron [24] deduz o formalismo matemático e geométrico da teoria das máquinas térmicas de Carnot, a qual dá base para a segunda lei da Termodinâmica [25].

A termodinâmica continuou sua evolução a passos lentos, assim, em 1842, Julius R. von Mayer propõe que a energia de um sistema fechado seja constante [26], introduzindo, dessa forma, a noção do princípio da conservação da energia, um passo importante para a primeira lei da Termodinâmica. Já em 1845, ele fornece um valor equivalente mecânico da unidade de calor. James Joule [27], em 1847, mostrou a equivalência entre a energia mecânica e o calor, isto é, ele mostrou o trabalho realizado por um gás ao se expandir e o calor gerado ao ser comprimido, determinando, assim, a quantidade de trabalho necessária para gerar uma quantidade determinada de calor.

Neste pensar, Hirn (1858), Rowland (1880) e Miculescu (1892) determinaram o equivalente mecânico do calor com maior precisão. Em 1848, William Thomson (Lord Kelvin) propõe uma escala de temperatura em que a unidade de calor e a do trabalho mecânico desenvolvido fossem sempre as mesmas [28] . Esta escala é agora independente da substância utilizada ou do corpo. Gay Lussac, Regnault (França) e Magnus (Alemanha), encontram o valor de $1/273$ para o coeficiente de dilatação para os gases [29]. Por outro lado, a Lei de Charles já previa que o volume contido em um termômetro a 0°C desapareceria completamente na temperatura de $-273,15^\circ\text{C}$ [30]. Em 1841, Hess mostrou uma propriedade importante da energia interna, a que ela depende somente dos estados inicial e final do sistema, uma propriedade importante [31].

Um grande nome entre os formuladores da Termodinâmica é Rudolf Clausius. Entre os seus feitos, destaca-se a formulação da relação entre o fluxo de calor e o trabalho mecânico. Ele introduziu o conceito de entropia, o que forneceu claramente o enunciado da segunda Lei Termodinâmica, indicando o sentido em que as transformações termodinâmicas ocorrem é aquele que leva ao aumento da entropia [32]. O trabalho de Clausius colocou um ponto final na discussão sobre o calor ao mostrar que o calor não poderia ser um fluido, o tal calórico, porém uma forma de energia. Ele também estudou, em 1858, os choques moleculares, o que levou à introdução do conceito de livre caminho médio (a distância que uma molécula percorre entre duas colisões).

Já da metade para o final do século XIX, em meados de 1850, pode-se considerar a Termodinâmica como uma disciplina já estabelecida. Tanto assim que, em 1859, James C. Maxwell formula a lei de distribuição de velocidades e, em 1871, publica o livro *The Theory of Heat*, onde expõe os fundamentos da termodinâmica [33]. Em 1876, Willard Gibbs publica sua obra *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* [34] e introduz a regra de fases.

Boltzmann (1877) estabelece o vínculo entre o teorema de Clausius sobre o aumento da entropia e a probabilidade de estado de um sistema, dando início à Mecânica Estatística, o que resulta na interpretação estatística da entropia, introduzindo a famosa fórmula que está no seu túmulo em um cemitério em Viena:

$$S = k_B \ln \Omega,$$

Onde: k_B é a Constante de Boltzmann e Ω indica o número de microestados do sistema.

Também, James Maxwell publica seu livro *Lectures on the Gas Theory* e, em 1897, Max Planck publica seu livro *Treatise on Thermodynamics* [35], o qual revisa as noções anteriores da natureza do calor e demonstra a conexão entre a Segunda Lei da Termodinâmica com o conceito de reversibilidade, o que já é o começo da Mecânica Estatística. Finalmente, já em 1901, Gibbs apresenta uma exposição da mecânica estatística [36].

Como mostrado neste pequeno texto, a frase do L.J. Henderson (1878- 1942), que disse que a ciência devia mais à máquina a vapor do que a máquina a vapor à ciência [15], tem muito sentido.

2.1.2 A Termodinâmica

A termodinâmica é o ramo da física que trata das relações entre o calor e outras formas de energia e descreve como a energia térmica é convertida em outras formas de energia e vice-versa, e também como a matéria é afetada devido a esses fenômenos. Ela também pode ser considerada como a ciência que lida com calor e trabalho e as propriedades da matéria que os relaciona.

Para uma definição mais exata, a termodinâmica é o estudo das relações entre propriedades macroscópicas de sistemas, como temperatura, volume, pressão, magnetização, compressibilidade, etc.

De uma maneira mais formal, ela é uma teoria fenomenológica que sistematiza as leis empíricas sobre o comportamento térmico dos corpos macroscópicos e não necessita de qualquer hipótese sobre a constituição microscópica dos corpos materiais. A termodinâmica de equilíbrio fornece uma descrição completa das propriedades térmicas de um sistema cujos parâmetros macroscópicos não estejam variando com o tempo [37].

Infelizmente, Newton não tratou com a termodinâmica como o fez com a mecânica. Na mecânica, a energia (energia mecânica) exerce um papel importante. A impressão de que existia uma energia térmica e que ela poderia ser equivalente à energia mecânica não está presente na mecânica de Newton. Por outro lado, a temperatura era muito conhecida por Newton, como também era conhecida a lei de Boyle. Quando ele tentou aplicar a mecânica aos problemas da termodinâmica, por exemplo, o cálculo da velocidade do som no ar falhou devido à necessidade de usar considerações da segunda lei da termodinâmica, que até então não tinha sido desenvolvida. Estes fatos indicam que, apesar da termodinâmica ter uma longa história, ela não teve a sorte de ter a nitidez do desenvolvimento que a mecânica teve com Newton.

Arnold Sommerfeld foi perguntado por que ele nunca tinha escrito um livro sobre Termodinâmica, pois já havia escrito livros em muitas outras áreas da física. Ele escreveu:

“A termodinâmica é um assunto engraçado. A primeira vez que você vai através dela, você não entende nada. A segunda vez que você for através dela, você acha que entende, exceto por um ou dois pequenos pontos. Na terceira vez que você passa por isso, você sabe que não entende, mas a essa altura você já está tão acostumado, e não te incomoda mais” (Arnold Sommerfeld)

Nesta seção iremos desenvolver, de maneira sucinta, as principais ideias da Termodinâmica do livro: *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics* de Callen [8] como uma literatura guia. O autor introduz a termodinâmica de uma forma abstrata, considerando a existência da Entropia e de suas propriedades e, a partir dela, derivou as consequências para vários processos de interesse, em vez de começar com motores térmicos e ciclos termodinâmicos seguindo historicamente o desenvolvimento da termodinâmica, a qual surgiu de uma tentativa de melhorar a eficiência das máquinas térmicas. Uma amostra disso é o fato de que a segunda lei (sua principal lei) foi postulada como uma impossibilidade de construção de certas máquinas térmicas, àquelas com eficiência maior do que a de Carnot. Assim, Callen [8] Assim, Callen tenta romper com empiricismo do século XIX ao dar uma base mecânico-estatística à Termodinâmica.

Portanto, vamos introduzir rapidamente alguns conceitos que serão necessários para o entendimento dos postulados que enunciaremos em seguida. Assim:

Calor - é a energia que pode ser convertida de uma forma para outra ou transferida de um objeto para outro. Por exemplo, um fogão a gás converte a energia química do gás em calor ao aquecer uma panela, a qual conduz essa energia para a água aquecida para fazer um café. Se o fogão for elétrico, seu queimador converte energia elétrica em calor ao aquecer a água. Assim, o calor recebido pela água faz aumentar a energia cinética das moléculas que a compõem, obrigando-as a se moverem cada vez mais rápido. Se o fogão continuar ligado, a água receberá calor suficiente para atingir a temperatura do ponto de ebulição, assim os átomos ganham energia suficiente para quebrar as ligações químicas moleculares do líquido e escapar do painel como vapor.

Em síntese, o calor é a energia transferida entre substâncias ou sistemas devido a uma diferença de temperatura entre eles. Como energia, o calor é uma grandeza conservada, podendo ser transferida de um corpo para outro. Em geral, a energia passa de uma forma para outra. Como exemplo, considere uma turbina a vapor. Ela converte calor do vapor em energia cinética ao girar um eletroímã de um gerador, o qual converte essa energia cinética em energia elétrica. Por último, uma lâmpada converte essa energia elétrica em radiação eletromagnética (luz), a qual pode ser absorvida por uma superfície, e novamente ser convertida em calor.

Energia térmica ou calor - é a energia que uma substância ou sistema possui devido à sua temperatura, isto é, a energia cinética de moléculas em movimento ou em vibração.

Calor específico - é a quantidade de calor necessária para variar a temperatura em 1°C de cada grama de uma substância. A caloria é unidade convencional do calor específico, a qual é definida como a quantidade de energia térmica necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água a 14,5°C para 15,5°C se o calor for recebido e vice-versa se o calor for cedido.

Em metais, o calor específico depende do número de átomos da amostra e não de sua massa, pois um quilo de alumínio pode absorver cerca de 7,7 vezes mais calor do que um quilo de chumbo. Para entender isso, basta olhar a tabela periódica e ver que a massa atômica do Alumínio é 26,982 unidades de massa atômica (u) e o chumbo tem massa atômica de 207,2 u. Assim, 26,982 gramas de alumínio têm $6,02 \times 10^{23}$ átomos, e 207,24 gramas tem $6,02 \times 10^{23}$ átomos. Fazendo regra de três, obtém-se que um quilo de alumínio tem $2,23 \times 10^{25}$ átomos e um quilo de chumbo tem $0,3 \times 10^{25}$ átomos. Portanto, o alumínio terá $2,23 \times 10^{25} / 0,3 \times 10^{25} = 77$ vezes mais átomos do que o chumbo. No entanto, os átomos de chumbo podem absorver apenas cerca

de 8% mais calores do que um número igual de átomos de alumínio. Levando esses cálculos em conta, uma massa de água absorve cinco vezes mais calor do que a mesma massa de alumínio.

No caso de um gás, o calor específico depende se é absorvido ou cedido em volume ou pressão constante (C_V ou C_P).

Temperatura - Há vários enunciados sobre a temperatura, mas de uma maneira muito sintética, a temperatura pode ser enunciada como uma grandeza termodinâmica intensiva, a qual é comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico. Também podemos enunciar que a temperatura é uma medida da energia cinética média (agitação térmica) das partículas que constituem um material. Há várias escalas de temperaturas (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, etc.).

Sistema Termodinâmico - pode ser considerado como qualquer sistema (sólidos, líquidos, gases, misturas etc.), qual pode ser completo e arbitrariamente isolada do resto do universo a fim de considerar as mudanças que podem ocorrer dentro dele. Também pode ser constituído de vários sistemas menores (subsistemas), os quais juntos formam um sistema maior, ou seja, um sistema composto. O sistema pode interagir (e trocar calor, partículas, com sua vizinhança (tudo que não faz parte do sistema) através da parede limite. As paredes que separam o sistema da vizinhança são as que fornecem suas condições de contorno. Calor e trabalho são meios de transferência de energia para dentro ou para fora de um sistema.

2.1.3 As Leis da Termodinâmica

Lei zero - Se o sistema A está em equilíbrio com o sistema B e o sistema A está em equilíbrio com o sistema C, então o sistema B está em equilíbrio com o sistema C.

Como consequência, nenhuma mudança ocorrerá se dois corpos estão em equilíbrio e são colocados juntos. Outra consequência refere-se à existência de estados de equilíbrio.

Primeira Lei - A energia interna de um corpo pode mudar pelo fluxo de calor ou fazendo trabalho.

$$\Delta E = \Delta Q + \Delta W,$$

a qual implica na conservação de energia. A Física da Primeira Lei é óbvia para todos, porém é importante no contexto histórico: **o calor é uma forma de energia.**

A Segunda Lei e seus diferentes enunciados

Clausius: O calor flui do quente para o frio.

Kelvin: Não é possível converter toda a energia do calor em trabalho.

Carathéodory: Na vizinhança de qualquer estado de equilíbrio de um sistema isolado termicamente, existem estados que são inacessíveis.

Callen: Existe uma quantidade extensa, que chamamos entropia, que nunca diminui em um processo físico

Estado de equilíbrio - Um sistema termodinâmico (macroscópico) encontra-se em um estado de equilíbrio termodinâmico quando ele não muda suas propriedades médias com o tempo, isto é, não há mais movimentos macroscópicos e nem qualquer tipo de fluxo. Isso significa que as variáveis: energia interna, volume e número de mols de diferentes partículas (U , V , N_1N_2 , ..., N_r), não mudam quando o tempo passa.

Podemos pensar nesses enunciados enquanto preparamos um bom chá em uma tarde fria. Uma caneca (e aqui qualquer semelhança com a imagem não é mera coincidência) de chá quente sobre uma mesa, em temperatura ambiente, fica mais fria com o passar do tempo, pois perde calor para o ambiente (sala). Ele atinge o estado de equilíbrio (térmico) com o ambiente quando sua temperatura não sofre mudanças com o passar do tempo e tem sua entropia positiva.

Figura 2: Caneca de chá quente sobre uma mesa



Fonte: autora

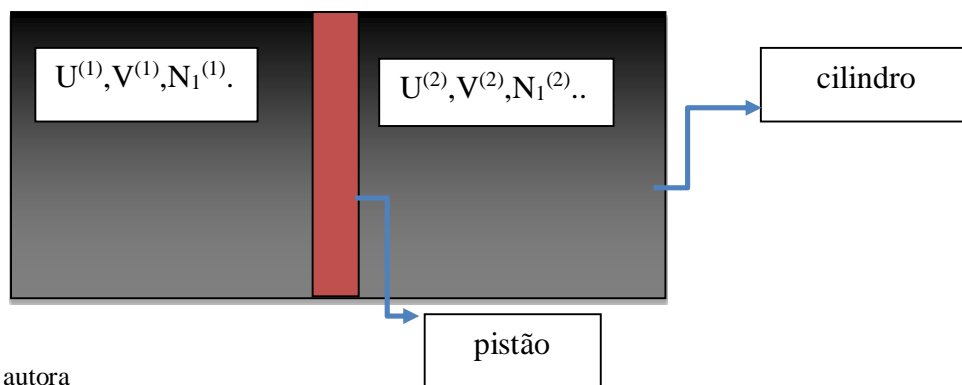
Para Einstein:

“Uma teoria é tanto mais impressionante quanto maior for a simplicidade de suas premissas, quanto mais diferentes tipos de coisas ela relaciona, e a mais estendida é sua área de aplicabilidade. Portanto, a impressão profunda que a termodinâmica clássica tem feito sobre mim; é a única teoria física de conteúdo universal sobre o qual estou convencido de que, dentro do quadro da aplicabilidade de seus conceitos básicos, nunca será derrubada.” (Albert Einstein Thermodynamic in Einstein’s Universe, M. J. Klein Science, 157 (1976), p.509; e em Book of Science and Nature Quotations, Isaac Asimov. p. 76).

2.1.4 O Problema Básico da Termodinâmica

O principal problema da termodinâmica pode ser colocado da seguinte forma: supor que existem dois sistemas simples contidos num cilindro fechado, os quais estão separados por um pistão interno. (Veja figura abaixo).

Figura 3: Dois sistemas simples contidos em um cilindro e separados por um pistão



Fonte: autora

As paredes do cilindro e do pistão são consideradas adiabáticas, rígidas, fixas e impermeáveis à matéria; tais características são chamadas de vínculos. Aqui, é importante reconhecer que o pistão é a parede que separa os dois sistemas.

Inicialmente, ambos sistemas estão em equilíbrios separados, cada um com sua energia interna, volume e número de partículas. Agora, se um dos vínculos é liberado, isto é, o pistão é tornado diatérmico, possibilitando aos sistemas trocarem calor, o que faz a energia ser redistribuída entre eles. A troca de calor só irá cessar quando um novo estado de equilíbrio for atingido, cada sistema com uma nova energia, conservando a energia total.

O mesmo processo ocorre se o pistão se tornar móvel, ambos os sistemas trocarão volume até atingirem o equilíbrio, cada um em seus novos volumes. Idem para o caso de o pistão ser permeável. Neste caso os sistemas trocarão partículas (as partículas sendo redistribuídas) até atingir o novo equilíbrio, ou seja, fazendo com que cada sistema tenha um novo número de partículas. Vale ressaltar que mais de um vínculo pode ser liberado, levando os sistemas a atingirem o novo equilíbrio em valores relacionados aos vínculos liberados.

Em síntese, a liberação de um vínculo em cada caso resulta no início de algum processo espontâneo e, finalmente, os sistemas se ajustam aos novos estados de equilíbrio; isto ocorrerá em novos valores dos parâmetros U , V , e N desses dois sistemas. Então, o problema básico da termodinâmica é a determinação do estado de equilíbrio que pode resultar depois da remoção dos vínculos internos de um sistema composto fechado.

2.1.5 Os Postulados da Termodinâmica

Nesta altura, já podemos seguir as trilhas propostas por Callen [8] para resolver o problema básico da termodinâmica e, assim, começaremos enunciando e discutindo os postulados da termodinâmica.

Primeiro Postulado - Existem estados particulares de sistemas simples (chamados estados de equilíbrio) que, macroscopicamente, caracterizam-se completamente pela energia interna U , volume V e pelos números de mols N_1, N_2, \dots, N_r de seus constituintes químicos.

Em particular, o primeiro postulado menciona os conceitos termodinâmicos, tal como estado de equilíbrio e das grandezas físicas, volume, energia interna e números de partículas.

Segundo Postulado - Existe uma função S (chamada entropia) dos parâmetros extensivos de qualquer sistema composto definida para todos os estados de equilíbrio e que tem as seguintes propriedades: Os valores dos parâmetros extensivos, na ausência de vínculos internos, são aqueles que maximizam a entropia sobre os múltiplos estados de equilíbrio.

$$S = S(U, V, N_1, N_2, \dots, N_r)$$

Terceiro Postulado - A entropia de um sistema composto é aditiva sobre os subsistemas constituintes. A entropia é uma função contínua, diferenciável e monotonicamente crescente da energia, a qual pode ser traduzida matematicamente com as expressões:

$$\begin{aligned} S(U_1, V_1, N_1; U_2, V_2, N_2) &= S_1(U_1, V_1, N_1) + S_2(U_2, V_2, N_2), \\ &= \lambda S(U, V, N_1, N_2, \dots, N_r), \end{aligned}$$

Quarto Postulado - A entropia de qualquer sistema se anula no estado para o qual a temperatura se anula.

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V, N_1, \dots, N_r} = 0$$

Em síntese, os três primeiros postulados produzem a base lógica da termodinâmica, possibilitando resolver seu problema básico, que é conhecer os novos valores das variáveis que configurarão o próximo estado de equilíbrio. Portanto, vamos discutir um roteiro para resolver o problema básico da termodinâmica: considere um sistema composto e admita que a equação fundamental (a entropia) de cada um dos sistemas constituintes seja conhecida. No equilíbrio, estas equações determinam as entropias individuais dos subsistemas.

- i - A entropia total é obtida somando-se as entropias individuais se os sistemas estão em um estado de equilíbrio associado aquelas as variáveis iniciais $U_1, V_1, N_1; U_2, V_2, N_2$ do subsistema 1 e do subsistema 2, respectivamente.

- ii - Seja um vínculo liberado, os novos valores das variáveis serão aqueles que maximizam a entropia, portanto diferenciando a energia interna, o máximo da entropia é calculada revelando os novos valores dos parâmetros.

2.2 Transposição da Termodinâmica Para o Ensino Médio

2.2.1 Alguns Conceitos Transpostos da Termodinâmica

Calor - O objetivo agora é transpor o conceito de calor. Assim, é importante lembrar dos estudos da mecânica nas séries anteriores, onde foi estudado que a energia de um corpo estar relacionada é a sua capacidade de realizar trabalho, a qual poderia ser dividida em energia cinética e energia potencial. Então, foi amplamente discutido que um corpo de massa m e velocidade v tem energia cinética dada por:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2. \quad (3.1)$$

A mesma discussão ocorreu amplamente, considerando esse mesmo corpo colocado a cima campo gravitacional da Terra, em uma altura h . Nesse caso, a sua energia potencial é dada por:

$$E_p = mgh, \quad (3.2)$$

onde g representa a aceleração da gravidade e h a altura em que o corpo é colocado acima da superfície da terra.

Para transpor o conceito de calor, é necessário pensar nos materiais que nos rodeiam, como o ar que respiramos, a água que bebemos e banhamos e os sólidos que nos sustentam em pé.

Nesta linha de raciocínio, considere o ar como um gás preso em grande recipiente (caixa) e que é composto por moléculas que se movem desordenadamente e com grande velocidade. Se cada molécula for considerada como uma abelha, o gás seria um enxame de abelhas voando dentro da caixa, chocando uma contra a outra e contra as paredes da caixa.

No caso da água, cada molécula também seria uma abelha, mas agora cada uma delas se move uma sobre as outras, se apertadamente dentro da colmeia.

No caso do sólido, essas abelhas não podem se mover, ficam praticamente fixas em cada lugar, o máximo que fazem é uma dança em torno dessa posição fixa, alternadamente dando um passinho para frente, um para trás, um para o lado direito e para esquerdo.

Portanto, podemos concluir que tanto um gás, um líquido ou num sólido, as abelhas, ou melhor, as moléculas, têm energia cinética e que se apresenta na forma de calor. Portanto, pode-se concluir: O calor está associado é a energia cinética das moléculas.

Agora, a energia é um conceito didaticamente transposto. Então, é natural indagar a possibilidade de como produzir energia. Uma resposta é relatar algumas experiências do cotidiano de uma grande parcela das pessoas. Considere um metal (uma barra de ferro) e amasse tal barra de ferro com uma marreta. Após algumas marretadas o ferro estará quente, portanto, houve a produção de calor. O calor foi produzido, ou melhor, transferido da energia cinética da marreta (que por sua vez foi transferida da energia química do homem que manejou a marreta, que por sua vez, até chegar à energia transferida pelo sol, e se quiser alongar, esse processo ainda continua). Cada marretada transfere energia aos átomos (as abelhas) da barra de ferro, aumentando suas energias cinéticas.

Temperatura - no cotidiano das pessoas, é comum tocar os dedos em superfícies de objetos para avaliar se está quente ou frio. Aqui o interesse é transpor o conceito de temperatura, entendida pelos físicos para as demais pessoas. Para avançar nessa direção, imagine um escultor trabalhando para moldar o ferro e fazer a sua escultura; nesse processo a peça aquece muito. Para não perder tempo esperando o resfriamento da peça, o escultor a coloca num recipiente com água fria, então haverá troca de calor entre a peça quente e a água fria. Essa troca ocorre até que ambos entram em equilíbrio, e nesses estados constatamos que a água se aqueceu um pouco e a peça resfriou um pouco também, de tal forma que ambos atinjam o mesmo estado de equilíbrio. Nessa observação, pode-se constatar que a peça quente esfriou perdendo calor, a água fria aqueceu porque ganhou calor. Em síntese, o calor flui do corpo quente para o corpo frio.

Nesse processo de produzir a escultura, o artista aprendeu que o calor flui do corpo quente para outro corpo frio, então fica direto associar a temperatura com o estado quente (temperatura mais alta) e estado frio (temperatura menor). Dessa forma, pode-se chegar a algumas conclusões:

- i - O calor flui de um corpo com temperatura maior para um corpo com temperatura menor.
- ii- O fluxo de calor entre dois corpos cessa somente quando ambos atingem a mesma temperatura.

- iii - Aquecer um corpo significa elevar a sua temperatura, a qual faz com que as moléculas (abelhas) que constituem o corpo vibrem com mais vigor, aumentando suas energias cinéticas.

Uma outra questão é saber como medir a temperatura dos corpos, uma vez que a maioria das pessoas já têm essas experiências devido às medidas médicas do estado febril através dos termômetros, tal qual ao termômetro do Galilei. Essa medida é feita através dos termômetros, os quais são instrumentos para medir a temperatura.

Na história da ciência, o termômetro foi uma invenção do Galilei. O termômetro foi construído como um tubo de vidro, onde uma das extremidades era um bulbo e outra ficava mergulhada em um recipiente com na água. Galilei aquecia o bulbo para expulsar o ar dentro dele, porém quando o ar esfriava novamente, sua pressão se tornava menor do que o da atmosfera; assim, a água do recipiente era forçada a subir no tubo. Dessa forma, Galileu podia medir as mudanças de temperaturas em relação a essa temperatura de referência pela subida ou descida da coluna de água.

Hoje, há diversos tipos de termômetros, porém o mais conhecido no Brasil é o termômetro de bulbo, tipo o de Galileu. Esse termômetro, tal como o de Galileu, é feito de vidro que aprisiona uma coluna de mercúrio, o qual dilata linearmente ao sofrer variação de temperatura. O nível do mercúrio à temperatura de congelamento da água, nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), é marcado zero grau (0°C), a temperatura de ebulição da água nas CNTP é marcada cem graus (100°C). O intervalo entre esses dois pontos é dividido em cem partes iguais, e cada divisão corresponde a um grau (1°C), esta é a conhecida escala centígrado ou escala Celsius.

Em outros países escalas diferentes são utilizadas, por exemplo, nos Estados Unidos e nos demais países de língua inglesa, a escala Fahrenheit é utilizada, a qual o ponto de congelamento da água é trinta e dois (32°F) e da ebulição da água duzentos e doze graus (212°F), tudo nas CNTP. Também, o intervalo entre esses dois pontos é dividido em cento oitenta partes iguais, e cada divisão corresponde a um grau (1°F), essa é a escala Fahrenheit. Como 100°C corresponde à 212°F , então por regra de três pode-se comparar as temperaturas nas duas escalas, portanto $TC = 5(T_F - 32)$ ou $T_F = 5TC + 32$. Uma temperatura de um dia frio com 9°C corresponde a uma temperatura de 37°F .

Capítulo 3

A Sequência Didática

3.1 A Idealização do Produto Educacional

Para melhor compreender os fenômenos da natureza, criamos hipóteses, pressupostos e conceitos que, segundo Santos (2002), deve produzir uma ruptura epistemológica inversa àquela que ocorre na ciência moderna, ou seja, em vez de se afastar do senso comum para atingir um nível qualitativo para a pesquisa científica devemos desenvolver a capacidade do estudante para ler, compreender e expressar opinião crítica sobre assuntos que envolvem ciências e independente do processo de escrita. Nesse viés, desenvolver uma Sequência Didática para o ensino de Termodinâmica é oportunizar ao estudante, no seu tempo e espaço, uma aprendizagem significativa dos fenômenos que o cercam.

3.2 Objetivos Definidos para esse Produto Educacional

3.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma sequência didática de dez aulas para o ensino de Termometria, utilizando como recurso didático uma miniestação meteorológica a partir da plataforma de prototipagem Arduino.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar uma miniestação meteorológica a partir de uma plataforma de prototipagem Arduino como recurso didático no ensino de Física.
- Desenvolver um produto educacional para o ensino de termodinâmica através dos recursos tecnológicos da eletrônica.
- c) Oportunizar ao estudante a ampliação dos conceitos e dos desdobramentos das variáveis termodinâmicas por meios de aparatos tecnológicos de baixo custo.

3.3 Trabalhos Correlatos

Quadro 1- Dissertações que fazem referências ao uso do Arduíno para o ensino de Física.

Dissertação do programa MNPEF	Referência	Produto Educacional
<p>Título: Desenvolvimento de um Kit Experimental com Arduino para o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio (2016)</p> <p>Autor: Sergio Silveira</p>	<p>http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoproduto/p41-produto-sergio.pdf</p>	<p>Neste trabalho, o autor fez um guia para orientar a montagem e o uso do kit experimental FOTODUINO para o estudo qualitativo do Efeito Fotoelétrico e das propriedades elétricas do Plasma</p>
<p>Título: Detecção e análise de movimentos do cotidiano via interface Arduino (2016)</p> <p>Autor: Raphael de Jesus Lisboa Aquino</p>	<p>http://www1.fisica.org.br/mnpef/detec%C3%A7%C3%A3o-e-an%C3%A1lise-de-movimentos-do-cotidiano-interface-arduino</p>	<p>Este trabalho ensina os professores montar um equipamento de aquisição de dados para alguns movimentos cotidianos ainda que rápidos, tais como quedas livres, ou movimentos veiculares ou pendulares.</p>
<p>Título: Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de miniestação</p>	<p>https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/26035</p>	<p>Nesta proposta, foram desenvolvidos dois manuais destinados ao professor e ao aluno para a construção de uma maleta que contém uma miniestação meteorológica portátil.</p>

<p>meteorológica portátil com Arduino (2018).</p> <p>Autora: Rafaella Sayonara Marques Ferreira Vidal</p> <p>Título:</p> <p>Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma miniestação meteorológica com Arduino (2018)</p> <p>Autor: Fernando Carlos Rodrigues Pinto.</p> <p>Título: O Estudo das Ondas utilizando a Plataforma Arduino como Facilitadora do Processo de Ensino e Aprendizagem por meio de UEPS (2020)</p> <p>Autor: José Floriano da Veiga Farias Júnior</p> <p>Título: O Arduino como recurso didático</p>	<p>https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152655/pinto_fcr_me_prud.pdf?sequence=3&isAllowed=y</p> <p>http://www.www1.fisica.org.br/mnpef/o-estudo-das-ondas-utilizando-plataforma-arduino-como-facilitadora-do-processo-de-ensino-e</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1QsDs5TyziEhHP</p>	<p>Neste produto educacional, elaborou-se uma Sequência Didática para montagem da estação meteorológica.</p> <p>Nesta proposta, construiu-se uma UEPS(Unidade de Ensino Potencialmente Significativas), com material instrucional.</p> <p>A proposta apresentou uma Sequência de Ensino</p>
--	--	--

para o ensino de resistores (2020) Autor: Ricardo Vanjura Ferreira Título: A Termometria no Ensino Médio mediada pelo Arduino em práticas experimentais (2021). Autor: Edmar Pereira Rego.	uPit91huYDfRNfJebD/vi ew https://sigaa.ufpi.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=lc=pt_BR&id=832&noticia=380707430	Aprendizagem, com uso do Arduino como recurso didático. Esta proposta apresentou uma Sequência de Ensino Aprendizagem, com uso do Arduino como recurso didático.
--	---	---

3.4 Elaboração da Sequência Didática (SD)

A elaboração da SD foi norteadada pela BNCC/DRC-MT [40], com a intencionalidade de trabalhar a temática Matéria e Energia, em específico os conceitos de Termodinâmica do componente curricular de Física, na área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

3.4.1 Escolhendo os Organizadores Prévios

A implementação do Produto Educacional: Clima Quente, buscou averiguar as habilidades do estudante e seus desdobramentos para os aspectos regionais de Mato Grosso, preconizados na BNCC/ DRT-MT [40], na área de conhecimento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o componente curricular de Física. Considerando pertinente apenas a competência 1 e 3, bem como as habilidades: EM13CNT101, EM13CNT101.MT, EM13CNT102, EM13CNT103 E EM13CNT103.1MT.

Segundo a DRC-MT [40], a Competência Específica 1 **das Ciências da Natureza e suas tecnologias** trata em **analisar** fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

A Competência Específica 3 refere-se à exploração das práticas e processos da investigação científica. Nessa perspectiva, a competência propicia um processo de ensino e aprendizagem em que os estudantes precisam avaliar a relevância dos avanços tecnológicos na vida da população, de modo crítico. Ou seja, como a rapidez que as evoluções tecnológicas se relacionam com aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos e ambientais da sociedade.

No quadro abaixo, estão selecionadas as habilidades, os objetos de conhecimento, as habilidades prévias e os objetivos de aprendizagem priorizados para Sequência Didática em questão.

Quadro 2– Habilidades, objetos de conhecimento, habilidades prévias e objetivos de aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordadas no produto educacional, segundo a BNCC/DCR-MT [26].

Habilidades	Objetos de Conhecimento	Habilidades Prévias	Objetivos de Aprendizagem
(EM13CNT101). Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em	<p>✓Transformações e conservação da energia;</p> <p>✓ Fluxo de energia e de matéria nos ecossistemas;</p> <p>✓Processos de propagação do calor;</p>	<p>EF01CI01</p> <p>EF02CI01</p> <p>EF02CI02</p> <p>EF02CI03</p> <p>EF04CI02</p> <p>EF04CI03</p> <p>EF05CI02</p> <p>EF05CI04</p> <p>EF05CI05</p> <p>EF06CI01</p> <p>EF06CI02</p>	<p>Elaborar e defender diferentes propostas para o uso de novas fontes renováveis de energia, relacionando-as a questões sociais, ambientais, políticas e culturais em âmbito local, regional e global.</p> <p>Discutir a</p>

<p>processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT101.1MT).</p> <p>Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações químicas, físicas e biológicas e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento, inclusive no contexto do metabolismo animal e vegetal.</p> <p>(EM13CNT102).</p> <p>Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que</p>	<p>✓Propriedades dos materiais: condutibilidade térmica;</p> <p>✓Efeito estufa;</p> <p>✓Aquecimento global;</p> <p>✓Termologia;</p> <p>✓Calorimetria;</p> <p>✓Transformações gasosas;</p> <p>✓Termodinâmica;</p> <p>✓Conforto térmico;</p> <p>✓Implicações e benefícios do uso da radiação;</p> <p>✓Ondulatória;</p> <p>✓Transmissão e recepção de ondas; ✓Ondas eletromagnéticas;</p> <p>✓Espectro eletromagnético;</p> <p>✓Doenças causadas por</p>	<p>EF06CI03</p> <p>EF06CI04</p> <p>EF07CI02</p> <p>EF07CI04</p> <p>EF08CI01</p> <p>EI01ET01;</p> <p>EI01ET05</p> <p>EI03ET02;</p> <p>EI03ET03</p> <p>EF01CI01;</p> <p>EF02CI02</p> <p>EF04CI01;</p> <p>EF04CI02</p> <p>EF04CI03;</p> <p>EF05CI01</p> <p>EF05CI02;</p> <p>EF07CI02</p> <p>EF07CI03;</p> <p>EF07CI03.</p> <p>1MT</p> <p>EF07CI04</p> <p>EF07CI04.</p> <p>1MT</p> <p>EI01ET02</p> <p>EI02ET02</p>	<p>importância do efeito estufa, para a manutenção da vida, considerando o processo de aumento da temperatura (aquecimento global), usando dados sobre as intervenções antrópicas no planeta e suas consequências.</p> <p>Construir protótipos de sistemas térmicos considerando a sustentabilidade e o apoio de tecnologias digitais, aplicando os conhecimentos da termodinâmica.</p> <p>Aplicar conceitos da termodinâmica para</p>
--	---	--	--

<p>visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos (EM13CNT103).</p> <p>Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.</p> <p>(EM13CNT103.1MT).</p> <p>Relacionar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação</p>	<p>raios UVA e UVB;</p> <p>✓Elaboração de diferentes teorias.</p> <p>✓Investigação científica: leitura de contexto, pesquisa, elaboração de modelos de análise, tratamento e análise de dados e conclusões.</p> <p>✓Método científico.</p> <p>✓Filosofia e história da Ciência.</p> <p>✓Ensino por investigação.</p> <p>✓Sistema internacional de unidades e medidas.</p>	<p>EI03ET02</p> <p>EF03CI02</p> <p>EF04CI02</p> <p>EF04CI03</p> <p>EF05CI01</p> <p>EF05CI02</p> <p>EF05CI03</p> <p>EF07CI02</p> <p>EF08CI01</p> <p>EF08CI02</p> <p>EF08CI05</p> <p>EF08CI06</p> <p>EF09CI05-3</p> <p>MT EF09CI06;</p> <p>EF09CI07</p> <p>EF01C101;</p> <p>EF01C102</p> <p>EF02C103;</p> <p>EF04C101</p> <p>EF04C108;</p> <p>EF05C104</p> <p>EF05C106</p> <p>EF05C110;</p> <p>EF07CI11</p> <p>EF08CIO1</p> <p>EF08CI01.1MT</p> <p>EF08CI16;</p>	<p>analisar o efeito do desmatamento sobre áreas urbanas e a produção de ilhas de calor.</p>
--	---	--	--

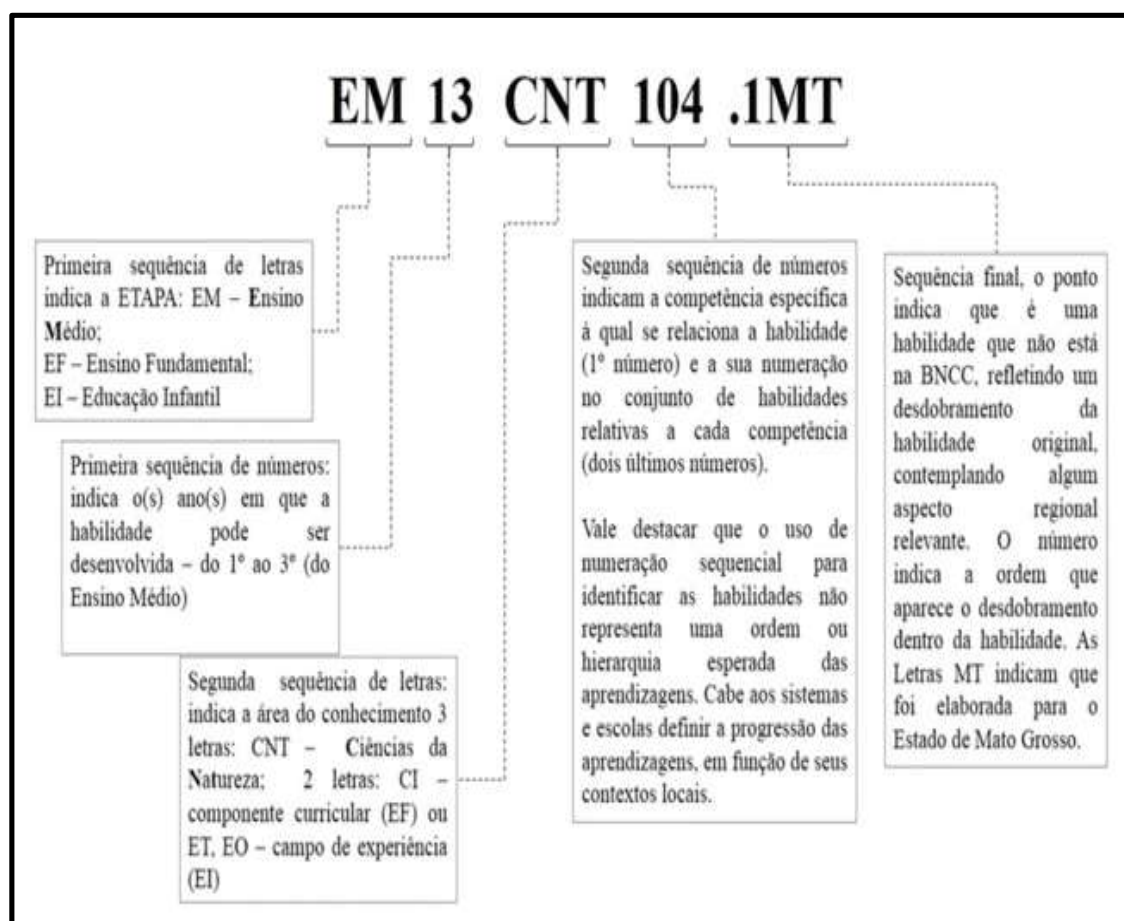
<p>em equipamentos de uso cotidiano, no meio ambiente, na saúde, inclusive no mundo do trabalho (geração de energia, considerando implicações éticas, socioambientais e econômicas.</p> <p>(EM13CNT301).</p> <p>Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>		<p>EF09CI09</p> <p>EF09CI10</p>	<p>Construir estações meteorológicas a partir de uma plataforma de prototipagem e sensores, de baixo custo.</p> <p>Interpretar os dados coletados e comparar com outras fontes de dados meteorológicos oficiais. Apontar soluções para o enfrentamento das mudanças climáticas locais e global.</p>
--	--	---------------------------------	---

3.4.2 Entendendo a BNCC/DCR-MT

No contexto da BNCC/DCR-MT [40], os conhecimentos das Ciências da Natureza e suas tecnologias, para a etapa do Ensino Médio, integram os componentes curriculares de Física, Química e Biologia, que por vez são expressos por meio de habilidades, indicadas por um código

alfanumérico, em que são anunciadas as etapas da educação básica, a série que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas, a área do conhecimento e competência específica a qual se relaciona a habilidade, juntamente com sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência.

Quadro 3 – Código alfanumérico BNCC/DRC-MT¹



3.5 Montagem e Funcionamento dos Protótipos de Estação Meteorológica

3.5.1 Aquisição e Lista de Materiais

O Produto Educacional desenvolvido está composto por uma Sequência Didática (SD), que traz como subproduto a construção de dois protótipos de estação meteorológica (Apêndice A). O desenvolvimento da SD, bem como a construção das estações ocorreram no primeiro bimestre do ano letivo de 2022, na turma do 2º ano “D” do Ensino Médio da E.E. Historiador

¹ **Disponível em:** <https://pnld.moderna.com.br/modernaexplica-em/o-que-compoe-a-bncc-para-o-ensino-medio>. Acesso em nov. de 2021[41].

Rubens de Mendonça, na capital de Cuiabá- MT, no período noturno. Contudo, foram necessários encontros no período vespertino para instalação e monitoramento das estações. Foi feita a exposição da lista de materiais necessários e uma breve cotação de preços em loja de materiais eletrônicos da capital e em sites de materiais eletrônicos [42 na internet].

Os materiais foram adquiridos tanto em lojas físicas de materiais eletrônicos, quanto em sites da internet.

Lista de materiais

- 2 unidade-Arduino Uno ou Nano com cabo USB
- 2 unidade-Protoboard 830 furos
- 80 unidades -Jumper macho x macho
- 20 unidades -Jumper macho x fêmea
- 2 unidades - Relógio RTC DS3231
- 1 unidade - Modulo leitor cartão SD
- 2 unidades - Display OLED 0,6” 12C
- 2unidades - DHT22 – Temperatura e umidade
- 2 unidades - Sensor de radiação BH1750
- 2 unidades - Sensor de pressão BMP280
- 1 unidade
- - Resistor 220R
- 4 unidades - Resistor 10K

3.5.2 Montagem e Instalação das Estações Meteorológicas

A estação foi construída a partir de instrumentos alternativos e de baixo custo, se comparados com os equipamentos convencionais utilizados para a instrumentação de estações micrometeorológicas em versões comerciais. Como controlador e armazenador de dados, utilizamos um módulo Arduino Uno, que é um microcontrolador de 16 MHz com 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador cerâmico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de reset . Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador.

Os sensores e demais dispositivos seguiram a seguinte sequência de montagem: sensor de temperatura e umidade - DHT22, sensor de Pressão Barométrica – BMP280, sensor de luminosidade B1750, Relógio de Tempo Real - RTC DS3231, Módulo Cartão SD Card, Display OLED, 96' 12C, protoboard, resistores e Jumpers. Conforme descrição e orientação no apêndice A.

As estações devem ser instaladas nas áreas do entorno da escola, escolhendo dois ambientes distintos: um com cobertura vegetal e outro sem a presença da cobertura vegetal.

Figura 4: Ambiente com e sem arborização.



Fonte: autora

3.6 Aplicação da Sequência Didática

3.6.1 Público Alvo

Para aplicação desse Produto Educacional, foi escolhida a turma do segundo ano “D” do Ensino Médio da Escola Estadual Historiador Rubens de Mendonça, localizada no bairro Cohab São Gonçalo S/N, na cidade de Cuiabá-MT. A turma é composta de 38 alunos matriculados, mas apenas 15 são frequentes. A grande maioria é trabalhadora e maior de idade, o que indica que os alunos interromperam os estudos em alguma etapa de escolarização. Algumas das alunas são mães e levam consigo os filhos, uma vez que lhe é facultado esse direito. Apesar das situações adversas, a turma mostrou-se responsável e participativa, pois traz muito de sua vivência nos debates dos assuntos abordados. A escolha da turma foi intencional, já que nesta etapa do Ensino Médio são abordados os conceitos de Termodinâmica, na unidade temática Matéria e Energia.

3.6.2 Etapas da Aplicação

Aulas 1 e 2 – Introdução ao Tema e Levantamento dos Conhecimentos Prévios

Atividade 1

Apresentar a situação problema por meio da experiência fenomenológica (as mudanças climáticas local e global, através da notícia abaixo [43]:

Figura 5: Manifestações na COP 26²



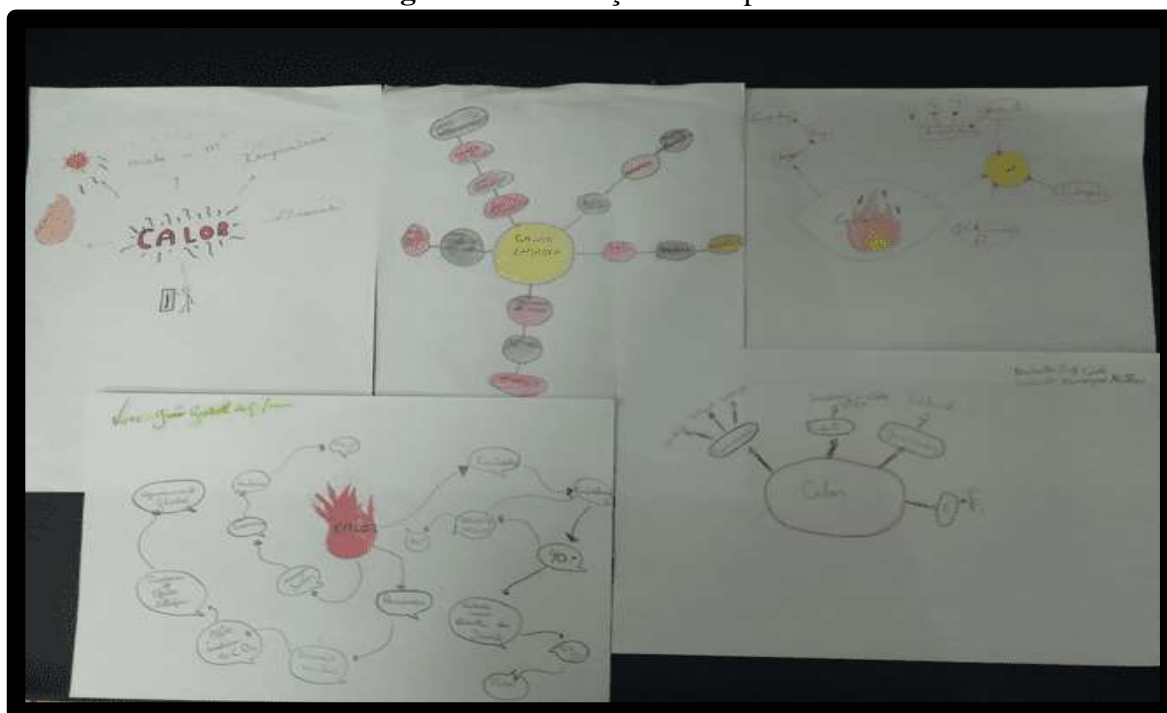
² Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/02/cop26-por-que-15-e-o-numero-mais-importante-da-cupula-das-mudancas-climaticas.ghtml> . Acesso em outubro de 2021[43].

Atividade 2

Mapa Mental- Um **Organizador prévio**

- Solicitar aos alunos que confeccionem, individualmente, um mapa mental sobre a temática Calor/Energia.
- Mapas mentais têm se tornado uma ferramenta útil quando queremos visualizar ideias de modo geral, pois além deles serem visualmente divertidos são diagramas que permitem que os estudantes interajam de forma ativa com o assunto abordado.

Figura 6: Construção do Mapa mental



Atividade 3

Aplicação do pré-teste. Em busca de subsunçores.

Escola:.....

Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Componente Curricular - Física - Termodinâmica -

Unidade temática: Matéria e energia.

Profº:.....

Aluno:.....

Responda com falso ou verdadeiro as questões abaixo:

Questão 1- O ano de 2020 foi marcado por vários acontecimentos, dentre eles o aumento da temperatura, estiagem de chuvas e muitas queimadas em nossa região. Cuiabá ficou nacionalmente conhecida como CUIABRASA! [44].³

Esse fato ocorreu porque os termômetros da cidade chegaram a marcar temperaturas de 44°C e sensação térmica de 48°C. A sensação térmica é um parâmetro que não depende diretamente da umidade do ar e velocidade do vento, mas apenas da temperatura local.

() Falso () Verdadeiro

Questão 2 - Leia e observe a tirinha abaixo:

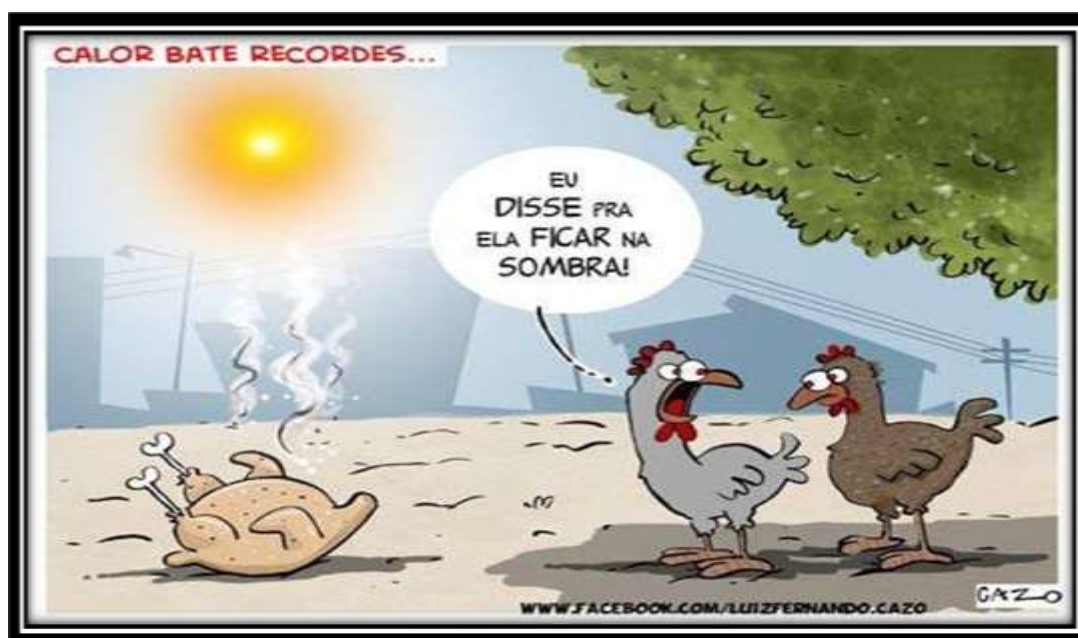


Figura 7: Calor bate recordes⁴

O sol é fonte de luz e calor. Mesmo estando sob uma sombra continuamos recebendo radiação solar, somente incidência dos raios infravermelhos.

() Falso () Verdadeiro

³ Disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabrasa-00543945.amp.html> . Acesso em abril de 2021[44]

⁴ Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/95349717097624687/> . Acesso em abril de 2021[45]

Questão 3- Leia e pense sobre a tirinha, abaixo:



Figura 8: O melhor de Calvin ⁵

Na tirinha, Calvin fica irritado com a sensação de frio ao entrar em sua casa. Por vez, o seu pai apresenta a solução do seu problema, colocando-o para fora de casa alguns minutinhos. Com isso, ao entrar novamente, ele pode sentir uma sensação agradável. Esse fato pode ser explicado pelo conceito de calor que é energia em trânsito de um corpo para o outro sempre do corpo de menor para o de maior temperatura.

() Falso () Verdadeiro

Questão 4- A reportagem da revista época traz a seguinte manchete:

Desmatamento pode elevar temperatura na Amazônia em 1,45°C.

“Um novo estudo de modelagem descobriu que o irrestrito desmatamento da Amazônia brasileira e do cerrado pode resultar na perda de 606.000 quilômetros quadrados de floresta até 2050, levando a aumentos nas temperaturas locais de até 1,45°C, além de aumentos globais de temperatura”.⁶

Portanto, o desmatamento traz aumento da temperatura local, mas não influencia na temperatura global, uma vez que as regiões mais frias compensam as mais quentes e, no final, tudo ficará em equilíbrio.

⁵ Disponível em: <https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes/24e9cb6b-e9> . Acesso em abril de 2021[46].

⁶ Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/> . [47]

() Falso () Verdadeiro

Questão 5 - Reflita sobre a proposição abaixo:



Figura 9: Pixton por diversão: Sensação térmica⁷

Os termômetros são instrumentos que permitem medir o grau de agitação térmica molecular de um dado corpo ou sistema com precisão. Se um corpo apresentar propriedade termométrica, tal como: o volume, o qual varia com a temperatura, assim pode ser um termômetro. Nesse pensar, o gato do tio Osvaldo poderia ser um termômetro já que possui volume.

() Falso () Verdadeiro

Questão 6 - Um pouco de romance.



Figura 10: Dr. Pepper: um pouco de romance⁸

⁷ Disponível em; <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.html> . Acesso em abril de 2021[48].

⁸ Disponível em: <https://meninasvampirass.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/> . Acesso em abril de 2021[49].

O fato de Edward não conseguir aquecer Bella deve-se ao fato de que ele possui sangue “frio”, enquanto Jacob tem sangue “quente” de acordo com a saga Crepúsculo. Os corpos podem ter diferentes graus de agitação molecular que lhes confere uma maior ou menor temperatura. Sendo assim, Jacob leva vantagem, pois possui uma maior agitação térmica molecular que lhe confere uma maior temperatura corporal.

() Falso () Verdadeiro

Questão 7- Analise a situação de Calvin.



Figura 11: O melhor de Calvin⁹

A Lei zero da termodinâmica anuncia que se o corpo A está em equilíbrio com o corpo B e, se este estiver em equilíbrio com o corpo C, então C estará em equilíbrio com A. Supondo ser A a água quente, B a água fria e C o Calvin, o fato de misturar água fria com a água quente da banheira resultará no equilíbrio térmico entre A e B e, ao retornar a banheira, Calvin, o corpo C, também entrará em equilíbrio térmico, sendo assim possível o banho.

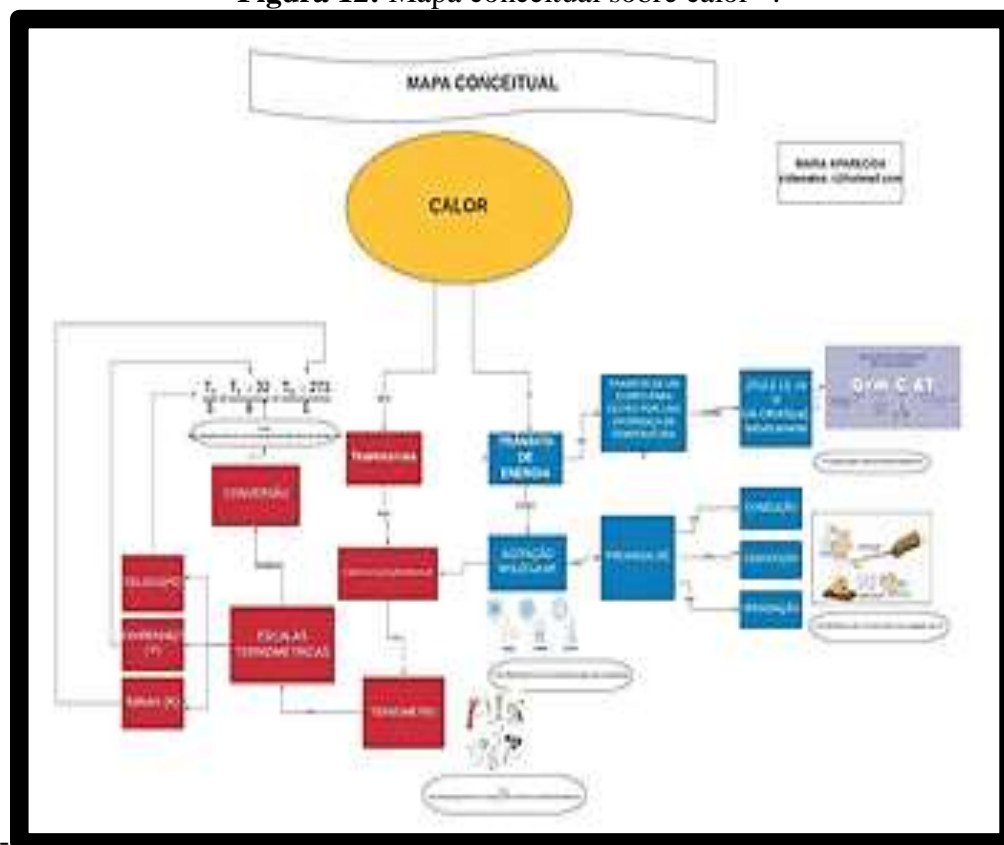
() Falso () Verdadeiro

Aula 3 e 4 – Análise do Mapa Conceitual sobre Calor/Energia – Organizador Avançado

Atividade 1- Mapa conceitual

⁹ Disponível em: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html>. Acesso em maio de 2021[50]

Figura 12: Mapa conceitual sobre calor¹⁰.



Atividade 2- Leitura e desafio sobre Calor/Energia, temperatura e suas medidas. Assimilando os conceitos.

Para abordarmos os conceitos de calor e temperatura, faremos uso do material apostilado para a área de conhecimento CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), elaborado pela SAGE (Secretaria Adjunta de Gestão Escolar) da SEDUC-MT.¹¹

Aulas 5 e 6 – O Gás ideal, Lei Zero e 1ª Lei da Termodinâmica. Assimilando os Conceitos

Atividade 1- Registrando

¹⁰Disponível em: https://lucid.app/lucidchart/1e9213bc-35d7-4baa-b94d-61caa687d27d/edit?invitationId=inv_eb2f9343-64c6-4f9d-a7c0-3a3440fd6eda&page=0_0#https://drive.google.com/drive/folders/15zou4kHhlu2dRxwkI13WWB6tIIQRVhzA [51].

¹¹ Disponível em: http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15548486/MATERIAL_OUTUBRO_CNT_2_ano_EM+%281%29.pdf/86a516c7-8762-e33a-98f1-8b5cb509eb3c. Acesso em março de 2021[52].

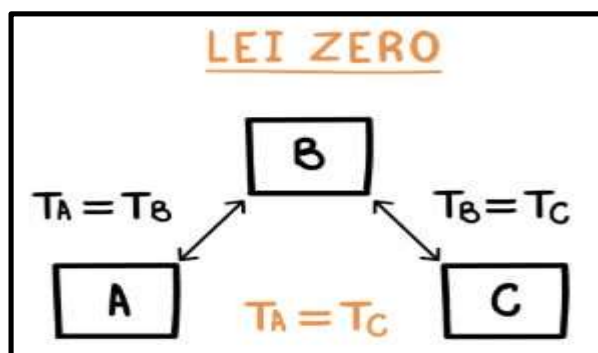


Figura 13: A lei zero da Termodinâmica¹²

“Se dois corpos A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então, estão em equilíbrio térmico um com o outro” - Halliday, Resnick, & Walker [54]. Essa é a recente e famosa Lei Zero da Termodinâmica, denominação foi dada por Ralph H. Fowler (1889 – 1944), físico inglês que, por meio de estudos e experimentos, buscou respostas para o fenômeno da sensação de frio e quente até chegar ao postulado no século XX. Estudando os fenômenos que envolvem trocas de calor entre os corpos, era preciso estruturar a apresentação da lei na termodinâmica, mas, como sabemos, a primeira e a segunda lei já faziam parte dos conceitos da termodinâmica. Fowler pensou nessa terminologia lei zero, que é usada pela física até os dias de hoje. Sabemos que o equilíbrio térmico entre dois corpos ocorre quando suas temperaturas são iguais. Pelo contato entre o corpo e um termômetro durante um certo intervalo de tempo, podemos perceber que ocorre o equilíbrio térmico quando o termômetro registra a mesma temperatura do corpo.

Atividade 2- Assimilando

Para os conceitos de gás ideal e a primeira Lei da Termodinâmica, recorreremos ao material apostilado do programa Escolas Conectadas na área de conhecimento CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias) para o componente curricular Física. Este material foi elaborado pela SAGE (Secretaria Adjunta de Gestão Escolar) da SEDUC-MT, que traz também, com muita propriedade e contextualização, o assunto em questão.¹³

¹² Imagem disponível em: <https://resumos.mesalva.com/lei-zero-termodinamica-primeira-lei-termodinamica/> [53].

¹³ Disponível em: SÓNOTÍCIAS - Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes. Disponível em: <https://www.sonoticias.com.br/geral/cuiaba-possui-ilhas-de-calor-com-temperaturas-ate-10o-c-mais-quentes/>. Acesso em maio de 2021.

Atividade 3- Pensando local! **Reconciliando e diferenciando** os conceitos de calor, energia e temperatura.

Leia o texto e responda as questões abaixo:

Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes [56]



Figura 14: Cuiabá e as ilhas de calor¹³.

Cuiabá figura no rol das dez cidades mais quentes do Brasil. O título – não muito invejável – se deve a características naturais da capital mato-grossense intensificadas por fenômenos que constituem o clima urbano. Diante do processo de urbanização que substitui materiais naturais por materiais construtivos, retira vegetação e aumenta a área de construções civis, formam-se as chamadas “ilhas de calor”, que são espaços dentro da cidade com temperaturas ainda mais elevadas do que o entorno.

Dentro de Cuiabá encontram-se ilhas de calor no centro da cidade, nos conjuntos habitacionais densamente ocupados, como os bairros Santa Terezinha, Residencial Alice Novack, Residencial Nilce Paes Barreto, e também na região da Morada da Serra (grande CPA), conforme apontam pesquisas realizadas pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

“O surgimento de uma ilha de calor em Cuiabá provoca muito mais impacto na vida das pessoas do que o surgimento em cidades de clima temperado, por exemplo. Em Cuiabá, temos desconforto térmico ao longo de todo o ano pelas próprias características naturais do nosso ambiente, então quando surge uma ilha de calor e provoca o aumento de temperatura, isso faz com que esse desconforto seja inclusive perigoso para as pessoas, com agressão fisiológica”, explica o professor e coordenador do programa, José Carlos Ugeda Júnior.

Em 1994, pesquisadores da universidade identificaram uma ilha de calor no centro de Cuiabá com amplitude de graus na escala Celsius – diferença de temperatura classificada como de média intensidade. Estudos mais recentes já identificaram amplitude de até 10°C, o que

significa alta intensidade e impacto muito negativo na vida da população, de acordo com professor Ugeda.

Os indícios científicos foram comprovados de forma empírica com o auxílio de servidores do Juizado Volante Ambiental (Juvam) e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). No dia 31 de janeiro, o aparelho psicrômetro do Inmet aferiu a temperatura atmosférica de 37,4°C na Avenida Historiador Rubens de Mendonça, por volta de 14h30min, e 27,6°C dentro do Parque Mãe Bonifácia, por volta das 15h do mesmo dia.

A presença de vegetação também pode chegar a diminuir até 15 graus Celsius a temperatura da superfície da terra, conforme apontou o termômetro de sensor de superfície do Juvam. No solo gramado, aferiu-se a temperatura de 30°C, enquanto, no concreto, a temperatura foi de 45°C, ambas dentro do Parque Mãe Bonifácia, aferidas no mesmo dia.

Nesse contexto, a arborização urbana surge como a melhor maneira de amenizar os problemas ocasionados pelas ilhas de calor e outros fenômenos do clima urbano, conforme destaca o professor Ugeda. Os principais benefícios são inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores. “A vegetação é a primeira ação que o poder público deveria tomar para provocar não só uma amenização térmica, mas, de maneira geral, uma melhoria na qualidade ambiental urbana. É a intervenção pública menos onerosa que a prefeitura municipal pode fazer”, defende o pesquisador.

Pensando nisso, essa é uma das bandeiras de atuação socioambiental do Poder Judiciário de Mato Grosso, que desenvolve o projeto Verde Novo desde 2017, com o intuito de rearborizar Cuiabá e devolver o título de Cidade Verde perdido ao longo dos anos. O projeto promove ações de plantio, distribuição de mudas e também de conscientização das pessoas sobre a importância das árvores para Cuiabá.

Em 2018, foram realizadas 72 ações em escolas, creches, espaços públicos, rodovias e canteiros, resultantes em cerca de 25 mil árvores que ganharam vida em Cuiabá. Para este ano, estão previstas mais de 100 ações, sobretudo em pontos críticos onde a arborização é extremamente necessária. “Ao longo do projeto, estamos analisando os locais onde há o déficit de áreas de arborização. Utilizamos imagens de satélite, mapeamos a quantidade de árvores plantadas por região, densidade e quantidade de espécies, para que as ações do projeto sejam homogêneas”, explica o engenheiro florestal do Verde Novo, Marcelo de Figueiredo.

Uma das próximas ações do projeto será realizada no dia 16 de fevereiro (sábado), na área verde do Córrego do Araés, ao lado do supermercado Comper da Avenida Miguel Sutil. Cerca de 500 mudas serão distribuídas e outras 100 plantadas às margens da nascente.

A) De acordo com o texto apresentado, defina “Ilha de calor”.

B) Por que uma “Ilha de calor”, em Cuiabá, provoca mais impactos negativos na vida das pessoas do que em uma região urbana de clima temperado?

C) O texto aponta a arborização como a principal ação para amenizar os efeitos causados pelas “Ilhas de calor”. Quais seriam esses benefícios?

D) Sabendo que, com a presença da vegetação arbórea, é possível diminuir em até 15°C a temperatura da superfície local e considerando se a nossa cidade fosse densamente arborizada e tomando a nossa máxima temperatura registrada no verão de 2020/2021, que foi de 44°C, calcule, em porcentagem, a amplitude térmica que o clima local sofreria.

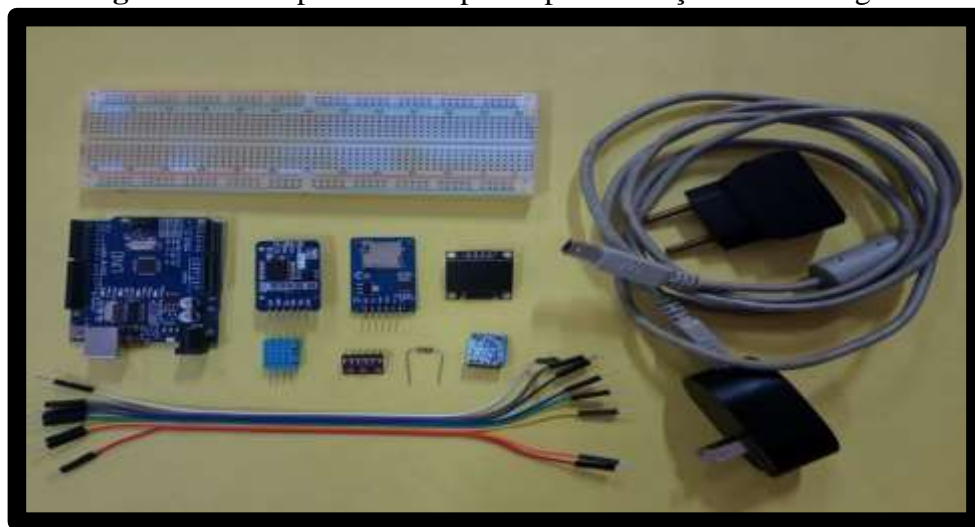
Aulas 7 e 8 – Construção de uma miniestação Meteorológica com Arduino – Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa dos conceitos estudados

Atividade 1- O que vamos precisar? Apresentação dos materiais.

- 2 unidade-Arduino Uno ou Nano com cabo USB
- 2 unidade-Protoboard 830 furos

- 80 unidades -Jumper macho x macho
- 20 unidades -Jumper macho x fêmea
- 2 unidades - Relógio RTC DS3231 1 unidade - Módulo leitor cartão SD
- 2 unidades - Display OLED 0,96” 12C
- 2 unidades - DHT22 – Temperatura e umidade
- 2 unidades - Sensor de radiação BH1750
- 2 unidades - Sensor de pressão BMP280
- 4 unidades- Resistor 220R
- 4 unidades - Resistor 10K

Figura 15: Componentes do protótipo da estação meteorológica



Fonte: autora

Atividade 2- Conhecendo o Arduino Uno.

Vídeo aula disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig [57]

Atividade 3- Carregar o programa do Arduino Uno- IDE- no computador ou celular Android.

Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software> . Acesso em abril de 2021.[58]

Atividade 4- Construção, programação e teste de sensores.

As instalações e testes dos sensores seguirão a ordem: sensor de temperatura e umidade do ar DHT22, pressão BMP280, radiação BH1750, o relógio RTCDS3231; o módulo leitor cartão SD e o display OLED 0,96” 12C, instalados ao Arduino Uno por meio de uma placa protoboard 830 furos, que por vez estará conectada ao computador, conforme instruções no Apêndice A.

Figura 16: Programação e instalação dos sensores



Fonte: autora

Figura 17: Protótipo de estação meteorológica em funcionamento



Fonte: autora

Aulas 9 e 10 – Coleta e interpretação dos dados coletados

Atividade 1- Instalando as estações em área com e sem vegetação arbórea.

Conforme já discutido, vamos considerar a atmosfera que nos circunda constituída por gases, com uma boa aproximação ela comporta-se como um gás ideal e, portanto, obedece a Lei dos Gases Ideais $PV=nRT$ e que as compressões e expansões sofridas sejam aproximadamente adiabáticas. Levaremos em conta também que a Entropia da atmosfera próxima à superfície aumenta positivamente, confirmando, assim, a Segunda Lei da Termodinâmica. Pretende-se analisar as variáveis termodinâmicas em dois ambientes: um com muita cobertura vegetal arbusto/arbóreo e outro com nenhuma cobertura vegetal do entorno da escola. Com a coleta de dados, analisaremos as possíveis variações de temperatura, pressão, umidade do ar e luminosidade, nos dois ambientes. Os protótipos de estação meteorológica foram ligados ao mesmo tempo, iniciando das 17h50min do dia 27/04/2022 até as 13h50min do dia 28/03/2022, totalizando 20h de funcionamento.

Figura 18: Instalação e coleta de dados dos protótipos de estação meteorológica



Fonte: autora

Atividade 2- Após 24h - Análise dos dados obtidos.

Aulas 11 e 12 - Análise, divulgação dos obtidos e aplicação do pós-teste. Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa.

Atividade 1- Exposição dos resultados.

Figura 19: Exposição dos resultados à comunidade escolar



Fonte: autora

Atividade 2- Aplicação do pós-teste

Escola:.....Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Componente Curricular - Física - Termodinâmica- Unidade temática: Matéria e energia.

Prof.:.....

Aluno:.....

Conforme o exposto sobre Termodinâmica, assinale a alternativa correta.

1- Cuiabá no contexto nacional.

O ano de 2020 foi marcado por vários acontecimentos, dentre eles o aumento da temperatura, estiagem de chuvas e muitas queimadas em nossa região. Cuiabá ficou nacionalmente conhecida como CUIABRASA![44]. Esse fato ocorreu porque os termômetros da cidade chegaram a marcar temperaturas de 44°C e sensação térmica de 48°C. ¹⁴

¹⁴ Disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabrasa-00543945.amp.html> . Acesso em abril de 2021[44]

Sobre o fato relatado, podemos afirmar que:

- a) A sensação térmica não está relacionada com a capacidade de detectarmos, por meio dos sentidos, o quanto ganhamos ou perdemos de calor para o meio ambiente.
- b) Os termômetros registram apenas a temperatura de corpos com maior agitação térmica.
- c) A velocidade do vento intensifica a evaporação da água presente em nossa pele, quando estamos molhados, o que provoca o aumento de sua temperatura.
- d) Para nós que vivemos em um país tropical, o conceito de **sensação térmica** pode até ser pouco importante e pouco conhecido, embora saibamos que a brisa e o vento nos refrescam. Porém, em países frios, o abaixamento de temperatura causado pelo vento pode provocar diversos problemas sérios à saúde, como exemplo, podemos citar a hipotermia.

2- Analise a gravura abaixo:



Figura 20: Calor bate recordes ¹⁵

O sol é fonte de luz e calor. Mesmo estando sob uma sombra, continuamos recebendo radiação solar de forma indireta. Com base na afirmação, assinale a alternativa correta.

- a) O sol emite alguns tipos de radiação, cada um com efeito diferente sobre a pele. A radiação visível libera radicais livres que provoca o envelhecimento da pele, o infravermelho penetra profundamente na pele, atravessa vidros, e é responsável pelo bronzeamento e pelo surgimento de manchas e rugas, além de provocar câncer de pele, já a radiação ultravioleta é responsável pela produção de calor.

- b) O surgimento de uma ilha de calor, em Cuiabá, não provoca impacto na vida das pessoas, pois, não temos desconforto térmico ao longo de todo o ano.
- c) Os efeitos danosos da luz sobre a pele humana e animais não podem ser atribuídos somente ao comprimento de onda isolado de radiação, mas, sim, da interação de diferentes radiações, ou seja, entre diferentes faixas de comprimentos de onda, como a luz visível, radiação UV e infravermelho.
- d) A falta de cobertura vegetal, nas áreas urbanas, traz benefícios como: inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores.

3- Leia e reflita sobre a tirinha abaixo:



Figura 21: O melhor de Calvin ¹⁶

Na tirinha, Calvin fica irritado com a sensação de frio ao entrar em sua casa. Por vez, o seu pai apresenta a solução do seu problema, colocando-o para fora de casa alguns minutinhos. Com isso, ao entrar novamente, ele pode sentir uma sensação agradável. Esse fato pode ser explicado pelo conceito de calor que é energia em trânsito de um corpo para o outro sempre do corpo de menor para o de maior temperatura.

- a) Do seu corpo para o ambiente
- b) Do ambiente para seu corpo
- c) Do corpo do seu pai para ele

- d) Da parte superior do seu corpo para a parte inferior.

4- A reportagem da revista Época traz a seguinte manchete:

Desmatamento pode elevar temperatura na Amazônia em 1,45°C.

“Um novo estudo de modelagem descobriu que o irrestrito desmatamento da Amazônia brasileira e do cerrado pode resultar na perda de 606.000 quilômetros quadrados de floresta até 2050, levando a aumentos nas temperaturas locais de até 1,45°C, além de aumentos globais de temperatura”.¹⁵

Conforme a notícia apresentada, podemos afirmar que:

- a) A perda de floresta tem preocupado a comunidade científica internacional, pois sabemos que as florestas, em sua fase de desenvolvimento, consomem o Oxigênio (O) e libera para o ambiente o Dióxido de carbono (CO₂).
- b) O aquecimento global está se intensificando a cada ano, devido a emissão demasiada de gases do efeito estufa, principalmente os provindos da queima de combustível fósseis.
- c) A COP-26 (Conferencie of Parts), que aconteceu em Glasgow, na Europa, no mês de novembro de 2021, estabeleceu uma meta de aumentar 1,5°C a temperatura do nosso planeta, até 2030.
- d) Sabemos que a queima de combustíveis fósseis é responsável direta pela emissão de Dióxido de carbono (CO₂), na atmosfera, tendo como consequência apenas o aumento da temperatura local.

5 - Reflita sobre a proposição abaixo:

¹⁵ Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/> . [47]



Figura 22: Pixton por diversão: Sensação térmica.¹⁶

Os termômetros são instrumentos que permitem medir o grau de agitação térmica molecular média de um dado corpo ou sistema com precisão. Se um corpo apresentar as propriedades termométricas tais como: massa, temperatura, pressão, volume, corrente elétrica, pode ser um termômetro. Nesse pensar, o gato do tio Osvaldo pode ser um termômetro, em tese, contudo:

- a) Para ter precisão, um termômetro não pode ter uma massa muito maior que a do objeto a ser aferido, pois isso alteraria a temperatura do objeto.
- b) Para aferir a temperatura de corpo ou sistema, não precisamos esperar o termômetro entrar em equilíbrio térmico
- c) Termômetros clínicos podem aferir a temperaturas de corpos ou sistemas acima de 50°C ;
- d) Os termômetros de radiação medem temperaturas entre -50°C e 3000°C e precisam manter contato com o corpo ou sistema a ser medido.

6 - Um pouco de romance.

¹⁶Disponível em; <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.html> . Acesso em abril de 2021[48].



Figura 23: Dr. Pepper: um pouco de romance ¹⁷

O fato de Edward não conseguir aquecer Bella deve-se ao fato de que ele possui sangue “frio”, enquanto Jacob tem sangue “quente” de acordo com a saga Crepúsculo. Os corpos podem ter diferentes graus de agitação molecular que lhes confere uma maior ou menor temperatura, sendo assim, Jacob leva vantagem, pois possui uma maior agitação térmica molecular que lhe confere uma maior temperatura corporal, neste pensar Jacob transfere:

- a) Mais amor a Bella, pois ele a abraça.
- b) Mais temperatura que é energia em trânsito de um corpo para outro.
- c) Mais calor e, conseqüentemente, sua temperatura aumenta no sentido do corpo de maior para menor até entrarem em equilíbrio térmico.
- d) Menos calor porque neste caso o que importa é elevar a temperatura de Bella.

7- Analise a situação de Calvin.

¹⁷ Disponível em: <https://meninasvampiras.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/> . Acesso em abril de 2021[49].

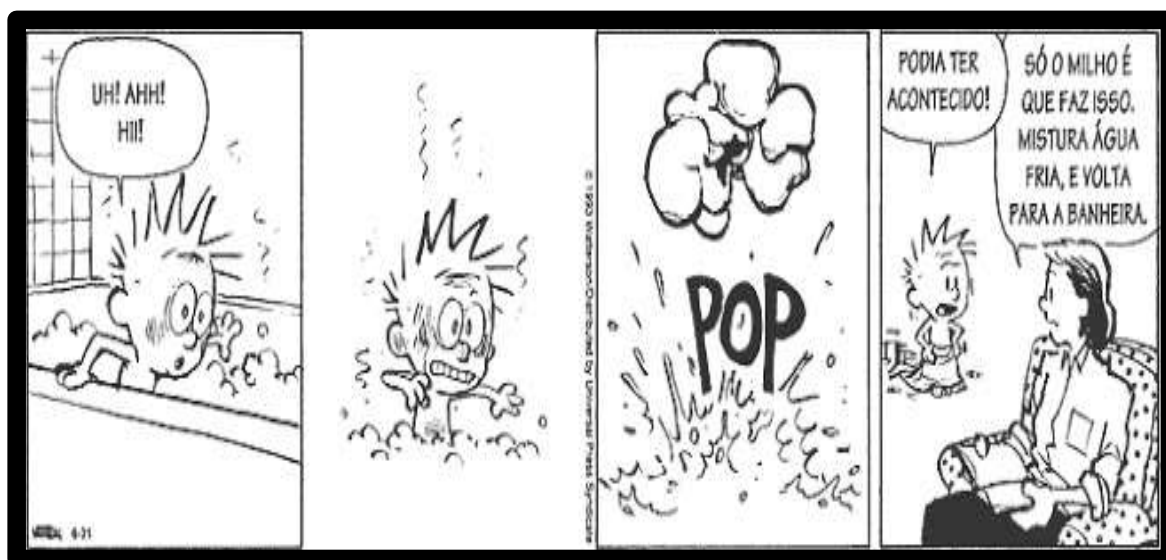


Figura 24: O melhor de Calvin ¹⁸

A Lei zero da termodinâmica anuncia que se o corpo A está em equilíbrio com o corpo B e, se este estiver em equilíbrio com o corpo C, então C estará em equilíbrio com A. Supondo ser A água quente, B a água fria e C o Calvin, o fato de misturar água fria com a água quente da banheira resultará no equilíbrio térmico entre A e B e, ao retornar a banheira, Calvin, o corpo C, também entrará em equilíbrio térmico, sendo assim possível o banho.

De acordo com a situação exposta podemos concluir que:

- a) O equilíbrio térmico se caracteriza por ser um fenômeno elétrico
- b) Corpos diferentes não entram em equilíbrio térmico, pois são constituídos de matéria diferente.
- c) O equilíbrio térmico se caracteriza quando corpos ou sistemas se encontram na mesma temperatura.
- d) Sistemas e corpos que estejam com a mesma temperatura, não necessariamente estarão em equilíbrio térmico, por conta da sensação térmica.

¹⁸ Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html>.

Acesso em maio de 2021[50]

Capítulo 4

Resultados e Discussão

4.1 Resultado e discussão sobre o Pré-Teste

O Pré-teste foi aplicado no início do desenvolvimento da Sequência Didática, com o intuito de averiguar as habilidades prévias, o que Ausubel chama de subsunções.

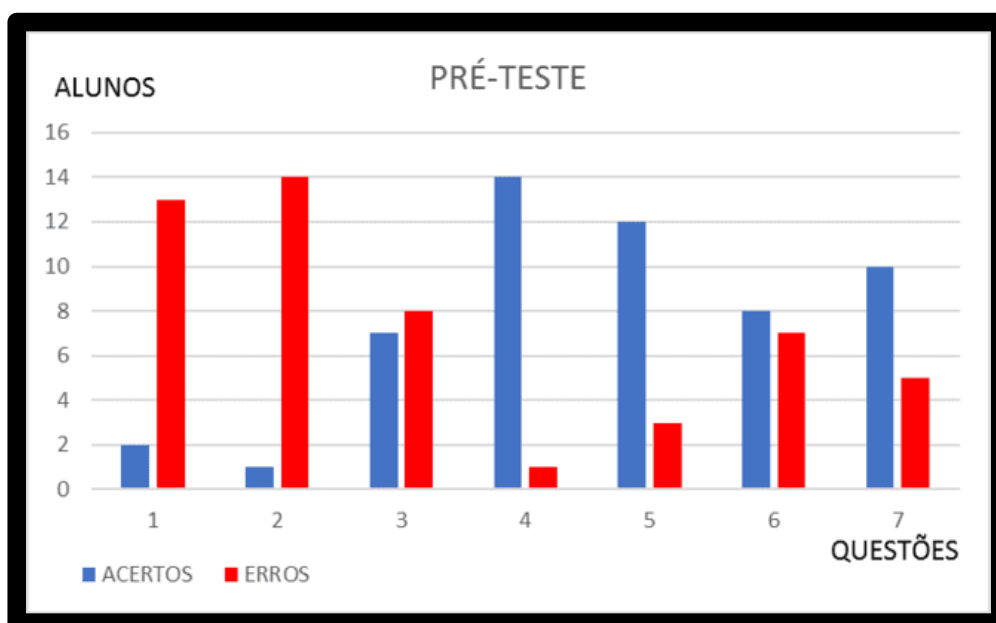


Gráfico 1: Resultado do Pré-Teste

Questão 01: Nesta questão houve 13,66% acertos e 86,66 erros, demonstrando que a habilidade EF07CI02 (Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas) não está consolidada.

Questão 02: Obtemos 6,66% de acertos e 93,33% de erros, evidenciando que a habilidade EF09CI06 (classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.), não está consolidada.

Questão 03: Esta questão teve 46,66% de acertos e 53,33% de erros. Isso mostra que a habilidade EF07CI03 (utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar, etc) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento) ainda está em consolidação.

Questão 04: Esta questão obteve 93,33% de acertos e 6,66% de erros. Demonstrando que as habilidades: EF07CI04.1MT (Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas, desmatamento, corte raso e em outras situações cotidianas, EF07CI04.1MT - Estabelecer comparações entre o equilíbrio termodinâmico em Mato Grosso, ao longo dos anos, relacionando-o ao desmatamento, corte raso e outro) estão consolidadas.

Questão 05: Houve 80,00% de acertos e 20,00% de erros, indicando que a habilidade EF09CI01 (Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica) está em consolidação. Apesar de 80% ter acertado a questão, a interpretação que fizeram foi achar impossível um gato ser um termômetro do que entender as propriedades termométricas dos materiais.

Questão 06: Apresentou 53,33% de acertos e 46,66% de erros, evidenciando que a habilidade EF07CI02 (Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas) está em consolidação.

Questão 07: houve 66,66% de acertos e 33,33% de erros, levando a compreensão de que a habilidade EF07CI04 (avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas) está sendo consolidada.

4.2 Resultado e Análise dos dados coletados nas estações meteorológicas

Transcorrido o período de aproximadamente 20 horas de funcionamento, coletamos os dados armazenados nas estações colocadas em uma área com e outra sem cobertura vegetal, os quais geraram os seguintes resultados, por variável climática, que são expostos nos gráficos 2,3, 4, 5, 6, 7, 8.

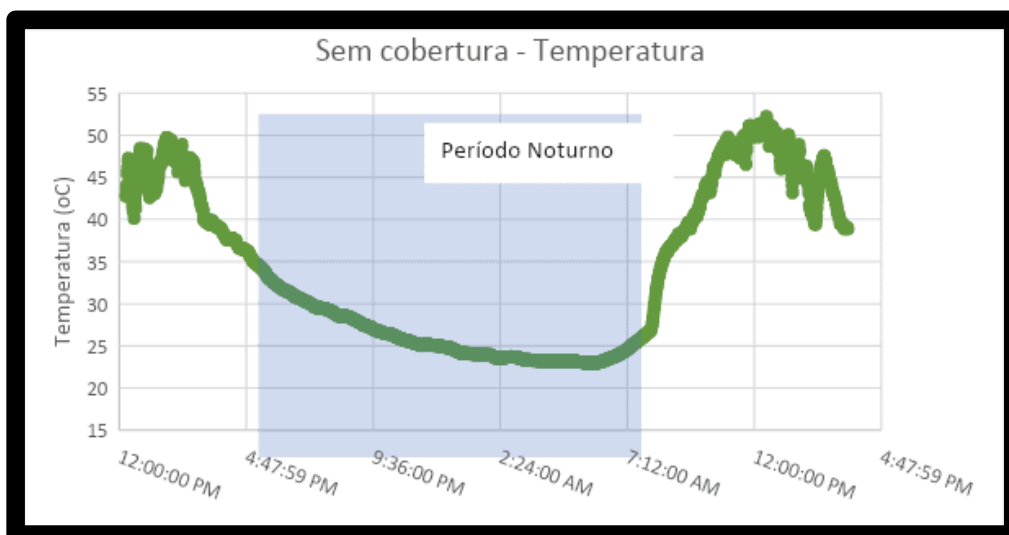


Gráfico 2: Temperatura na área sem cobertura vegetal

No gráfico da temperatura em função do tempo, em uma área sem cobertura vegetal, percebemos que a mesma decresce no período da noite e aumenta no período diurno, com picos de elevação acima de 50°C entre as 11h e 12h. Aqui mostra que esse comportamento é periódico, isto é, as temperaturas se repetem nos mesmos horários de dias diferentes. A localização da miniestação está próxima à cobertura de metal da quadra esportiva da escola contribuiu para os picos de elevação de temperatura.

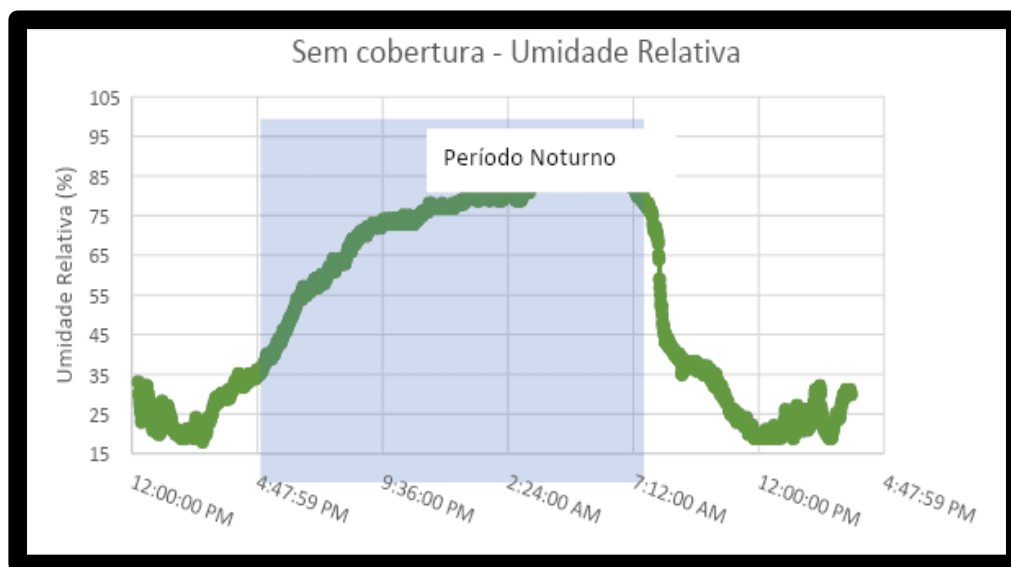


Gráfico 3: Umidade Relativa na área sem cobertura vegetal

A umidade relativa mostra-se maior no período noturno em relação ao diurno, quando as temperaturas estão mais elevadas, o que torna o ar mais seco. Também revela um comportamento periódico.

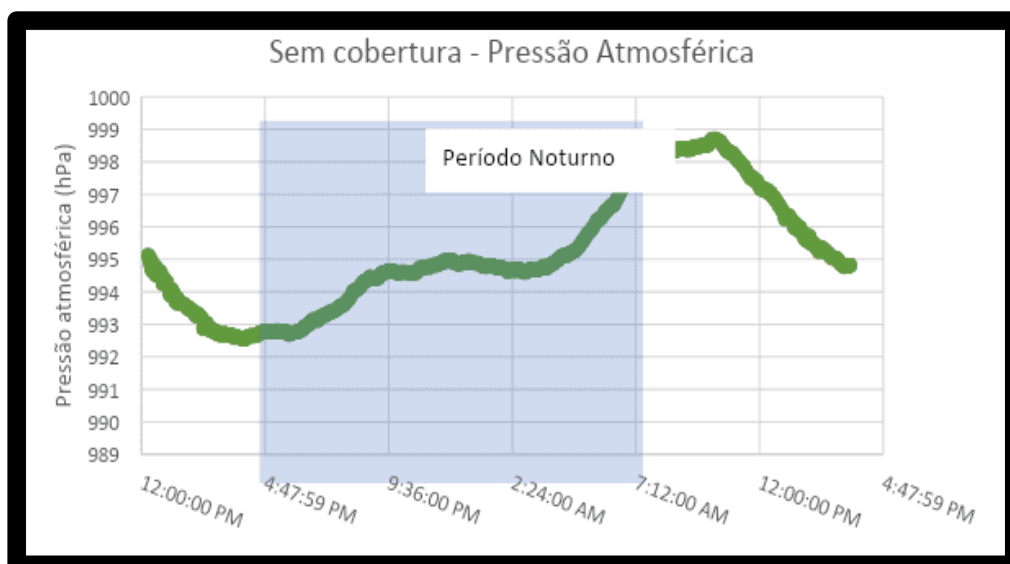


Gráfico 4: Pressão Atmosférica na área sem cobertura vegetal

A pressão atmosférica é diretamente proporcional à temperatura. Menor no período noturno e maior por volta do meio-dia. Aqui o comportamento é quase periódico, pois apresenta quase os mesmos valores da pressão a cada doze horas. Este comportamento pode ser devido a alguma leve alteração das condições de temperatura e deslocamento de ar.

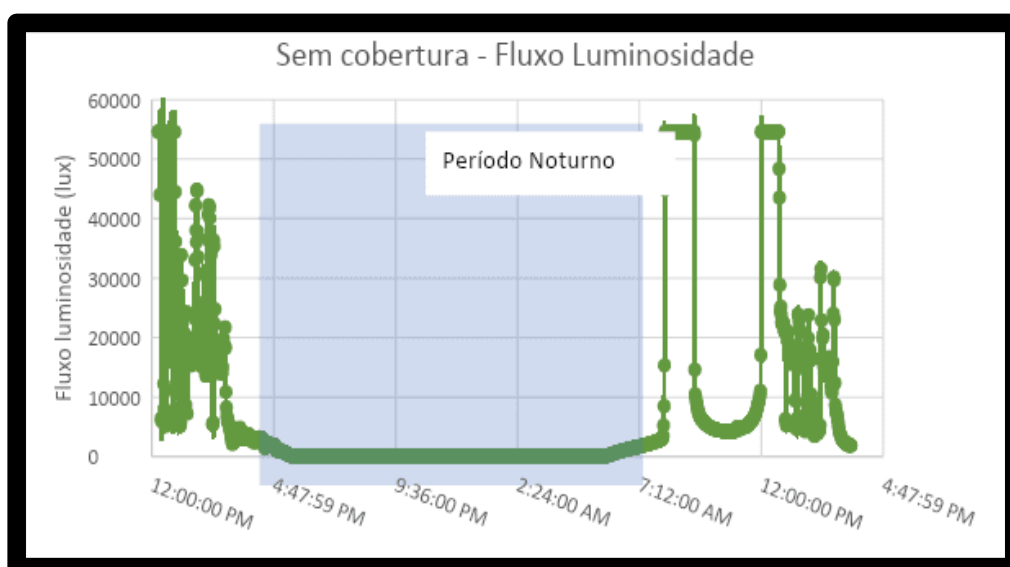


Gráfico 5: Fluxo de luminosidade na área sem cobertura vegetal

O fluxo de luminosidade depende do quanto de luminosidade que está chegando até o sensor. As diferentes variações são devido à presença ou não de nuvens sobre a área onde se localiza a estação. O sensor de luminosidade foi muito inadequado para essa estação que ficou totalmente exposta à radiação do dia, pois satura em aproximadamente 550000 lux (intensidade luminosa por unidade de área em m^2), fato que impediu a medida real da luminosidade. Devido a tal fato, a curva fluxo de luminosidade X tempo apresenta dois picos de saturação, no intervalo das 12h às 15horas.

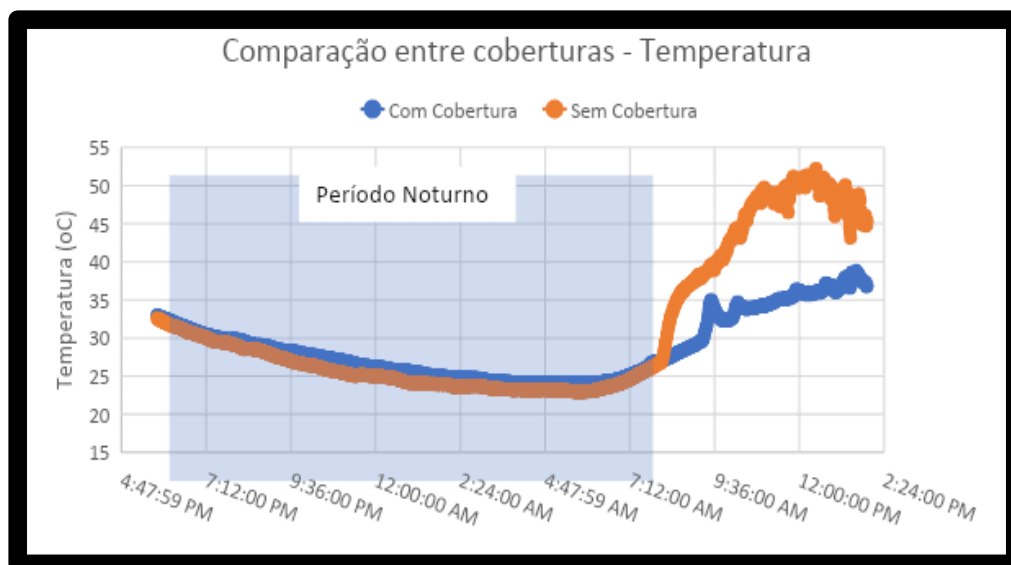


Gráfico 6: Comparação de temperatura entre as áreas com e sem cobertura vegetal

As medidas da temperatura revelam que no período noturno é indiferente ter cobertura ou não. Entretanto, é notória a diferença na amplitude térmica registrada entre a área sem cobertura vegetal e a com cobertura vegetal, chegando a aproximadamente 13°C.

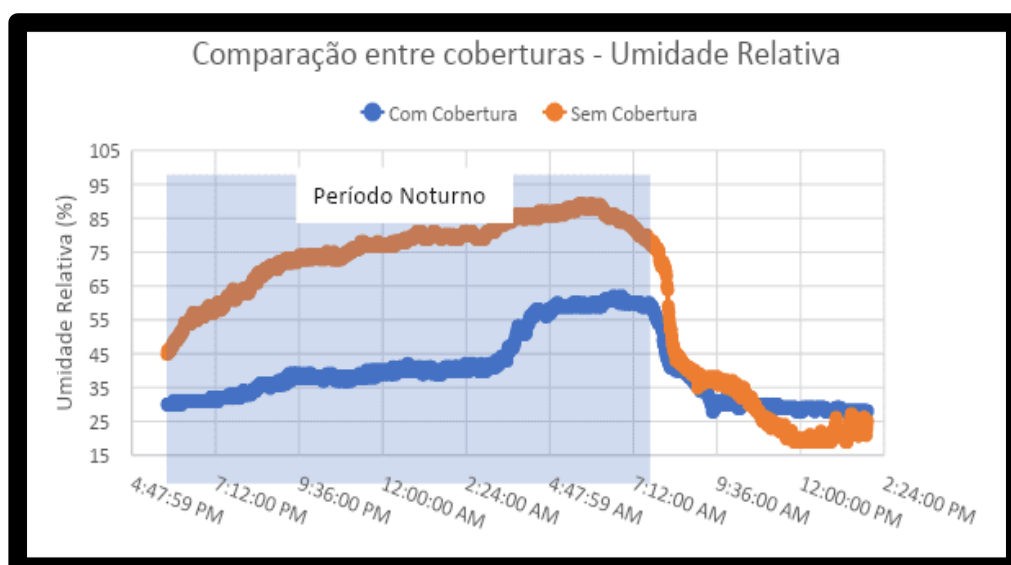


Gráfico 7: Comparação de Umidade Relativa do Ar, entre as áreas com e sem cobertura vegetal

Essas medidas são interessantes por revelarem que a cobertura influencia na umidade relativa do ar, pois, no período noturno, a umidade é menor no ambiente com cobertura vegetal do que no ambiente a céu aberto. Tal fato mostra que a cobertura vegetal deve absorver a umidade do ar. Por outro lado, quando exposto ao sol, a umidade é menor no ambiente a céu aberto do que no ambiente com cobertura vegetal.

Ao fazer essas análises dos dados coletados e, posteriormente, exibi-los em gráficos, primordialmente buscamos comparar, ainda em tempo real, os dados de temperatura, pressão, umidade e luminosidade com os dados informados pelas estações padronizadas, disponibilizadas nos celulares dos alunos. Encontramos discordância com a luminosidade, uma vez que ela depende da qualidade do sensor de luminosidade utilizado, o qual, neste caso, saturava em 550000 lux de luz incidente sobre a superfície no momento da captura. Logo, essas estações se mostraram muito eficientes, apresentando apenas pequenos desvios devido as suas condições de medida, ou seja, sem abrigo meteorológico padronizado na coleta das variáveis.

Fazendo uso da análise das informações meteorológicas coletadas, professores e alunos chegaram à conclusão de que os processos termodinâmicos das variáveis climáticas estão associados entre si dentro dos mecanismos de troca de calor do meio ambiente. Foi possível perceber que ao aumentar a temperatura do ar, consequentemente, há a queda acentuada da umidade relativa do ar e da pressão atmosférica. Portanto, quando há declínio da temperatura, também ocorre o aumento das variáveis citadas. Também se chegou à conclusão de que a radiação solar está diretamente ligada à proporcionalidade da incidência da luminosa (luminância), e que os horários mais danosos à saúde humana e ao risco de incêndios naturais na vegetação seca são aqueles próximos das 12 horas. No nosso estudo, constatamos que o sensor utilizado não foi o mais adequado, pois satura próximo a esse horário e não registrou a real luminosidade para esse período.

Quanto às análises dos gráficos de comparação entre as coberturas com e sem vegetação, foi possível compreender que a elevação térmica é muito significativa, superando os 10°C mencionado no texto: **“Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes”**, trabalhado nas aulas 3 e 4.

Fazendo uso destas e outras informações, a Sequência Didática teve sua culminância com a exposição dos resultados obtidos a sugestão de conservar as áreas verdes existentes no entorno da escola e incentivar a arborização em nossa capital, por meio do projeto VERDE NOVO. Projeto, este, de atuação socioambiental do Poder Judiciário de Mato Grosso, que desenvolve o projeto Verde Novo desde 2017, com o intuito de rearborizar a cidade de Cuiabá e devolver a ela o título de Cidade Verde, perdido ao longo dos anos.

4.3 Resultado e discussão sobre o Pós-Teste

O Pós-teste foi aplicado no final das atividades da Sequência Didática e teve como objetivo avaliar as habilidades para as competências 1 e 3, preconizadas na BNCC/DCR-MT, para a área

de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no componente curricular de Física e unidade temática Matéria e Energia.

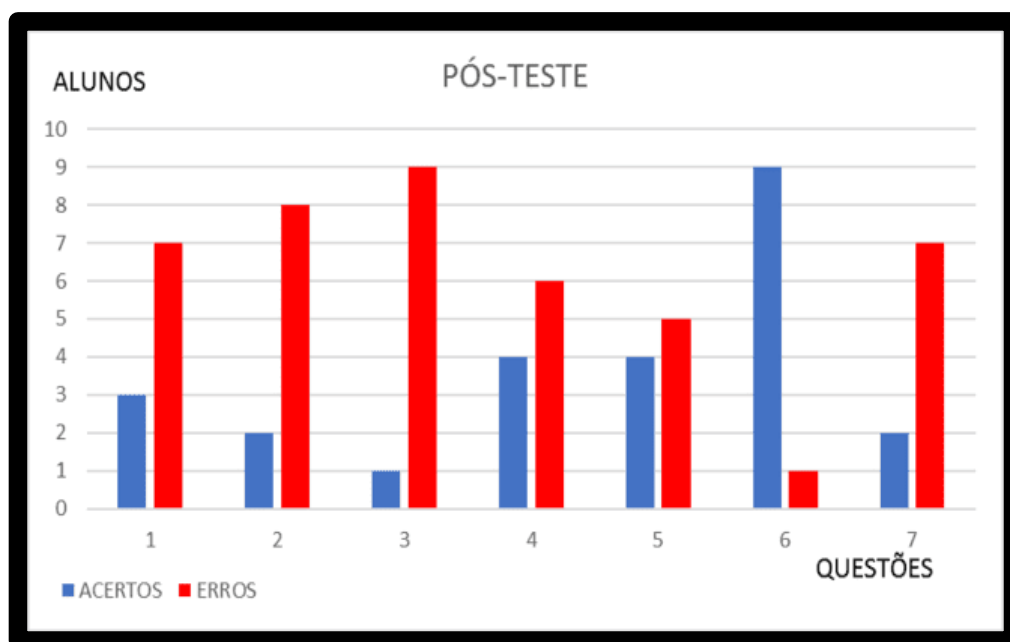


Gráfico 8: Resultado do Pós-Teste

Conforme análise do gráfico temos que:

A **questão 1** teve 30% de acerto e 70% de erro, evidenciando que a habilidade EM13CNT102 (Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos) ainda não se consolidou para essa situação.

Questão 2 – Obteve 20% de acerto e 80% de erro demonstrando que a habilidade de utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica e a habilidade EM13CNT103.1MT (Relacionar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, no meio ambiente, na saúde, inclusive no mundo do trabalho (geração de energia, considerando implicações éticas, socioambientais e econômicas) não estão consolidadas para essa situação.

Questão 3 – Obteve 10% de acerto e 90% de erro, indicando que a habilidade EM13CNT101 (Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de

matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas) não se consolidou. Para essa situação, o aluno percebe que o calor transita de um corpo ou sistema para o outro, mas tem dificuldade de se perceber como parte do sistema.

Questão 4 – 40% de acerto e 60% de erro, demonstrando que a habilidade (EM13CNT101.1MT - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações químicas, físicas e biológicas e conservação em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento, inclusive no contexto do metabolismo animal e vegetal) está se consolidando.

Questão 5 – 40% de acerto e 60% de erro, evidenciando que a habilidade (EM13CNT102 - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos) vem se consolidando.

Questão 6 – 90% de acerto e 10% de erro, indicando que a habilidade (EM13CNT101.1MT- Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações químicas, físicas e biológicas e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento, inclusive no contexto do metabolismo animal e vegetal, principalmente em relação de transferência de calor entre corpos com diferentes temperaturas) se consolidou

Questão 7 – 20% de acerto e 80% de erro, evidencia que a habilidade EM13CNT301 (Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica) ainda não estão consolidadas.

Com os resultados obtidos percebemos que os conhecimentos prévios para atender a temática abordada ainda não foram consolidados ou estão em fase de consolidação, demonstrando uma perda significativa de aprendizado dessa turma, que chega em 2022, no segundo ano do Ensino Médio, com o que aprendeu no oitavo ano do ensino fundamental. Uma força tarefa se faz necessária para resgatar os conceitos esquecidos e ignorados desde o Ensino

Fundamental até o Ensino Médio, no que diz respeito à temática Matéria e Energia, preconizada na BNCC/DRC-MT.

4.4 Resultado e discussão sobre a avaliação da Sequência Didática

Para avaliar a aplicação da SD Clima quente, aplicou-se o seguinte questionário

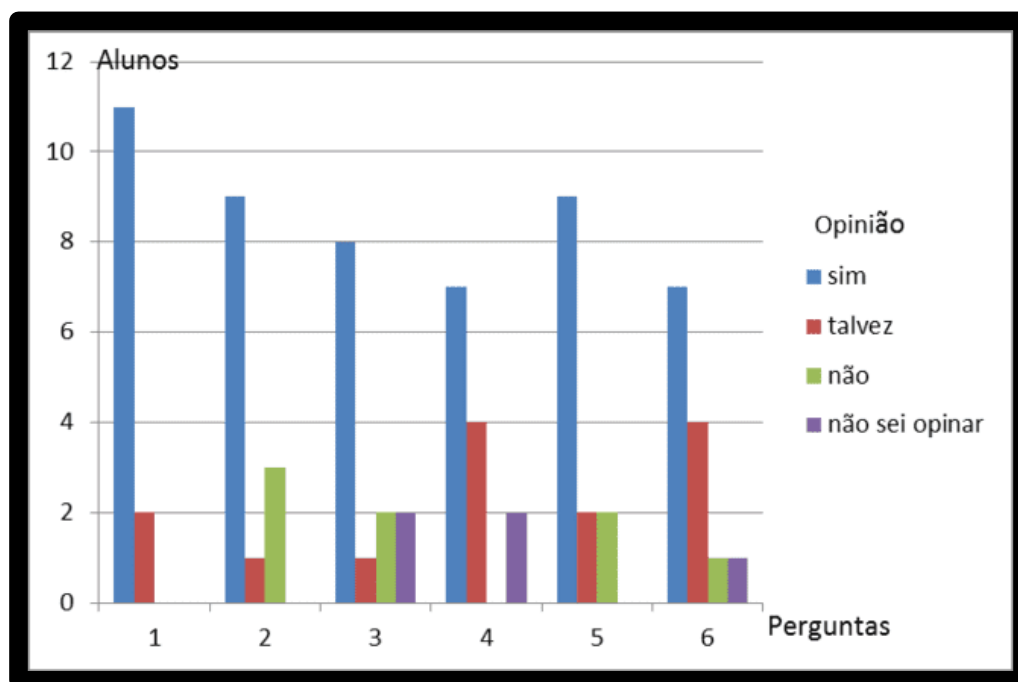


Gráfico 9: Resultado da avaliação da Sequência Didática

Na avaliação da SD, é notório que todos os participantes reconhecem a importância desse tipo de abordagem metodológica para o ensino de Física.

Capítulo 5

Considerações Finais

A proposta aqui apresentada consistiu-se no desenvolvimento de uma SD (Sequência Didática), para o ensino de Termodinâmica em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [1], e com o Documento de Referência Curricular de Mato Grosso (DRC-MT) [27], voltada para o Ensino Médio, com aplicação no segundo ano do período noturno.

Para tal, desenvolvemos a SD em doze aulas, com a utilização de dois protótipos de estação meteorológica de baixo custo, composta de uma plataforma de prototipagem Arduino, com intuito de obter, monitorar e analisar algumas variáveis termodinâmicas presentes nos fenômenos meteorológicos naturais que nos cercam.

Inicialmente, buscamos motivar os alunos com assuntos da atualidade sobre as variáveis Termodinâmicas que envolvem as mudanças climáticas local, regional e global. Em particular os conceitos de calor, temperatura, sensação térmica, equilíbrio térmico e energia interna. Utilizamos questões contextualizadas com tirinhas e reportagens.

A aplicação do Pré-Teste permitiu averiguar o quanto os conceitos abordados estão ou não consolidados, bem como alinhá-los de forma a contribuir para consolidar as competências e habilidades previstas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no componente curricular de Física, na unidade temática matéria e energia para o segundo ano do Ensino Médio.

Na unidade temática Matéria e Energia para o segundo ano do Ensino Médio, desenvolvemos a SD em doze aulas com 45 minutos cada, no período noturno. A montagem, instalação, monitoramento, coleta e análise dos dados foram os pontos centrais dessa proposta.

Nas cinco primeiras aulas, dedicamos a busca de subsunçores, com aplicação do Pré-teste e Mapa Mental, organizadores avançados ao analisar um Mapa Conceitual e ao estudo conceitual de calor, temperatura, sensação térmica, a primeira Lei e a Leis Zero da Termodinâmica; assimilação; reconciliação e diferenciação dos conceitos abordados.

A construção de dois protótipos de estação meteorológica, sua instalação em áreas com e sem cobertura vegetal, ganhou dimensão prática instrumental, em que a análise dos dados obtidos possibilitou averiguar que, sutilmente, os alunos conseguiram fazer a diferenciação integrativa e a reconciliação progressiva dos conceitos abordados. Por fim, apresentamos como resultado um produto educacional em forma de SD contextualizada e flexível. Em consonância com a BNCC e DRC-MT a Sequência Didática (SD) permite o protagonismo do aluno ao analisar e interpretar fenômenos naturais que envolvem variáveis termodinâmicas em sua vivência.

Neste produto, o professor pode colocar adequações e suas especificidades locais alterando ou inserindo elementos que julguem necessário.

Referências

- [1] BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio.** Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf. Acesso em: novembro de 2020.
- DRC-MT. **Documento de Referência Curricular para Mato Grosso. Ensino Médio.** SEDUC/MT, 2020.
- [2]- CENNE, A. H. H.; **RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M.**. Relato de uma experiência didática envolvendo tecnologias computacionais no ensino de Física Térmica. In: II Encontro Estadual de Ensino de Física - RS, 2007, Porto Alegre. Atas do II Encontro Estadual de Ensino de Física - RS. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 2007. p. 75-84.
- [3] - AUSUBEL, D.P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge (2000).
- [4]- AUSUBEL, D.P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune & Stratton.
- [5]- MOREIRA, M. A.- “ **O que é realmente aprendizagem significativa?**” Disponível em: Microsoft Word - O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.doc (ufrgs.br), acesso em 01/08/2021.
- [6]- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S.; **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.
- [7] - MOREIRA, M.A. & MANSINI, E. F. S, **Aprendizagem significativa - a teoria de Davis Ausubel,** São Paulo, Moraes, 1982
- [8] CALLEN, HERBERT B. (1985). **Thermodynamics and an Introduction to Themostatistics.** 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-86256-
- [9]- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [10]-COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicológica da educação escolar.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- [11]- POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem.** 3ª ed. São Pailo: Artes Médicas 1998.
- [12] VERGNAUD, G. (1990). **La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques,**
- [13] GOWIN, D.B. (1981). **Educating.** Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- [14]- POSTMAN, N. AND WEINGARTNER, C. (1969). Teaching as a subversive activity. New York: Dell Publishing Co.
- [15]- ZANONI T. S. dos Santos, **Ensino de Entropia: um enfoque histórico e epistemológico,** Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.
- [16]- HOBSBAWM, Eric J. **A era das revoluções: 1789-1848.** 22a Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007a.

- [17]- EXAME: **O Reino Unido chega a uma marca histórica**. Disponível em <https://exame.com/mundo/reino-unido-atinge-marca-historica-e-fica-meses-sem-usar-carvao-mineral/>
- [18]- HOBBSAWM, ERIC J. **A Era do Capital: 1848 ? 1875**. São Paulo: Paz e Terra, 2007b.
- [19]- SAVERY, THOMAS, **The Miner's Friend; or, An Engine to Raise Water by Fire: S. Crouch (1827)**.
- [20] DICKINSON, HENRY WINRAM. & QUOT;NEWCOMEN e seu motor a vácuo."Uma breve história do motor a vapor. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 29?53.
- [21] MERRIAM WEBSTER, **Dicionário**. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/didactic>. Acesso janeiro de 2021.
- [22] DOCPLAYER., Datas e personagens na História da Termodinâmica, Prof. Dr. José Pedro Donoso. Universidade de São Paulo Instituto de Física de São Carlos - IFSC - Disponível em: <https://docplayer.com.br/10249021-Datas-e-personagens-na-historia-da-termodinamica-prof-dr-jose-pedro-donos.html>.
- [23] SADI CARNOT, “Reflexions sur la Puissance Motrice du Feu et les MACHINES propes à Developper cette Puissance, Bachelier, Paris, 1824.
- [24] Enciclopédia Mirador Internacional , volume 6 p'g. 2533, 4a. edição.
- [25] American Council of Learned Societies - Dictionary of Scientific Biography.
- [26] JULIUS ROBERT MAYER, “**Bemerkungem uber die Krafte der unbelenten Natur**”, **Annalen der Chemie und Pharmacie** 14, 233 (1842).
- [27] JAMES PRESCOTT JOULE and the **Concept of Energy** (em inglês). [S.l.]: Watson. 1979. ISBN 0-88202-170-2
- [28] UM TRIBUTO A WILLIAN THOMSON NO CENTENÁRIO DE SUA MORTE. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 485-486, (2007).
- [29] Gay-Lussac, Joseph Louis (1778-1850). Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/g-lussac.htm> . Acesso em julho de 2022.
- [30] NUSSENZVEIG, H. (2002), **Curso de Física Básica** Vol. 2, ISBN 85-212-0299-7, Edgard Blücher.
- [31] ATKINS, P. W. **Físico-Química**. v. 1, 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- [32] RUDOLF CLAUSIUS, **Über diebewegendeKraft der Warme und die Gesetze welches ich daram fur die Warmelehre selbst ableiten lassen**”, **Annalen der Physik und Chemie** 79, 368, 500 (1850).
- [33] JAMES CLERK MAXWELL, **Theory of Heat**, Longmans, Londom, 1871; 9th edition, 1888.
- [34] GIBBS, J. WILLARD (October 1875 – May 1876). "**On the Equilibrium of Heterogeneous Substances**" – **Transactions of the Connecticut Academy** 3, 108 (1876); 3, 343 (1878).
- [35] MAX PLANCK - Treatise on Thermodynamics – Editora Dover, 1945. Ou **Maxwell, J.C. On the dynamical theory of gases. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. A 1866, 157, 49–88.**
- [36] GIBBS, J. WILLARD, “**Elementary Principles in Statistical Mechanics**”. Yale University Press, 1902.

- [37] SILVIO R. A. Salinas (1997). **Introdução à Física Estatística** 1ª edição São Paulo:
- [38] ACHIAM, M (2014): **Didactic transposition: From theoretical notion to research programme**. Paper presented at the biannual ESERA (European Science Education Research Association) doctoral summer school August 25-29 in Kappadokya, Turkey.
- [39] CLÉMENT, P. (2000). **La recherche en didactique de la biologie** [Research in the didactics of biology]. In P. Clément, H.-R. Dahmani & F. Khammar (Eds.), *Didactique de la biologie. Recherches, innovations, formations* (pp. 11-28). Blida, Algérie: Ecole Nationale Supérieure de Hydraulique. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/227388/mod_folder/content/0/Aula%201.pdf?forcedownload=1. Acesso em fevereiro de 2021.
- [40] MATO GROSSO – **Documento de Referência Curricular para Mato Grosso**. Seduc/MT
- [41] MODERNA PNLD – **O que compõe a BNCC**. Disponível em: <https://pnld.moderna.com.br/modernaexplica-em/o-que-compoe-a-bncc-para-o-ensino-medio/> . Acesso em nov. de 2021.
- [42] MAMUTE ELETRÔNICA. Disponível em: <https://www.mamuteeletronica.com.br/> . Acesso em julho de 2022
- [43] G1 GLOBO – **COP-26: Por que 1,5 é o número mais importante da cúpula das mudanças climáticas?** <https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/02/cop26-por-que-15-e-o-numero-mais-importante-da-cupula-das-mudancas-climaticas.ghtml>. Acesso em dezembro de 2021
- [44] ROSSEL, **Maju pode ser suspensa do Jornal Nacional pela brincadeira de Cuiabasa**. *Blasting News Brasil*, set. 2015. Disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabasa-00543945.amp.html> . Acesso em abril de 2021
- [45] CALOR BATE RECORDES. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/95349717097624687/> . Acesso em abril de 2021.
- [46] BILL WATTERSON. **O melhor de Calvin**. Disponível em <https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes/24e9cb6b-e9>. Acesso em abril de 2021.
- [47] FAIRE. James **O calor chegou: a perda de árvores amazônicas pode aumentar a temperatura local em 1,45°C**. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/> . Acesso em maio de 2021.
- [48] A ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.html> . Acesso em maio de 2021.
- [49]- HORA DE RIR: DR. PEPPER. Disponível em: <https://meninasvampiras.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/> . Acesso em abril de 2021.
- [50] A ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. **Tirinhas para ensino de física: Termometria**. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html>. <https://drive.google.com/drive/folders/15zou4kHhlu2dRxwkI13WWB6tIIQRVhzA>. Acesso em maio de 2021.

- [51] MAPA CONCEITUAL. Disponível em:
<https://drive.google.com/drive/folders/15zou4kHhlu2dRxwkI13WWB6tIIQRVhzA>.
- [52] APRENDIZAGEM CONECTADA - ATIVIDADES ESCOLARES - **2º ano do Ensino Médio**. Disponível em <http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/ens-med-reg-outubro> . Acesso em março de 2021.
- [53] MESALVA – **Lei zero e primeira Lei da Termodinâmica**. Disponível em:<https://resumos.mesalva.com/lei-zero-termodinamica-primeira-lei-termodinamica/>, Acesso em março de 2021.
- [54] APRENDIZAGEM CONECTADA - ATIVIDADES ESCOLARES - **2º ano do Ensino Médio**. Disponível em:
http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15768458/CADERNOS+DE+ATIVIDADES_CNT_2ano_EM_NOVEMBRO.pdf/d38384d4-0e44117d-0ca3-08e3485af5ab . Acesso em março de 2021.
- [55] HALLIDAY, D., RESNICK, R., & WALKER, J. (1996). **Fundamentos de Física** (4ª ed., Vol. 2). Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1996.
- [56] SÓNOTÍCIAS - **Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes**. Disponível em: <https://www.sonoticias.com.br/geral/cuiaba-possui-ilhas-de-calor-com-temperaturas-ate-10o-c-mais-quentes/> . Acesso em maio de 2021.
- [57] CURSO DE ARDUINO PARA INICIANTES – AULA 01 – **Primeiros Passos**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig . Acesso em nov. de 2021.
- [58] PROGRAMA ARDUINO IDE, disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em novembro de 2021.

APÊNDICES

Apêndice A – Quadro estrutural para a SD: “Clima quente”

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “Clima quente”!		
Escola:		
Docente:	Turma: 2º ano.....	Data...../...../...../ Duração: 12 aulas
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Componente curricular: Física – Termodinâmica.	
Unidade temática: Energia e meio ambiente	Objeto de conhecimento: Calor/Energia, temperatura, primeira Lei e a Lei zero da Termodinâmica.	
Competência: 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizar impactos socioambientais e melhorar as condições de vida em âmbito local, regional e/ou local. 3 Analisar situações - problemas e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios da Ciência da Natureza para propor soluções que considera demanda locais, regionais e/ou global, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados em diversos contextos e por meios de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).		Habilidades: EM13CNT101 EM13CNT10.1MT EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT103.1MT

Apêndice B – Sugestões de resposta para o pré-teste

- 1 – Falso (Espera-se que o aluno tenha internalizado o conceito de sensação térmica e sua relação direta com a umidade relativa do ar e velocidade dos ventos)
- 2 – Falso (Nesta questão anseia que o aluno compreenda que a condução de calor por radiação inclui a radiação visível e a ultravioleta).
- 3 – Falso (A proposição requer que o aluno perceba que o calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura e não o contrário).
- 4 – Falso (Ao interpretar a questão espera-se que o estudante compreenda que interferência antrópica locais geram consequências globais, direta ou indiretamente)
- 5 – Falso (A questão requer conhecimento para além das propriedades termométricas, tal como a dimensão da massa do termômetro, é sabido que se a massa de um termômetro é muito grande ele interferirá na temperatura do corpo a ser aferido, e para o material ser usado como termômetro é necessário que o seu volume sofra grande variação com a mudança de temperatura.
- 6– Verdadeira (A situação proposta requer do aluno o entendimento de que corpos com maior agitação molecular tem consequentemente maior temperatura)
- 7 – Verdadeira (Na proposição espera que o aluno tenha conhecimento de equilíbrio térmico e intuitivamente perceba a Lei Zero da Termodinâmica).

Apêndice C – Sugestões de resposta ao questionário do texto: Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes.

A) De acordo com o texto apresentado defina “Ilha de calor”.

São espaços dentro da cidade com temperaturas ainda mais elevadas do que o entorno.

B) Por que uma “Ilha de calor”, em Cuiabá, provoca mais impactos negativos, na vida das pessoas do que em uma região urbana de clima temperado?

Porque em Cuiabá, temos desconforto térmico ao longo de todo o ano pelas próprias características naturais do nosso ambiente, então quando surge uma ilha de calor e provoca o aumento de temperatura, isso faz com que esse desconforto seja inclusive perigoso para as pessoas, com agressão fisiológica”, explica o professor e coordenador do programa, José Carlos Ugeda Júnior.

- C) O texto aponta a arborização como a principal ação para amenizar os efeitos causados pelas “Ilhas de calor”. Quais seriam esses benefícios?

Os principais benefícios são inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores.

- D) Sabendo que com a presença da vegetação arbórea é possível diminuir em até 15°C a temperatura da superfície local. Considerando que a nossa cidade fosse densamente arborizada e tomando a nossa máxima temperatura registrada no verão de 2020/2021 que foi de 44°C, calcule, em porcentagem, a amplitude térmica que o clima local sofreria.

$$\begin{array}{l} 44 - 15 = 29^{\circ}\text{C} \\ 44^{\circ}\text{C} \text{-----} 100\% \\ \quad 29^{\circ}\text{C} \text{-----} X \\ X = 65,9\% \end{array}$$

Ou seja, o clima local teria uma diminuição de aproximadamente 66% em sua temperatura.

Apêndice D – Resposta a questão do ENEM e ao desafio proposto sobre o texto; “qual a diferença entre calor e temperatura? Da apostila da Escolas conectadas- Atividades escolares do 2º ano do Ensino Médio-Seduc-MT.

- (ENEM – 2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma

diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é

identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um Corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

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

- (a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- (b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- (c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela
- (d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- (e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/calor-temperatura.htm>. Acesso 16 ago. 2021.

- Se ligássemos todos os aparelhos de ar-condicionado do mundo, a Terra esfriaria?

Pelo contrário: esquentaria. Energia é algo que não se cria nem se destrói. É possível apenas transformá-la. Eis a Primeira Lei da Termodinâmica. O ar-condicionado não some com a energia térmica que está presa em um cômodo. O que ele pode fazer é bombeá-la para o lado de fora da casa ou escritório. Assim, toda a energia que estava te esquentando agora está esquentando o resto do mundo. Além disso, nenhuma máquina é 100% eficaz, de maneira que parte da energia elétrica que é utilizada para acionar o ar-condicionado será perdida para o lado de fora na forma de (isso mesmo) mais energia...

Leia mais em: <https://super.abril.com.br/coluna/oraculo/se-ligassemos-todos-os-aparelhos-de-ar-condicionado-do-mundo-a-terra-esfriaria/>

Apêndice E- Respostas as questões e desafio referentes ao texto: ‘É como não sentir calor em Cuiabá’? - Apostila- Aprendizagens Conectadas- atividades Escolares – Ensino Médio. Física - DESAFIOS

1. (ENEM-MEC) O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve:

- a) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.**
- c) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns

2. (UFAM-AM) Analise as seguintes afirmativas a respeito dos tipos de transformações ou mudanças de estado de um gás.

- I – Em uma transformação isocórica o volume do gás permanece constante.
- II – Em uma transformação isobárica a pressão do gás permanece constante.
- III – Em uma transformação isotérmica a temperatura do gás permanece constante.
- IV – Em uma transformação adiabática variam o volume, a pressão e a temperatura.

Com a relação as quatro afirmativas acima, podemos dizer que:

- a) só I e III são verdadeiras.
- b) só II e III são verdadeiras.

c) I, II, III e IV são verdadeiras. (O fato de a transformação ser adiabática quer dizer que a quantidade de calor é zero, não á trocas de calor, porém podem ocorrer variação de volume, temperatura e pressão)

d) só I é verdadeira.

e) todas são falsas.

3. (ENEM-MEC) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece:



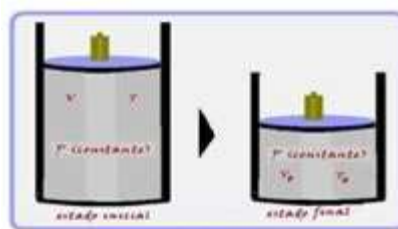
a) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.

b) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.

c) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.

d) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.

e) na carburação, com a difusão do combustível no ar.



4. (EsPCEEx-012) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ e o seu volume diminui $0,2 \text{ m}^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

a) $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

b) $1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

c) $-8,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

d) $-1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

e) $-1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

5. (ENEM-MEC) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica. Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

I – Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima. (correta)

II – Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador. (falsa)

III – Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente. (correta)

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

a) a operação I

b) a operação II

c) as operações I e II

d) as operações I e III

e) as operações II e III.

Apêndice F- Respostas as questões do Pós-teste

- 1- **D** (A questão requer do estudante o que o conceito e as implicações da sensação térmica sobre os organismos em diferentes regiões).
- 2- **C** (Espera que os alunos percebam que os efeitos danosos da luz sobre a pele humana e animais não podem ser atribuídos somente ao comprimento de onda isolado de radiação, mas sim da interação de diferentes radiações, ou seja, entre diferentes faixas de comprimentos de onda, como a luz visível, radiação UV e infravermelho).
- 3- **A** (Na situação proposta espera que o aluno tenha internalizado o conceito de fluxo de calor e se coloque como parte do sistema, entendendo que ao sair para fora Calvin perdera calor para o ambiente).
- 4- **B** (É esperado que o aluno entenda que o aquecimento global está se intensificando a cada ano, devido a emissão demasiada de gases do efeito estufa, principalmente os provindos da queima de combustível fósseis).
- 5- **A** (Nesta questão o aluno tem que perceber que, para ter precisão um termômetro não pode ter uma massa muito maior que a do objeto a ser aferido, pois isso, alteraria a temperatura do objeto)
- 6- **C** (De acordo com o conceito de calor como energia em trânsito, espera que o aluno perceba que corpos com maior agitação molecular apresentará maior temperatura.)
- 7- **C** (Espera-se que o aluno tenha internalizado o conceito de equilíbrio térmico)

Apêndice G - Sugestão de avaliação da SD.

Avaliação da Sequência Didática: “Clima quente”

Dê sua opinião, pois ela ajudará nos próximos estudos utilizando esta sequência didática.

1 – A Sequência Didática: “Clima quente” tratou de assuntos de sua vivência?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não ☐ Não sei opinar

2 – Os vídeos apresentados estavam de fácil compreensão?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não ☐ Não sei opinar

3 – O material impresso (Apostilas da Escola Conectadas da SEDUC-MT) era de fácil interpretação?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não ☐ Não sei opinar

4 – O Mapa Conceitual sobre calor facilitou entender os conceitos de calor e temperatura?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não ☐ Não sei opinar

5- A montagem, instalação e a leitura dos dados obtidos ocorreram de forma lógica, contribuindo para construção dos conceitos de calor, temperatura, sensação térmica, ilha de calor e outros?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não ☐ Não sei opinar

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Clima quente

Maria Aparecida Ribeiro Matos do Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Alberto Sebastião Arruda

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Zanella de Arruda

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM CONSONÂNCIA
COM BNCC/DRC-MT PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA,
VIA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA**

Apresentação

Prezados professores(as), este material instrucional é composto por uma Sequência Didática (SD) para ensinar Termodinâmica de forma significativa, no Ensino Médio, intitulada “Clima quente”, utilizando como principal recurso duas estações meteorológicas compostas pela plataforma de prototipagem Arduino. Está dividido em 12 aulas que iniciam com os conceitos básico de calor e temperatura e englobam as variáveis termodinâmicas, a primeira lei e a lei zero da termodinâmica e seus desdobramentos no estudo dos fenômenos climáticos em âmbito local e global. A presente proposta faz parte dos requisitos de conclusão do curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em ensino de Física- PROFIS-MNPPEEF, no polo da Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá/MT, sob a orientação do Prof. Dr. Alberto Arruda e coorientação do Prof. Dr. Paulo Henrique Zanella Arruda.

SUMÁRIO

<u>CAPÍTULO 1</u>	1
<u>INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2</u>	3
<u>A TERMODINÂMICA</u>	3
<u>2.1 AS LEIS DA TERMODINÂMICA:</u>	5
<u>2.1.1 Lei zero</u>	5
<u>2.1.2 Primeira lei</u>	5
<u>2.1.3 A segunda lei e seus diferentes enunciados</u>	5
<u>2.2 O PROBLEMA BÁSICO DA TERMODINÂMICA</u>	7
<u>CAPÍTULO 3</u>	8
<u>A SEQUÊNCIA DIDÁTICA</u>	8
<u>3.1 A IDEALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “CLIMA QUENTE!”.</u>	8
<u>3.1.1 A Sequência Didática (SD) e a teoria da aprendizagem significativa</u>	8
<u>3.1.2. Condições para que ocorra aprendizagem significativa</u>	9
<u>3.1.5 Objetivos específicos</u>	11
<u>3.2 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</u>	12
<u>3.2.1 Escolhendo os organizadores prévios</u>	12
<u>3.2.2 Entendendo a BNCC/DCR-MT</u>	16
<u>3.3 AS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)</u>	17
<u>3.3.1 - Aula 1 e 2- Introdução ao tema e levantamento dos conhecimentos prévios</u>	18
<u>3.3.2 - Aulas 3 e 4 - Análise do mapa conceitual sobre calor/energia- organizador avançado.</u>	24
<u>3.3.3 - Aula 5 e 6 – calor/energia, temperatura e suas medidas. Assimilando os conceitos.</u>	25
<u>3.4 - Aula 7 e 8 – O gás ideal, 1ª lei, e a lei zero da termodinâmica. Assimilando os conceitos.</u>	28

<u>3.3.5 - Aula 9 e 10 - Construção de duas miniestações meteorológica com Arduino-reconciliação progressiva e diferenciação integrativa dos conceitos estudados.</u>	30
<u>3.3.6 - Aula 11 - Coleta e interpretação dos dados coletados</u>	31
<u>3.3.7 - Aula 12 – Apresentação dos gráficos obtidos, aplicação do pós-teste e avaliação da SD. Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa.</u>	32
<u>CAPÍTULO 4</u>	40
<u>MONTAGEM E FUNCIONAMENTO DOS PROTÓTIPOS DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA.</u>	40
<u>4.1- LISTA E AQUISIÇÃO DOS MATERIAIS</u>	40
<u>4.2 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS</u>	41
<u>4.2.1. Plataforma Arduino</u>	41
<u>4.2.2 SENSORES COMPATÍVEIS COM A PLATAFORMA ARDUINO</u>	42
<u>4.2.2.1 Sensor de temperatura e umidade - DHT22</u>	42
<u>4.2.2.2 Sensor de Pressão Barométrica – BMP280</u>	43
<u>Fonte: autora</u>	44
<u>4.2.2.3 Sensor de luminosidade B1750</u>	45
<u>Fonte: autora</u>	46
<u>4.2.2.4 Relógio de Tempo Real - RTC DS3231</u>	46
<u>4.2.2.5 Módulo Cartão SD Card</u>	46
<u>4.2.2.6 Display OLED, 96’ 12C</u>	47
<u>4.2.2.7 Protoboard, resistores e Jumpers</u>	48
<u>4.3 MONTAGEM DAS ESTAÇÕES MICROMETEOROLÓGICAS</u>	49
<u>4.3.1 Estrutura física (hardware)</u>	49
<u>4.3.2 Estrutura lógica</u>	52
<u>REFERÊNCIAS</u>	53
<u>APÊNDICES</u>	56
<u>Apêndice A – Quadro estrutural para a SD: “Clima quente”</u>	56
<u>Apêndice B– Sugestões de resposta para o pré-teste</u>	57
	85

<u>Apêndice C – Sugestões de resposta ao questionário do texto: Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes.</u>	57
<u>Apêndice D - Respostas as questões e desafio referentes ao texto: É como não sentir calor em Cuiabá? - Apostila- Aprendizagens Conectadas- atividades Escolares – Ensino Médio. Física -DESAFIOS</u>	60
<u>Apêndice E- Respostas esperada as questões do Pós-teste</u>	63
<u>Apêndice F - Sugestão de avaliação da SD.</u>	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Caneca de chá quente sobre uma mesa.	06
Figura 2 - Dois sistemas simples contidos em um cilindro separados por um pistão.	07
Figura 3 - Climate Emergency	18
Figura 4 – Calor bate recordes.	19
Figura 5 – O melhor de Calvin	20
Figura 6 - Sensação térmica	21
Figura 7 - Tirinha das meninas vampiras.	21
Figura 8 - Tirinha sobre termometria.	22
Figura 9 - Mapa conceitual sobre calor.	23
Figura 10 - Cuiabá – MT.	24
Figura 11 - A lei zero da Termodinâmica.	27
Figura 12 - Componentes do protótipo da estação meteorológica.	28
Figura 13 - Calor bate recorde.	31
Figura 14 - O melhor de Calvin.	32
Figura 15 - Sensação térmica.	33
Figura 16 - Tirinha das meninas vampiras.	34
Figura 17 - Tirinha sobre termometria.	35
Figura 18 - Orçamento de materiais em loja virtual.	38
Figura 19 - Plataforma Arduino Uno.	39
Figura 20 - Sensor de temperatura e umidade DT22.	40
Figura 21 - Sensor de Pressão BMP280.	41
Figura 22 - Sensor de radiação B1750.	42
Figura 23 - Relógio RTC DS3231.	43
Figura 24 - Cartão SD Card.	43
Figura 25 - Display OLED, 96' 12C.	44
Figura 26 - Protoboard, resistor e Jumpers.	45
Figura 27 - Módulo microcontrolador Arduino Uno.	46
Figura 28 - a) sensor de temperatura e umidade relativa do ar, b) Sensor de pressão atmosférica BMP280 e c) sensor de fluxo luminoso BH1750.	47
Figura 29 - Protótipo de estação meteorológica pronto.	47
Figura 30 - Diagrama de ligação dos sensores e periféricos nossa estação micrometeorológica. Programa Fritzing.	48
	87

Figura 31 - Primeiras 20 linhas de um arquivo de dados gerado pela estação micrometeorológica após o processo de importação para um gerenciador de planilhas eletrônicas.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Habilidades, objetos de conhecimento, habilidades prévias e objetivos de aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordadas no produto educacional, segundo a BNCC/DRC-MT [1].	20
Quadro 2 - Código alfanumérico BNCC/DCR-MT [1]	25

LISTA DE SIGLAS

AS – Aprendizagem Significativa
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CI – Ciências
CO₂ – Gás Carbônico
c_p – Calor específico a pressão constante
c_v – Calor específico a volume constante
CNT – Ciências Naturais e suas Tecnologias
CNTP – Condições Normal de Temperatura e Pressão
DRC – Documento de Referência Curricular
E – Energia
E_c – Energia cinética
E.E – Escola Estadual
EF – Ensino Fundamental
EI – Educação Infantil
E_p – Energia potencial
EM – Ensino Médio
ET – Espaço Tempo, Quantidade, Relações e Transformações
g – Gravidade (m/s²)
h – Altura (m)
K_B – Constante de Boltzmann
m – Massa (kg)
MT – Mato Grosso
N – Número de partícula
Q – Quantidade de calor
S – Entropia
SD – Sequência Didática
SEDUC-MT – Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso.
W – Trabalho
U – Energia Interna
V – Volume

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Atualmente, ensinar significativamente os conteúdos de Física de forma contextualizada tem sido de sobremaneira desafiador. A busca por instrumentos que possam ser facilitadores da aprendizagem, capazes de desenvolver um trabalho em que o conhecimento adquirido possa contribuir para o aprimoramento de habilidades e competências mínimas que possibilitem aos alunos a correta interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais tornou-se a primazia de um ensino de qualidade e eficiente.

A área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, no Ensino Médio, preconizada na BNCC/DRC-MT [1], traz para análise das relações entre matéria e energia a Competência Específica 1, onde o foco é analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e ou/global. Para tal competência aponta a habilidade EM13CNT102 objetivando, para essa etapa de ensino, a realizar, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e das composições dos sistemas naturais e tecnológicos, ambas bem pertinentes a esta proposta.

A Termodinâmica, objeto de estudo deste trabalho, estuda as leis que regem as relações entre matéria e energia de sistemas macroscópicos. Tais leis não estão relacionadas somente às máquinas a vapor, mas também a tudo que nos cerca: o sol, os seres vivos, os fenômenos atmosféricos e o universo inteiro.

A atmosfera é constituída por gases e, para este trabalho, vamos considerar que os processos que ocorrem nela, próximos à superfície analisada, com uma boa aproximação comporta-se como um gás ideal e, portanto, obedecem à Lei dos Gases Ideais $PV=nRT$ e que as compressões e expansões sofridas sejam aproximadamente adiabáticas. Levaremos em conta também que a Entropia da atmosfera próxima à superfície aumenta positivamente confirmando, assim, a Segunda Lei da Termodinâmica.

Os eventos vivenciados em 2020 e 2021 como elevação de temperaturas para além dos 40°C, longos períodos de estiagem e queimadas em escalas incomum têm sido o assunto em toda esfera da comunidade local e global, bem como dos grandes fóruns que debatem as mudanças climáticas e aquecimento global. Na sala de aula, essas discussões também tomam corpo. Na busca de conhecimentos que parte das indagações do senso

comum e das experiências empíricas, o estudo das variáveis termodinâmicas envolvidas nesse fenômeno, via estação meteorológica, por meio de dispositivos de plataformas de prototipagem de fácil acesso e baixo custo, tem se mostrado um instrumento facilitador da aprendizagem envolvendo sistemas térmicos.

Conforme Cenne [2], os professores devem levar as novas tecnologias para o ambiente escolar, de forma que os alunos possam interagir com elas, utilizando recursos como internet, modelagens computacionais e ambientes virtuais que atraiam a atenção dos mesmos, tornando-os mais ativos na construção do saber e alterando um pré-conceito sobre as aulas de Física.

Neste pensar, o presente Produto Educacional tenta aliar as experiências empíricas dos alunos, em relação aos eventos fenomenológicos envolvendo calor, com suas implicações diretas e indiretas nas mudanças climáticas local e global, utilizando de artifícios tecnológicos para tornar significativa a aprendizagem dos conceitos abordados na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no componente curricular de Física e, em específico, na unidade temática Matéria e Energia – Termodinâmica.

CAPÍTULO 2

A TERMODINÂMICA

A termodinâmica é o ramo da física que trata das relações entre o calor e outras formas de energia e descreve como a energia térmica é convertida em outras formas de energia e vice-versa e como a matéria é afetada devido a esses fenômenos. Ela também pode ser considerada como a ciência que lida com calor e trabalho e as propriedades da matéria que os relaciona. Para uma definição mais exata, a termodinâmica é o estudo das relações entre propriedades macroscópicas de sistemas como temperatura, volume, pressão, magnetização, compressibilidade, etc.

De uma maneira mais formal, ela é uma teoria fenomenológica que sistematiza as leis empíricas sobre o comportamento térmico dos corpos macroscópicos e não necessita de qualquer hipótese sobre a constituição microscópica dos corpos materiais. A termodinâmica de equilíbrio fornece uma descrição completa das propriedades térmicas de um sistema cujos parâmetros macroscópicos não estejam variando com o tempo [3].

Neste breve capítulo, iremos desenvolver, de maneira sucinta, as principais ideias da Termodinâmica e usaremos o livro *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics* de HERBERT B. CALLEN [4], em sua segunda edição como uma literatura guia. O autor introduz a termodinâmica de uma forma abstrata, considerando a existência da Entropia e de suas propriedades e, a partir dela, derivou as consequências para vários processos de interesse, em vez de começar com motores térmicos e ciclos termodinâmicos, seguindo historicamente o desenvolvimento da termodinâmica a qual surgiu de uma tentativa de melhorar a eficiência das máquinas térmicas. Uma amostra disso é o fato de que a segunda lei (sua principal lei) foi postulada como uma impossibilidade de construção de certas máquinas térmicas, àquelas com eficiência maior do que a de Carnot. Assim, Callen tenta romper com empiricismo do século XIX ao dar uma base mecânico-estatística à Termodinâmica.

Portanto, vamos introduzir rapidamente alguns conceitos que serão necessários para o entendimento dos postulados que enunciaremos em seguida.

Assim:

Calor - é a energia que pode ser convertida de uma forma para outra ou transferida de um objeto para outro. Por exemplo, um fogão a gás converte a energia química do gás em calor ao aquecer uma panela, a qual conduz essa energia para a água aquecida para fazer um café. Se o fogão for elétrico, seu queimador converte energia elétrica em calor ao aquecer a água. Assim, o calor recebido pela água faz aumentar a energia cinética das moléculas que a compõem, obrigando-as a se moverem cada vez mais rápido. Se o fogão continuar ligado, a água receberá calor suficiente para atingir a temperatura do ponto de ebulição, assim os átomos ganham energia suficiente para quebrar as ligações químicas moleculares do líquido e escapar do painel como vapor.

Em síntese, o calor é a energia transferida entre substâncias ou sistemas devido a uma diferença de temperatura entre eles. Como energia, o calor é uma grandeza conservada podendo ser transferida de um corpo para outro, do de maior para o de menor temperatura.

Energia térmica ou calor - é a energia que uma substância ou sistema possui devido a sua temperatura, isto é, a energia cinética de moléculas em movimento ou em vibração.

Calor específico - é a quantidade de calor necessário para variar a temperatura de uma substância. A caloria é unidade convencional do calor específico, a qual é definida como a quantidade de energia térmica necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água a 14, 5°C para 15, 5°C se o calor for recebido [5].

Em metais, o calor específico depende do número de átomos da amostra e não de sua massa, pois um quilo de alumínio pode absorver cerca de 7, 7 vezes mais calor do que um quilo de chumbo. Para entender isso, basta olhar a tabela periódica e ver que a massa atômica do Alumínio é 26,982 unidades de massa atômica (u) e o chumbo tem massa atômica de 207,2 u. Assim, 26,982 gramas de alumínio têm $6,02 \times 10^{23}$ átomos, e 207, 24 gramas tem $6, 02 \times 10^{23}$ átomos. Fazendo regra de três, obtém-se que um quilo de alumínio tem $2, 23 \times 10^{25}$ átomos e um quilo de chumbo tem $0,3 \times 10^{25}$ átomos. Portanto, o alumínio terá $2, 23 \times 10^{25} / 0, 3 \times 10^{25} = 7, 7$ vezes mais átomos do que o chumbo.

No caso de um gás, o calor específico depende se é absorvido ou cedido em volume ou pressão constante (C_V ou C_P).

Temperatura - Há vários enunciados sobre a temperatura, mas de uma maneira muito sintética, a temperatura pode ser enunciada como uma grandeza termodinâmica intensiva, a qual é comum a todos os corpos que estão em equilíbrio térmico. Também podemos enunciar que a temperatura é uma medida da energia cinética média (agitação térmica)

das partículas que constituem um material. Há várias escalas de temperaturas (Celsius, Fahrenheit, Kelvin, etc.).

Sistema Termodinâmico - pode ser considerado como qualquer sistema (sólidos, líquidos, gases, misturas etc.), o qual pode ser completo e arbitrariamente isolado do resto do universo a fim de considerar as mudanças que podem ocorrer dentro dele. Também pode ser constituído de vários sistemas menores (subsistemas), os quais, juntos, formam um sistema maior, um sistema composto. O sistema pode interagir (e trocar calor, partículas) com sua vizinhança (tudo que não faz parte do sistema) através da parede limite. As paredes que separam o sistema da vizinhança são as que fornecem suas condições de contorno. Calor e trabalho são meios de transferência de energia para dentro ou para fora de um sistema.

2.1 AS LEIS DA TERMODINÂMICA:

2.1.1 Lei zero

Se o sistema A está em equilíbrio com o sistema B e o sistema A está em equilíbrio com o sistema C, então o sistema B está em equilíbrio com o sistema C. Como consequência, nenhuma mudança ocorrerá se dois corpos estão em equilíbrio e são colocados juntos. Outra consequência se refere a existência de estados de equilíbrio, ou seja, sendo a temperatura igual para todos sistemas, indica que estão em equilíbrio térmico.

2.1.2 Primeira lei

A energia interna de um corpo pode mudar pelo fluxo de calor ou fazendo trabalho.

$$\Delta E = \Delta Q + \Delta W,$$

a qual implica na conservação de energia. A Física da Primeira Lei é óbvia para todos, porém é importante no contexto histórico: **o calor é uma forma de energia.**

2.1.3 A segunda lei e seus diferentes enunciados

Clausius: O calor flui do quente para o frio.

Kelvin: Não é possível converter toda a energia do calor em trabalho.

Carathéodory: Na vizinhança de qualquer estado de equilíbrio de um sistema isolado termicamente, existem estados que são inacessíveis.

Callen: Existe uma quantidade extensa, que chamamos entropia, que nunca diminui em um processo físico.

Estado de equilíbrio - Um sistema termodinâmico (macroscópico) encontra-se em um estado de equilíbrio termodinâmico quando ele não muda suas propriedades médias com o tempo, isto é, não há mais movimentos macroscópicos e nem qualquer tipo de fluxo. Isso significa que as variáveis: energia interna, volume e número de mols de diferentes partículas (U , V , N_1N_2, \dots, N_r), não mudam quando o tempo passa.

Podemos pensar nesses enunciados enquanto preparamos um bom chá em uma tarde fria. Uma caneca (e, aqui qualquer semelhança com a imagem não é mera coincidência), de chá quente sobre uma mesa, em temperatura ambiente, fica mais fria com o passar do tempo, pois perde calor para o ambiente (sala). Ele atinge o estado de equilíbrio (térmico) com o ambiente quando sua temperatura não sofre mudanças com o passar do tempo e apresenta entropia positiva.

Figura 1- Caneca de chá quente sobre uma mesa.



Fonte: autora

Para Einstein:

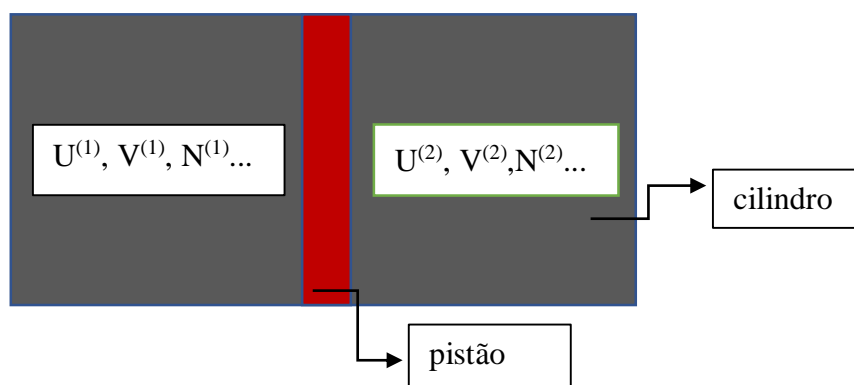
“Uma teoria é tanto mais impressionante quanto maior for a simplicidade de suas premissas, quanto mais diferentes tipos de coisas ela relaciona, e a mais estendida é sua área de aplicabilidade. Portanto, a impressão profunda que a termodinâmica clássica tem feito sobre mim; é a única teoria física de conteúdo universal sobre o qual estou convencido de que, dentro do quadro da aplicabilidade de seus conceitos básicos, nunca será derrubada.” (Albert Einstein)¹ Thhermodynamic in Einstein’s Univese, M. J. Klein Science, 157

(1976), p.509; e em Book of Science and Nature Quatations, Isaac Asimov. p. 76).

2.2 O PROBLEMA BÁSICO DA TERMODINÂMICA

O principal problema da termodinâmica pode ser colocado da seguinte forma: supor que existem dois sistemas simples contidos num cilindro fechado os quais estão separados por um pistão interno. (Veja figura abaixo).

Figura 2 - Dois sistemas simples contidos em um cilindro separados por um pistão.



Fonte: autora

As paredes do cilindro do pistão são consideradas adiabáticas, rígidas, fixas e impermeáveis à matéria; tais características são chamadas de vínculos. Aqui, é importante reconhecer que o pistão é a parede que separa os dois sistemas. Inicialmente, ambos sistemas estão em equilíbrios separados, cada um com sua energia interna, volume e número de partículas. Agora, se um dos vínculos é liberado, isto é, o pistão é tornado diatérmico, possibilitando aos sistemas trocarem calor, o que o faz a energia ser redistribuída entre eles. A troca de calor só irá cessar quando um novo estado de equilíbrio for atingido, cada sistema com uma nova energia, conservando a energia total.

O mesmo processo ocorre se o pistão se tornar móvel, pois ambos os sistemas trocarão volume até atingirem o equilíbrio, ou seja, fazendo com que cada sistema tenha um em seus novos volumes. Idem para o caso de o pistão ser permeável. Neste caso os sistemas trocarão partículas (as partículas sendo redistribuídas) até atingir o novo

equilíbrio, cada sistema terá um novo número de partículas. Vale ressaltar que mais de um vínculo pode ser liberado, levando os sistemas a atingirem o novo equilíbrio em novos valores relacionados aos vínculos liberados.

Em síntese, a liberação de um vínculo em cada caso resulta no início de algum processo espontâneo, e finalmente os sistemas se ajustam aos novos estados de equilíbrio, isto ocorrerá em novos valores dos parâmetros U , V , e N desses dois sistemas. Então, o problema básico da termodinâmica é a determinação do estado de equilíbrio que pode resultar depois da remoção dos vínculos internos de um sistema composto fechado.

CAPÍTULO 3

A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

3.1 A IDEALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “CLIMA QUENTE!”.

Para melhor compreender os fenômenos da natureza, criamos hipóteses, pressupostos e conceitos que, segundo Santos [6], devem produzir uma ruptura epistemológica inversa àquela que ocorre na ciência moderna, ou seja, em vez de se afastar do senso comum para atingir um nível qualitativo para a pesquisa científica é necessário, primeiramente, promover a capacidade do estudante para ler, compreender e expressar opinião crítica sobre assuntos que envolvem ciências e independente do processo de escrita. Nesse viés, desenvolver uma Sequência Didática para o ensino de Termodinâmica é oportunizar ao estudante, no seu tempo e espaço, uma aprendizagem significativa dos fenômenos que o cercam.

3.1.1 A Sequência Didática (SD) e a teoria da aprendizagem significativa

David Ausubel [7] nomeia a busca por um símbolo significativo, uma imagem, um modelo mental, uma proposição ou uma ideia conceitual que ancore o novo conhecimento a ser aprendido de subsunção ou ideia âncora. O subsunção nada mais é que o conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do aluno que, por sua vez, ao interagir com o novo saber, por recepção ou descoberta de forma relevante, não literal e não arbitrária é capaz de dar significado a um novo saber. Para ele, o protagonismo da Aprendizagem Significativa reside no conhecimento prévio do aluno, ou seja, o aluno é o protagonista de sua aprendizagem, assim o conhecimento prévio atravessa o processo

de ensino aprendizagem de forma espontânea, ao vivenciar de forma empírica os fenômenos naturais que os cercam, demonstrando que a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel ecoa de forma substantiva frente às teorias de aprendizagens discutidas e experimentadas na sala de aula.

Em seu artigo “O que é afinal Aprendizagem significativa”, Moreira [8] traz um exemplo pertinente de como um conhecimento pode ficar mais estável e diferenciado quando aplicamos a teoria da Aprendizagem Significativa.

Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica. Através de novas aprendizagens significativas, resultantes de novas interações entre novos conhecimentos e o subsunçor **Conservação da Energia**, este ficará cada vez mais estável, mais claro, mais diferenciado e o aprendiz dará a ele o significado de uma lei geral da Física, ou seja, a energia se conserva sempre. Por outro lado, o subsunçor Conservação da Energia, poderá servir de ideia-âncora para um outro novo conhecimento: a Conservação da Quantidade de Movimento, uma outra lei geral da Física (Moreira 2020 p. 9)

Para Moreira, não há uma definição definitiva precisa do que venham ser os organizadores prévios, pois eles estão relacionados à particularidade de cada caso e devem ser formulados a partir dos conhecimentos que o aluno possui. Ele ressalta, ainda, que esses materiais introdutórios sejam apresentados em níveis mais altos de generalidade e inclusividade, permitindo que se estabeleça uma ponte cognitiva entre os conceitos que o aluno tem de um determinado corpo de conhecimento e aquele que o aluno deveria ter para que o material venha ser realmente potencialmente significativo.

3.1.2. Condições para que ocorra aprendizagem significativa

Nesta secção nós vamos analisar as duas condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa a saber:

(1º) que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo (tenha significado lógico e se relacione de forma relevante, não-arbitrário e não-litera à estrutura cognitiva;

(2º) que o sujeito deve apresentar predisposição para aprender.

Percebemos que ambas demandam um tempo longo de negociação entre as interações a serem feitas sobre o que se sabe e o que se deve saber de um determinado corpo de conhecimento. Esse tempo de negociação, na maioria das vezes, é negligenciado pelo sistema de ensino, ora para atender a uma demanda mercadológica ora por desconsiderar que a aprendizagem significativa é relacional.

Sendo a teoria da Aprendizagem significativa relacional, segundo Ausubel [7], o material potencialmente significativo deve se relacionar de maneira não-arbitrária com conhecimento que já existe para o aluno. Neste contexto, a relação entre o aprendiz e o material não se dá por qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas através de conhecimentos relevantes específicos para servir de base para fixação de novos conhecimentos. A substantividade (não-literalidade), do novo conhecimento e ideia que é incorporada à estrutura cognitiva do sujeito não são somente as palavras específicas do professor ou educador para expressar suas ideias que são absorvidas e utilizadas para construir novos saberes, afinal, diferentes maneiras, signos, símbolos e palavras podem ser usados para explicar o mesmo conceito. A disponibilidade do sujeito para aprendizagem é um outro fator que se relaciona com a substancialidade e a não-arbitrariedade de forma determinante para que ocorra a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, ocorra a assimilação de significado por recepção ou descoberta.

A aprendizagem significativa é relacional, progressiva e a construção de subsunçores requer um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significado e isso não é imediato, conforme Moreira, no artigo: “O que realmente é aprendizagem significativa”. Uma segunda premissa da teoria da aprendizagem significativa é que o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente, os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes. Ou seja, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos simultâneos da dinâmica da estrutura cognitiva.

Através desses processos, o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente, à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando. O resultado desse processo pode ser avaliado dentro de um enfoque que leva em consideração a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência de conhecimento a

situações-problemas. Para Ausubel [7], a melhor maneira de evitar a simulação de aprendizagem é propor ao sujeito que aprende uma situação nova, não familiar, que requeira a máxima transformação do conhecimento adquirido.

Neste viés o desenvolvimento desse Produto Educacional, denominado “Clima quente!”, por meio da metodologia SD baseada na teoria da Aprendizagem Significativa propõe o desenvolvimento de um material potencialmente significativo, seguindo as etapas propostas na teoria de David Ausubel e colaboradores que são:

- ✓ A busca pelos subsunçores ou conhecimentos prévios
- ✓ O organizador prévio
- ✓ Organizador avançado
- ✓ Assimilação
- ✓ Reconciliação progressiva e diferenciação interativa

.1.3 Objetivos definidos para esse produto educacional

3.1.4 Objetivo geral

Desenvolver uma Sequência Didática (SD) de dez aulas para o ensino de Termometria, utilizando como recurso didático uma miniestação meteorológica a partir da plataforma de prototipagem Arduino.

3.1.5 Objetivos específicos

- a) Desenvolver um produto educacional para o ensino de termodinâmica através dos recursos tecnológicos da eletrônica.
- b) Utilizar uma miniestação meteorológica a partir de uma plataforma de prototipagem Arduino como recurso didático no ensino de Física.
- c) Oportunizar ao estudante ampliar os conceitos e os desdobramentos das variáveis termodinâmicas por meios de aparatos tecnológicos de baixo custo.

3.2 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

3.2.1 Escolhendo os organizadores prévios

A implementação do Produto Educacional, Clima quente, buscou averiguar as habilidades dos estudantes e seus desdobramentos para os aspectos regionais de Mato Grosso, preconizados na BNCC/ DRC-MT [1], na área de conhecimento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o componente curricular de Física, considerando pertinente apenas a competência 1 e 3, bem como as habilidades: EM13CNT101, EM13CNT101.MT, EM13CNT102, EM13CNT103 E EM13CNT103.1MT.

Segundo a DRC-MT [1], a Competência Específica 1 **das Ciências da Natureza e suas tecnologias** trata em **analisar** fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

A Competência Específica 3 refere-se à exploração das práticas e processos da investigação científica. Nessa perspectiva, a competência propicia um processo de ensino e aprendizagem em que os estudantes precisam avaliar a relevância dos avanços tecnológicos na vida da população, de modo crítico. Ou seja, como a rapidez que as evoluções tecnológicas se relacionam com aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos e ambientais da sociedade.

No quadro abaixo, estão selecionadas as habilidades, os objetos de conhecimento, as habilidades prévias e os objetivos de aprendizagem priorizados para Sequência Didática em questão.

Quadro 1- Habilidades, objetos de conhecimento, habilidades prévias e objetivos de aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordadas no produto educacional, segundo a BNCC/DRC-MT [1].

HABILIDADES	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES PRÉVIAS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
(EM13CNT101). Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de	✓ Transformações e conservação da energia;	EF01CI01 EF02CI01 EF02CI02 EF02CI03	Elaborar e defender diferentes propostas para o uso de novas fontes

<p>aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p>	<p>✓ Fluxo de energia e de matéria nos ecossistemas;</p>	<p>EF04CI02 EF04CI03 EF05CI02 EF05CI04 EF05CI05 EF06CI01 EF06CI02 EF06CI03 EF06CI04 EF07CI02 EF07CI04 EF08CI01</p>	<p>renováveis de energia, relacionando-as a questões sociais, ambientais, políticas e culturais em âmbito local, regional e global.</p>
<p>(EM13CNT101.1MT). Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações químicas, físicas e biológicas e conservações em</p>	<p>✓ Processos de propagação do calor;</p> <p>✓ Propriedades dos materiais: condutibilidade térmica;</p>	<p>EI01ET01; EI01ET05 EI03ET02; EI03ET03 EF01CI01; EF02CI02 EF04CI01; EF04CI02 EF04CI03; EF05CI01</p>	<p>Discutir a importância do efeito estufa, para a manutenção da vida, considerando o processo de aumento da temperatura (aquecimento global), usando</p>

<p>sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento, inclusive no contexto do metabolismo animal e vegetal.</p> <p>(EM13CNT102).</p> <p>Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos</p> <p>EM13CNT103).</p> <p>Utilizar o</p>	<p>✓ Efeito estufa;</p> <p>✓ Aquecimento global;</p> <p>✓ Termologia;</p> <p>✓ Calorimetria;</p> <p>✓ Transformações Gasosas;</p> <p>✓ Termodinâmica;</p> <p>✓ Conforto térmico;</p> <p>✓ Implicações e benefícios do uso da radiação;</p> <p>✓ Ondulatória;</p> <p>✓ Transmissão e recepção de ondas;</p> <p>✓ Ondas eletromagnéticas;</p> <p>✓ Espectro eletromagnético;</p> <p>✓ Doenças causadas por raios UVA e UVB;</p>	<p>EF05CI02; EF07CI02 EF07CI03; EF07CI03.1MT EF07CI04 EF07CI04. 1MT</p> <p>EI01ET02 EI02ET02 EI03ET02 EF03CI02 EF04CI02 EF04CI03 EF05CI01 EF05CI02 EF05CI03 EF07CI02 EF08CI01 EF08CI02 EF08CI05 EF08CI06 EF09CI05-3 MT EF09CI06; EF09CI07</p> <p>EF01C101;</p>	<p>dados sobre as intervenções antrópicas no planeta e suas consequências.</p> <p>Construir protótipos de sistemas térmicos considerando a sustentabilidade e o apoio de tecnologias digitais, aplicando os conhecimentos da termodinâmica.</p> <p>Aplicar conceitos da termodinâmica para analisar o efeito do desmatamento sobre áreas urbanas e a produção de ilhas de calor.</p> <p>Construir estações meteorológicas a</p>
--	---	--	---

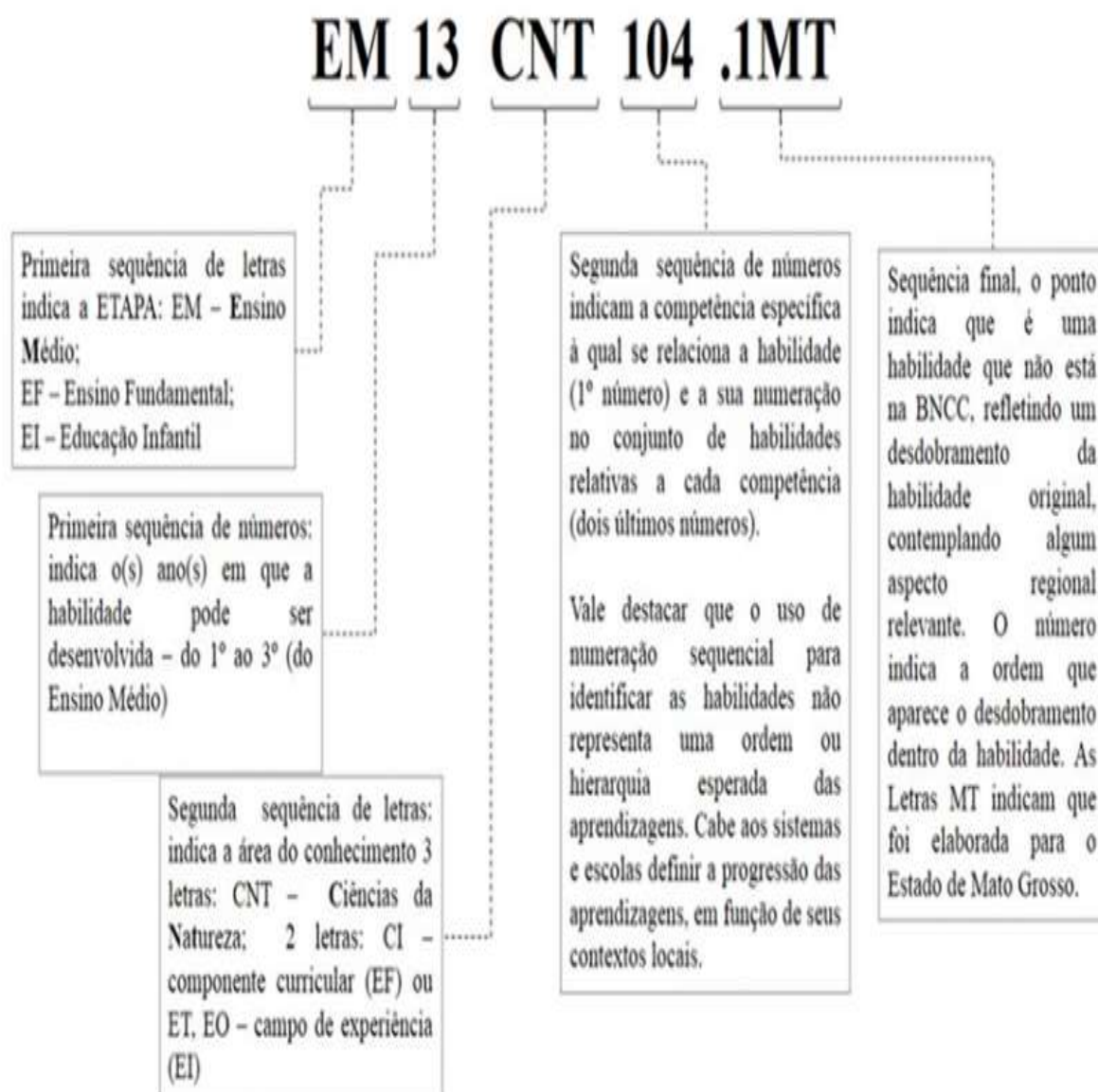
<p>conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.</p> <p>(EM13CNT103.1MT).</p> <p>Relacionar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, no meio ambiente, na saúde, inclusive no mundo do trabalho (geração de energia, considerando implicações éticas, socioambientais e econômicas.</p>	<p>✓ Elaboração de diferentes teorias.</p> <p>✓ Investigação científica: leitura de contexto, pesquisa, elaboração de modelos de análise, tratamento e análise de dados e conclusões.</p> <p>✓ Método científico.</p> <p>✓ Filosofia e história da Ciência.</p> <p>✓ Ensino por investigação.</p> <p>✓ Sistema internacional de unidades e medidas.</p>	<p>EF01C102 EF02C103; EF04C101 EF04C108; EF05C104 EF05C106 EF05C110; EF07CI11 EF08CIO1 EF08CI01.1MT EF08CI16; EF09CI09 EF09CI10</p>	<p>partir de uma plataforma de prototipagem e sensores, de baixo custo.</p> <p>Interpretar os dados coletados e comparar com outras fontes de dados meteorológicos oficiais. Apontar soluções para o enfrentamento das mudanças climáticas locais e global.</p>
--	---	---	---

<p>(EM13CNT301).</p> <p>Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>			
--	--	--	--

3.2.2 Entendendo a BNCC/DCR-MT

No contexto da BNCC/DRC-MT [1], os conhecimentos das Ciências da Natureza e suas tecnologias para a etapa do Ensino Médio integram as componentes de Física, Química e Biologia, que por vez são expressos por meio de habilidades, indicadas por um código alfanumérico, em que são anunciadas as etapas da educação básica, a série que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas, a área do conhecimento e a competências específica a qual se relaciona a habilidade, juntamente com sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência.

Quadro 2 - Código alfanumérico BNCC/DCR-MT [1]



3.3 AS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Clima quente!		
Escola:		
Docente:	Turma: 2º ano.....	Data...../...../...../ Duração: 12 aulas
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias		Componente curricular: Física – Termodinâmica.

Unidade temática: Energia e meio ambiente	Objeto de conhecimento: Calor/Energia, temperatura, primeira Lei e a Lei zero da Termodinâmica.
Competência: 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizar impactos socioambientais e melhorar as condições de vida em âmbito local, regional e/ou local. 3 Analisar situações - problemas e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios da Ciência da Natureza para propor soluções que considera demanda locais, regionais e/ou global, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados em diversos contextos e por meios de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	Habilidades: EM13CNT101 EM13CNT10.1MT EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT103.1MT

3.3.1 - Aula 1 e 2- Introdução ao tema e levantamento dos **conhecimentos prévios**

Atividade 1 – Apresentar a situação-problema por meio da experiência fenomenológica (as mudanças climáticas local e global, através da notícia abaixo:

Figura 3 - Climate Emergency



Fonte: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/02/cop26-por-que-15-e-o-numero-mais-importante-da-cupula-das-mudancas-climaticas.ghtml> . Acesso em dez. de 2021[9].

Atividade 2 - Mapa Mental - um Organizador prévio

- Solicitar aos alunos que confeccionem, individualmente, um mapa mental sobre a temática Calor/Energia.
- Mapas mentais têm se tornado uma ferramenta útil quando queremos visualizar ideias de modo geral, além de serem visualmente divertidos são diagramas que permitem que os estudantes interagem de forma ativa com o assunto abordado.

Atividade 3- Aplicação do pré-teste. Em busca de subsunçores.

Escola:.....
.....

Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Componente Curricular - Física - Termodinâmica - Unidade temática: Matéria e energia.

Prof^o:.....
.....

Aluno:.....
.....

Responda com falso ou verdadeiro as questões abaixo:

O ano de 2020 foi marcado por vários acontecimentos, dentre eles o aumento da temperatura, estiagem de chuvas e muitas queimadas em nossa região. Cuiabá já ficou nacionalmente conhecida como Cuiabresa. Esse fato ocorreu porque os termômetros da cidade chegaram a marcar temperaturas de 44°C e sensação térmica de 48°C. Notícia disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabresa-00543945.amp.html> . [10]

A sensação térmica é um parâmetro que não depende diretamente da umidade do ar e velocidade do vento, mas apenas da temperatura local.

() Falso () Verdadeiro

2 - Leia e observe a tirinha abaixo:

Figura 4 – Calor bate recordes.



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/95349717097624687> /. Acesso em abril de 2021[11]

O sol é fonte de luz e calor. Mesmo estando sob uma sombra continuamos recebendo radiação solar, somente incidência dos raios infravermelhos.

() Falso () Verdadeiro

3 - Leia e pense sobre a tirinha abaixo:

Figura 5 – O melhor de Calvin



Fonte: <https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes/24e9cb6b-e9>. Acesso em abril de 2021[12].

Na tirinha, Calvin fica irritado com a sensação de frio ao entrar em sua casa. Por vez, o seu pai apresenta a solução do seu problema, colocando-o para fora de casa alguns minutinhos. Com isso, ao entrar novamente, ele pode sentir uma sensação agradável. Esse fato pode ser explicado pelo conceito de calor que é energia em trânsito de um corpo para o outro sempre do corpo de menor para o de maior temperatura.

() Falso () Verdadeiro

4 - A reportagem da revista época traz a seguinte manchete:

“Desmatamento pode elevar a temperatura na Amazônia em 1,45°C”.

“Um novo estudo de modelagem descobriu que o irrestrito desmatamento da Amazônia brasileira e do cerrado pode resultar na perda de 606.000 quilômetros quadrados de floresta até 2050, levando a aumentos nas temperaturas locais de até 1,45°C, além de aumentos globais de temperatura”.

Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/>. [13].

Portanto, o desmatamento traz aumento da temperatura local, mas não influencia na temperatura global, uma vez que as regiões mais frias compensam as mais quentes e, no final, tudo ficará em equilíbrio.

() Falso () Verdadeiro

5 - Reflita sobre a proposição abaixo:

Figura 6 - Sensação térmica



Fonte: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.htm> . Acesso em abril de 2021 [14].

Os termômetros são instrumentos que permitem medir o grau de agitação térmica molecular de um dado corpo ou sistema com precisão. Se um corpo apresentar propriedade termométrica, tal como: volume, que varia com a temperatura, assim pode ser um termômetro. Nesse pensar, o gato do tio Osvaldo poderia ser um termômetro já que possui volume.

() Falso () Verdadeiro

6 - Um pouco de romance.

Figura 7 - Tirinha das meninas vampiras.



Fonte: <https://meninasvampiras.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/> . Acesso em abril de 2021[15].

O fato de Edward não conseguir aquecer Bella deve-se ao fato de que ele possui sangue “frio”, enquanto Jacob tem sangue “quente” de acordo com a saga Crepúsculo. Os corpos podem ter diferentes graus de agitação molecular que lhes conferem uma maior ou menor temperatura. Sendo assim, Jacob leva vantagem, pois possui uma maior agitação térmica molecular que lhe confere uma maior temperatura corporal.

() Falso () Verdadeiro

7 - Analise a situação de Calvin.

Figura 8 - Tirinha sobre termometria.



Fonte: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html> .

Acesso em maio de 2021[16]

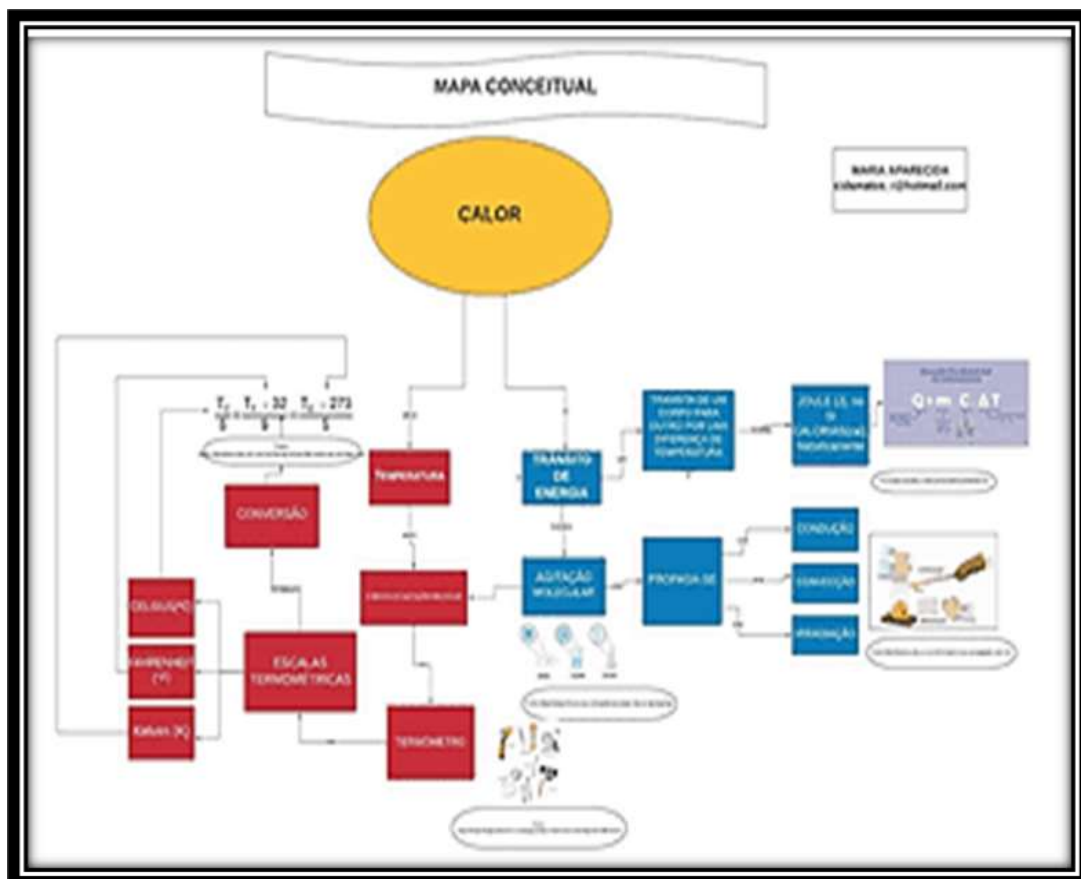
A Lei zero da termodinâmica anuncia que se o corpo A está em equilíbrio com o corpo B e, se este estiver em equilíbrio com o corpo C, então C estará em equilíbrio com A. Supondo ser A água quente, B a água fria e C o Calvin, o fato de misturar água fria com a água quente da banheira resultará no equilíbrio térmico entre A e B e, ao retornar a banheira, Calvin, o corpo C, também entrará em equilíbrio térmico, sendo assim possível o banho.

() Falso () Verdadeiro

3.3.2 - Aulas 3 e 4 - Análise do mapa conceitual sobre calor/energia- organizador avançado.

Atividade 1 – Análise do Mapa Conceitual sobre Calor/Energia – organizador avançado.

Figura 9 - Mapa conceitual sobre calor.



Fonte: https://lucid.app/lucidchart/1e9213bc-35d7-4baa-b94d-61caa687d27d/edit?page=0_0&invitationId=inv_eb2f9343-64c6-4f9d-a7c0-3a3440fd6eda# . Criado em jan. de 2021 [17]

3.3.3 - Aula 5 e 6 – calor/energia, temperatura e suas medidas. Assimilando os conceitos.

Atividade 1– Para abordarmos os conceitos de calor e temperatura, faremos uso do material apostilado para a área de conhecimento CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), elaborado pela SAGE (Secretaria Adjunta de Gestão Escolar) da SEDUC-MT

Disponível

em:

[http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15548486/MATERIA OUTUBRO CNT 2 ano EM+%281%29.pdf/86a516c7-8762-e33a-98f1-8b5cb509eb3c](http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15548486/MATERIA%20OUTUBRO%20CNT%202%20ano%20EM%20281%20.pdf/86a516c7-8762-e33a-98f1-8b5cb509eb3c) . [18]

Atividade 2– Pensando local: **Reconciliando e diferenciando** os conceitos de calor, energia e temperatura.

Leia o texto da notícia publicada no dia 19/02/2019 no site SóNotícias e responda as questões abaixo:

Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes.

Figura 10 - Cuiabá – MT.



Cuiabá figura no rol das dez cidades mais quentes do Brasil. O título – não muito invejável – se deve a características naturais da capital mato-grossense intensificadas por fenômenos que constituem o clima urbano. Diante do processo de urbanização que substitui materiais naturais por materiais construtivos, retira vegetação e aumenta a área de construções civis, formam-se as chamadas “ilhas de calor”, que são espaços dentro da cidade com temperaturas ainda mais elevadas do que o entorno.

Dentro de Cuiabá, encontram-se ilhas de calor no centro da cidade, nos conjuntos habitacionais densamente ocupados, como os bairros Santa Terezinha, Residencial Alice Novack, Residencial Nilce Paes Barreto, e também na região da Morada da Serra (grande CPA), conforme apontam pesquisas realizadas pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

“O surgimento de uma ilha de calor em Cuiabá provoca muito mais impacto na vida das pessoas do que o surgimento em cidades de clima temperado, por exemplo. Em Cuiabá, temos desconforto térmico ao longo de todo o ano pelas próprias características naturais do nosso ambiente, então quando surge uma ilha de calor e provoca o aumento de temperatura, isso faz com que esse desconforto seja inclusive perigoso para as pessoas, com agressão fisiológica”, explica o professor e coordenador do programa, José Carlos Ugeda Júnior.

Em 1994, pesquisadores da universidade identificaram uma ilha de calor no centro de Cuiabá com amplitude de graus na escala Celsius – diferença de temperatura classificada como de média intensidade. Estudos mais recentes já identificaram amplitude de até 10°C, o que significa alta intensidade e impacto muito negativo na vida da população, de acordo com professor Ugeda.

Os indícios científicos foram comprovados de forma empírica com o auxílio de servidores do Juizado Volante Ambiental (Juvam) e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). No dia 31 de janeiro, o aparelho psicrômetro do Inmet aferiu a temperatura atmosférica de 37,4°C na Avenida Historiador Rubens de Mendonça, por volta de 14h30, e 27,6°C dentro do Parque Mãe Bonifácia, por volta das 15h do mesmo dia.

A presença de vegetação também pode chegar a diminuir até 15 graus Celsius a temperatura da superfície da terra, conforme apontou o termômetro de sensor de superfície do Juvam. No solo gramado, aferiu-se a temperatura de 30°C, enquanto, no concreto, a temperatura foi de 45°C, ambas dentro do Parque Mãe Bonifácia aferidas no mesmo dia.

Nesse contexto, a arborização urbana surge como a melhor maneira de amenizar os problemas ocasionados pelas ilhas de calor e outros fenômenos do clima urbano, conforme destaca o professor Ugeda. Os principais benefícios são inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores.

“A vegetação é a primeira ação que o poder público deveria tomar para provocar não só uma amenização térmica, mas de maneira geral uma melhoria na qualidade ambiental urbana. É a intervenção pública menos onerosa que a prefeitura municipal pode fazer”, defende o pesquisador.

Pensando nisso, essa é uma das bandeiras de atuação socioambiental do Poder Judiciário de Mato Grosso, que desenvolve o projeto Verde Novo desde 2017, com o intuito de rearborizar Cuiabá e devolver o título de Cidade Verde perdido ao longo dos anos. O projeto promove ações de plantio, distribuição de mudas e também de conscientização das pessoas sobre a importância das árvores para Cuiabá.

Em 2018, foram realizadas 72 ações em escolas, creches, espaços públicos, rodovias e canteiros, resultantes em cerca de 25 mil árvores que ganharam vida em Cuiabá. Para este ano, estão previstas mais de 100 ações, sobretudo em pontos críticos onde a arborização é extremamente necessária.

“Ao longo do projeto, estamos analisando os locais onde há o déficit de áreas de arborização. Utilizamos imagens de satélite, mapeamos a quantidade de árvores plantadas por região, densidade e quantidade de espécies, para que as ações do projeto sejam homogêneas”, explica o engenheiro florestal do Verde Novo, Marcelo de Figueiredo. Uma das próximas ações do projeto será realizada no dia 16 de fevereiro (sábado), na área verde do Córrego do Araés, ao lado do supermercado Comper da Avenida Miguel Sutil. Cerca de 500 mudas serão distribuídas e outras 100 plantadas às margens da nascente.

Disponível em: <https://www.sonoticias.com.br/geral/cuiaba-possui-ilhas-de-calor-com-temperaturas-ate-10o-c-mais-quentes/> . [19]

A) De acordo com o texto apresentado defina “Ilha de calor”.

B) Por que uma “Ilha de calor”, em Cuiabá, provoca mais impactos negativos, na vida das pessoas do que em uma região urbana de clima temperado?

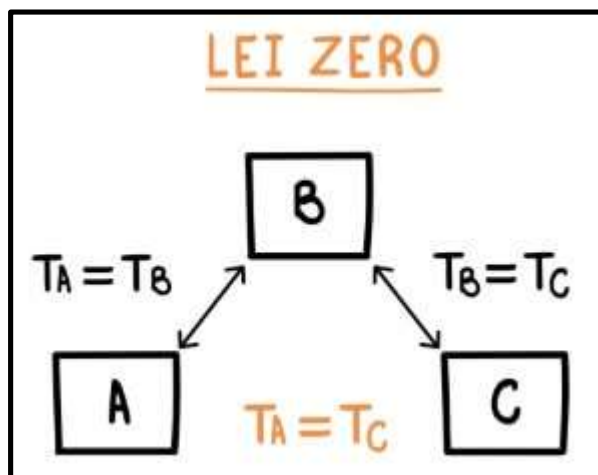
C) O texto aponta a arborização como a principal ação para amenizar os efeitos causados pelas “Ilhas de calor”. Quais seriam esses benefícios?

A) Sabendo que com a presença da vegetação arbórea é possível diminuir em até 15°C a temperatura da superfície local. Considerando que a nossa cidade fosse densamente arborizada e tomando a nossa máxima temperatura registrada no verão de 2020/2021 que foi de 44°C , calcule, em porcentagem, a amplitude térmica que o clima local sofreria.

.3.4 - Aula 7 e 8 – O gás ideal, 1ª lei, e a lei zero da termodinâmica. Assimilando os conceitos.

Atividade 1–Registrando o conceito da Lei zero.

Figura 11 - A lei zero da Termodinâmica.



Fonte: <https://resumos.mesalva.com/lei-zero-termodinamica-primeira-lei-termodinamica/>. [20].

“Se dois corpos A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então, estão em equilíbrio térmico um com o outro” (Halliday, Resnick, & Walker, 1996) [21]. Esse é a recente e famosa Lei Zero da Termodinâmica, esta denominação foi dada por Ralph H. Fowler (1899 – 1944), físico inglês após estudos e experimentos, na busca de respostas para o fenômeno da sensação de frio e quente chegou ao postulado no século XX. Estudando os fenômenos que envolvem trocas de calor entre os corpos era preciso estruturar a apresentação da lei na termodinâmica, mas, como sabemos a primeira e a segunda lei já faziam parte dos conceitos da termodinâmica Fowler pensou nessa terminologia lei zero, usada pela física até os dias de hoje. Sabemos que o equilíbrio térmico entre dois corpos ocorre quando suas temperaturas são iguais. Pelo contato entre o corpo e um termômetro durante um certo intervalo de tempo podemos perceber que ocorre o equilíbrio térmico quando o termômetro registra a mesma temperatura do corpo.

Atividade 2 – Assimilando os conceitos

Para os conceitos de gás ideal e a primeira Lei da Termodinâmica, recorreremos ao material apostilado do programa Escolas Conectadas na área de conhecimento CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias) para o componente curricular Física. Este material foi elaborado pela SAGE (Secretaria Adjunta de Gestão Escolar) da SEDUC-MT, que traz também com muita propriedade e contextualização o assunto em questão. Disponível

em:

<http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15768458/CADER>

[NOS+DE+ATIVIDADES_CNT_2ano_EM_NOVEMBRO.pdf/d38384d4-0e44117d-0ca3-08e3485af5ab](#) [22].

3.3.5 - Aula 9 e 10 - Construção de duas miniestações meteorológica com Arduino-reconciliação progressiva e diferenciação integrativa dos conceitos estudados.

Atividade 1– O que vamos precisar?

2 unidade-Arduino Uno ou Nano com cabo USB

2 unidade-Protoboard 830 furos

80 unidades -Jumper macho x macho

20 unidades -Jumper macho x fêmea

2 unidades - Relógio RTC DS3231

2 unidades - Modulo leitor cartão SD

2 unidades - Display OLED 0,96” 12C

2 unidades - DHT22 – Temperatura e umidade

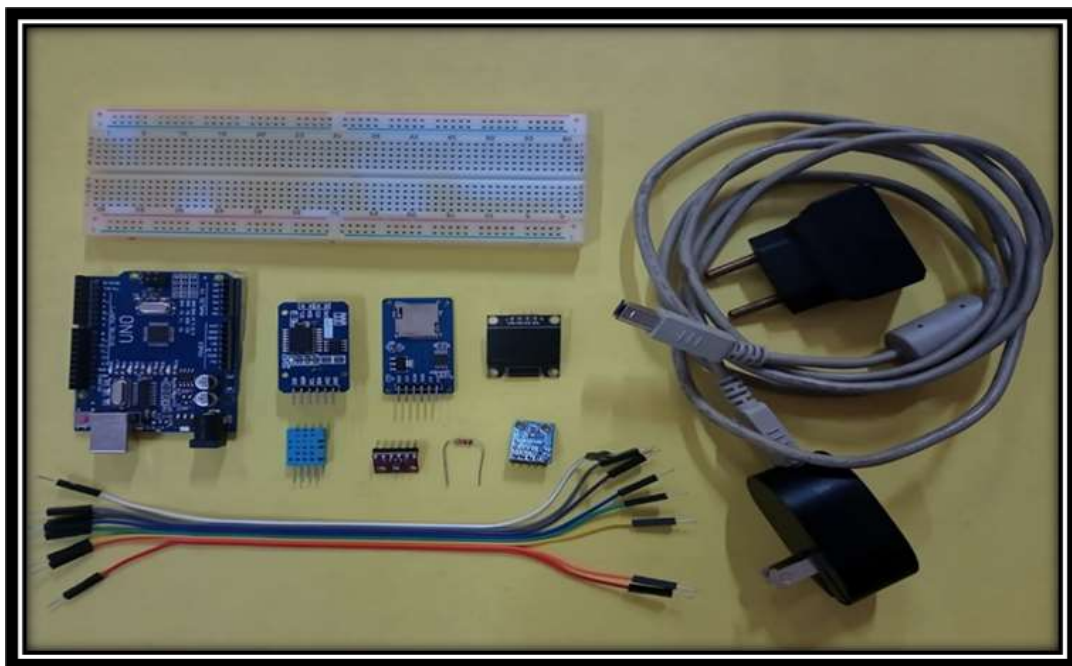
2 unidades - Sensor de radiação BH1750

2 unidades - Sensor de pressão BMP280

4 unidades- Resistor 220R

4 unidades - Resistor 10K

Figura 12 - Componentes do protótipo da estação meteorológica.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig . [23]

Atividade 2 – Para conhecer o Arduino Uno

Para esta atividade o professor pode pedir para que os alunos assistam ao vídeo: Arduino para iniciante. Disponível em: Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig . [23]

Atividade 3 – Carregar o programa do Arduino Uno- IDE- no computador ou celular Android.

Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software> . [24]

Atividade 4 – Instalação, programação e teste de sensores, ver o capítulo 4 seção 4.3.

As instalações e testes dos sensores seguirão a ordem: sensor de temperatura e umidade do ar DTH22, pressão BMP280, radiação BH1750, o relógio RTCDS3231; o módulo leitor cartão SD e o display OLED 0,96” 12C, instalados ao Arduino Uno por meio de uma placa protoboard 830 furos, que por vez estará conectado ao computador.

3.3.6 - Aula 11 - Coleta e interpretação dos dados coletados

Admitindo que a atmosfera que nos rodeia se comporta como um gás ideal, sendo regida pela lei dos gases ideais, pretende-se analisar as variáveis termodinâmicas em dois ambientes: um com muita cobertura vegetal arbusto/arbóreo e outro com nenhuma cobertura vegetal, do entorno da escola. Com a coleta de dados, analisaremos as possíveis variações de temperatura, pressão, umidade do ar e luminosidade, nos dois ambientes. Os protótipos de estação meteorológicas devem serem ligados, ao mesmo tempo e transcorrer um ciclo de 12, 24 ou 48 horas. Transcorrido o período para coleta e registro dos dados em uma área com e outra sem cobertura vegetal, deve se fazer as interpretações, por meio das análises gráficas das variáveis termodinâmicas envolvidas, considerando que a atmosfera é constituída por gases e que os processos que ocorrem nela, próximos à superfície analisada, com uma boa aproximação comporta-se como um gás ideal e, portanto, obedeçam à Lei dos Gases Ideais $PV=nRT$ e que as compressões e expansões sofridas sejam aproximadamente adiabáticas. Levaremos em conta também que a

Entropia da atmosfera próxima à superfície aumenta positivamente, confirmando, assim, a Segunda Lei da Termodinâmica.

3.3.7 - Aula 12 – Apresentação dos gráficos obtidos, aplicação do pós-teste e avaliação da SD. Reconciliação progressiva e diferenciação integrativa.

Atividade 1 Análise dos gráficos obtidos a partir dos dados coletados.

Nesta atividade o professor deve explicar como se constrói os gráficos a partir dos dados coletados nas estações meteorológicas, disponibilizados no cartão USB, após o período estabelecido

Atividade 2 – Aplicação do Pós-teste

Escola:.....

.....Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Componente Curricular - Física - Termodinâmica - Unidade temática: Matéria e energia.

Profº:.....

.....

Aluno:.....Turma:.....

.....

Conforme o exposto sobre Termodinâmica, assinale a alternativa correta.

1- Cuiabá no contexto nacional.

O ano de 2020 foi marcado por vários acontecimentos, dentre eles o aumento da temperatura, estiagem de chuvas e muitas queimadas em nossa região. Cuiabá já é conhecida nacionalmente conhecida como CUIABRASA! Esse fato ocorreu porque os termômetros da cidade chegaram a marcar temperaturas de 44°C e sensação térmica de 48°C. Disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabrasa-00543945.amp.html> . [10].

Sobre o fato relatado, podemos afirmar que:

- a) A sensação térmica não está relacionada com a capacidade de detectarmos, por meio dos sentidos, o quanto ganhamos ou perdemos de calor para o meio ambiente.
- b) Os termômetros registram apenas a temperatura de corpos com maior agitação térmica.
- c) A velocidade do vento intensifica a evaporação da água, presente em nossa pele quando estamos molhados, o que provoca o aumento da temperatura da mesma.
- d) Para nós, que vivemos em um país tropical, o conceito de sensação térmica pode até ser pouco importante e pouco conhecido, embora saibamos que a brisa e o vento nos refrescam. Porém, em países frios, o abaixamento de temperatura causado pelo vento pode provocar diversos problemas sérios à saúde, como exemplo podemos citar a hipotermia.

2 - Analise a gravura abaixo:

Figura 13 - Calor bate recorde.



Fonte: Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/95349717097624687/> . Acesso em abril de 2021[11].

O sol é fonte de luz e calor. Mesmo estando sob uma sombra continuamos recebendo radiação solar de forma indireta. Com base nesta afirmação, assinale a alternativa correta.

- a) O sol emite alguns tipos de radiação, cada um com efeito diferente sobre a pele. A radiação visível libera radicais livres que provoca o envelhecimento da pele, o infravermelho penetra profundamente na pele, atravessa vidros, e é responsável pelo bronzeamento e pelo surgimento de manchas e rugas, além de provocar câncer de pele. Já a radiação ultravioleta é responsável pela produção de calor.
- b) O surgimento de uma ilha de calor, em Cuiabá, não provoca impacto na vida das pessoas, pois, não temos desconforto térmico ao longo de todo o ano.
- c) Os efeitos danosos da luz sobre a pele humana e animais não podem ser atribuídos somente ao comprimento de onda isolado de radiação, mas sim da interação de diferentes radiações, ou seja, entre diferentes faixas de comprimentos de onda, como a luz visível, radiação UV e infravermelho.
- d) A falta de cobertura vegetal nas áreas urbana traz benefícios como: inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores.

3 - Leia e pense sobre a tirinha, abaixo:

Figura 14 - O melhor de Calvin.



Fonte: Disponível em: <https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes/24e9cb6b-e9> .
Acesso em abril de 2021[12].

Na tirinha, Calvin fica irritado com a sensação de frio ao entrar em sua casa. Por vez, o seu pai apresenta a solução do seu problema, colocando-o para fora de casa alguns minutinhos. Com isso, ao entrar novamente, ele pode sentir uma sensação agradável. Esse fato pode ser explicado pelo conceito de calor que é energia em trânsito de um corpo para o outro sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Neste pensar ao sair para fora Calvin perceberá que flui calor:

- a) Do seu corpo para o ambiente
- b) Do ambiente para seu corpo
- c) Do corpo do seu pai para ele
- d) Da parte superior do seu corpo para a parte inferior

4- A reportagem da revista Época traz a seguinte manchete!

“Desmatamento pode elevar temperatura na Amazônia em 1,45°C”.

“Um novo estudo de modelagem descobriu que o irrestrito desmatamento da Amazônia brasileira e do cerrado pode resultar na perda de 606.000 quilômetros quadrados de floresta até 2050, levando a aumentos nas temperaturas locais de até 1,45°C, além de aumentos globais de temperatura”. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/>. [13].

Conforme a notícia apresentada, podemos afirmar que:

- a) A perda de florestas tem preocupado a comunidade científica internacional, pois sabemos que as florestas, em sua fase de desenvolvimento, consomem o Oxigênio (O) e liberam para o ambiente o Dióxido de carbono (CO₂).
- b) O aquecimento global está se intensificando a cada ano, devido à emissão demasiada de gases do efeito estufa, principalmente os provindos da queima de combustíveis fósseis.

- c) A COP-26 (Conferencie of Parts), que aconteceu em Glasgow, na Europa, no mês de novembro de 2021, estabeleceu uma meta de aumentar 1,5°C a temperatura do nosso planeta até 2030.
- d) Sabemos que a queima de combustíveis fósseis é responsável direta pela emissão de Dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, tendo como consequência apenas o aumento da temperatura local.

5 - Reflita sobre a proposição abaixo:

Figura 25 - Sensação térmica.



Disponível em: Disponível em; <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.html> . Acesso em abril de 2021[14].

Os termômetros são instrumentos que permitem medir o grau de agitação térmica molecular de um dado corpo ou sistema com precisão. Se um corpo apresentar as propriedades termométricas tais como: massa, temperatura, pressão, volume, corrente elétrica, pode ser um termômetro. Nesse pensar, o gato do tio Osvaldo pode ser um termômetro, em tese, contudo:

- a) Para ter precisão um termômetro não pode ter uma massa muito maior que a do objeto a ser aferido, pois isso, alteraria a temperatura do objeto.
- b) Para aferir a temperatura de corpo ou sistema não precisamos esperar o termômetro entrar em equilíbrio térmico

- c) Termômetros clínicos podem aferir a temperaturas de corpos ou sistemas acima de 50°C ;
- d) Os termômetros de radiação medem temperaturas entre -50°C e 3000°C e precisa manter contato com o corpo ou sistema a ser medido.

6 - Um pouco de romance

Figura 26 - Tirinha das meninas vampiras



Disponível em: <https://meninasvampiras.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/>.

Acesso em abril de 2021[15].

O fato de Edward não conseguir aquecer Bella deve-se ao fato de que ele possui sangue “frio”, enquanto Jacob tem sangue “quente”, de acordo com a saga Crepúsculo. Os corpos podem ter diferentes graus de agitação molecular que lhes conferem uma maior ou menor temperatura, sendo assim, Jacob leva vantagem, pois possui uma maior agitação térmica molecular portanto, maior temperatura corporal. Analisando a questão Jacob transfere a Bella:

- a) Mais amor pois ele a abraça.
- b) Mais temperatura que é energia em trânsito de um corpo para outro.
- c) Mais calor e, conseqüentemente, sua temperatura aumenta, no sentido do corpo de maior para menor até entrarem em equilíbrio térmico.

d) Menos calor, porque neste caso o que importa é elevar a temperatura de dela.

7- Analise a situação de Calvin.

Figura 27 - Tirinha sobre termometria.



Fonte: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html> . Acesso em maio de 2021[16]

A Lei zero da termodinâmica anuncia que se o corpo A está em equilíbrio com o corpo B e, se este estiver em equilíbrio com o corpo C, então C estará em equilíbrio com A. Supondo ser A água quente, B a água fria e C o Calvin, o fato de misturar água fria com a água quente da banheira resultará no equilíbrio térmico entre A e B e, ao retornar a banheira, Calvin, o corpo C, também entrará em equilíbrio térmico, sendo assim possível o banho. De acordo com a situação exposta, podemos concluir que:

- a) O equilíbrio térmico se caracteriza por ser um fenômeno elétrico
- b) Corpos diferentes não entram em equilíbrio térmico, pois são constituídos de matéria diferente.
- c) O equilíbrio térmico se caracteriza quando corpos ou sistemas se encontram na mesma temperatura.
- d) Sistemas e corpos que estejam com a mesma temperatura não estarão, necessariamente, em equilíbrio térmico, por conta da sensação térmica.

Atividade 3 – Avaliação da Sequência Didática: “Clima quente”

Para avaliar a aplicação da SD, “Clima quente”, o professor pode aplicar o questionário abaixo que permitirá evidenciar as etapas que contribuíram ou dificultaram o desenvolvimento desta.

Dê sua opinião, pois ela ajudará nos próximos estudos utilizando esta sequência didática.

1 – A Sequência Didática “Clima quente” tratou de assuntos de sua vivência?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

2 – Os vídeos apresentados estavam de fácil compreensão?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

3 – O material impresso (Apostilas da Escola Conectadas da SEDUC-MT) era de fácil interpretação?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

4 – O Mapa Conceitual sobre calor facilitou entender os conceitos de calor e temperatura?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

5- A montagem, instalação e a leitura dos dados obtidos ocorreram de forma lógica, contribuindo para construção dos conceitos de calor, temperatura, sensação térmica, ilha de calor e outros?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

CAPÍTULO 4

MONTAGEM E FUNCIONAMENTO DOS PROTÓTIPOS DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA.

4.1- LISTA E AQUISIÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais são facilmente encontrados em lojas de eletrônicos da capital, sendo possível encontrar, também, com grande facilidade em sites especializados em aparelhos e componentes eletrônicos, onde a consulta de orçamentos e aquisição dos componentes são de fácil acesso. Na figura abaixo temos um orçamento atualizado, para o julho de 2022, de um dos principais sites de materiais e componentes eletrônicos, em loja virtual, para os dois protótipos de estação meteorológica, com seus respectivos valores para a data de consulta.

Lista de materiais:

- 2 unidades - Arduino Uno ou Nano com cabo USB
- 2 unidades -Protoboard 830 furos
- 80 unidades -Jumper macho x macho
- 20 unidades -Jumper macho x fêmea
- 2 unidades - Relógio RTC DS3231
- 2 unidades- Módulo leitor cartão SD
- 2 unidades - Display OLED 0,6” 12C
- 2 unidades - DHT22 – Temperatura e umidade
- 1 unidade- Sensor de radiação BH1750
- 2 unidades - Sensor de pressão BMP280
- 4 unidades - Resistor 220R
- 4 unidades - Resistor 10K

Figura 18 – Orçamento de materiais em loja virtual.



MAMUTE ELETRÔNICA LOJA
MAMUTE ELETRÔNICA LTDA - ME
RUA VITORIA, 125 LOJA
01210-001 SANTA EPICÊNIA - São Paulo / SP
CNPJ: 07.309.900/0001-89 Insc. Estadual: 14402909118
Telefone(s): 3222-8818

ORÇAMENTO
Nro.: 228584/1
Data de Abertura: 11/08/2022 08:54
Data de Fechamento: 11/08/2022 09:23

Cliente
Catálogo: 1
Nome Completo: CONSUMIDOR
Nome Fantasia: CONSUMIDOR
CPF: 192.168.18.108
Endereço: CONSUMID - R VITORIA, 125 (SANTA EPICÊNIA) - SÃO PAULO - SP - CEP: 01210-001
Telefone: consumidor - (32)2111-3222-8774

Pedido
Motivo: Faltou
Usuário Abertura: Faltou
Vendedor: Faltou
Comissão:
Observação da Nota:

Entrega
Endereço Entrega: CONSUMID - R VITORIA, 125 (SANTA EPICÊNIA) - SÃO PAULO - SP - CEP: 01210-001 [copia o mapa](#)

Expediente
Quantidade: 0.0
Espécie:
Peso Bruto: 0.871
Peso Líquido: 0.871
Cubagem: 0.785.7
Valor Seguro R\$ 0.00
P.P.:
Com Afreio: não
Com Seguro: não
Valor Desconto Seguro: R\$ 842.00

Item	Código	Produto	NCM	Observação	Un	Qtd	Valor	Total
1	18847	Armadilha Lixo R3 sem Cabo	8488.91.00		un	2	108.0000	216.00
2	7978	Protetor para 9.50 Ppinto	8534.00.10		un	3	24.0000	72.00
3	8710	R3 Jumpat Maquina e Maquina 20cm - 40 Peças	8534.42.00		un	2	20.0000	40.00
4	8710	R3 Jumpat Maquina e Maquina 20cm - 20 Peças	8534.42.00		un	1	12.0000	12.00
5	18812	Módulo Relógio de Tempo Real RTC - DS3231	8473.30.49		un	2	32.0000	64.00
6	18843	Adaptador Mini SD	8542.31.00		un	3	12.0000	36.00
7	18844	Display OLED 128x64 Pn - 0.96" - 4 Pin - Azul e Branco	8547.41.00		un	3	72.0000	216.00
8	18845	Modulo Sensor de Umidade e Temperatura DHT22	8547.39.00		un	3	66.0000	198.00
9	17733	Sensor Temperatura e Resistência BME280	8542.31.00		un	3	22.0000	66.00
10	122	Resistor Filme de Carbono 200R 0.25W (1/4W) 5%	8535.10.00		un	4	0.0500	0.20
11	122	Resistor Filme de Carbono 10K 0.25W (1/4W) 5%	8535.10.00		un	2	0.0500	0.10
							TOTAL PRODUTOS:	842.00
							TOTAL:	R\$ 842.00

Observações
Vendedor(s): Faltou
Condição de Pagamento:
Sal:
Itens:
Confirmação:
AUTORIZAÇÃO E FORMALIZAÇÃO DO MESMO CONFORME
DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS ACIMA SELECIONADOS

Fonte: <https://www.mamuteeletronica.com.br/>. Acesso em julho de 2022 [25]

4.2 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS

4.2.1. Plataforma Arduino

A plataforma Arduino, criada em 2005 na Itália, é uma plataforma de prototipagem de hardware eletrônica. Para esse projeto faremos uso do Arduino UNO R3, cotado a R\$150. O Arduino UNO é composto por 14 pinos digitais de entrada/saída, sendo 6 entradas com

Modulação por Largura de Pulso (PWM), 6 entradas analógicas, conexão USB, entrada de alimentação e botão de reset. A plataforma Arduino foi a escolhida para uso neste projeto por sua facilidade de uso, sendo uma tecnologia emergente e conta com diversas fontes de consulta; seu custo relativamente baixo na aquisição da plataforma e de seus sensores; ser multiplataforma; IDE de programação baseada em uma linguagem padrão C/C++; hardware e software de fonte aberta; conta com bibliotecas para facilitar o desenvolvimento de aplicações sem a necessidade de programar a nível de hardware; ampla variedade de sensores e shields para estender as funcionalidades do Arduino. [26]

Figura 19 - Plataforma Arduino Uno.



Fonte: autora

Para aferir os valores das variáveis termodinâmicas nesta proposta, fizemos uso de sensores compatíveis com a plataforma Arduino, sendo descritos a seguir.

4.2.2 SENSORES COMPATÍVEIS COM A PLATAFORMA ARDUINO

4.2.2.1 Sensor de temperatura e umidade - DHT22

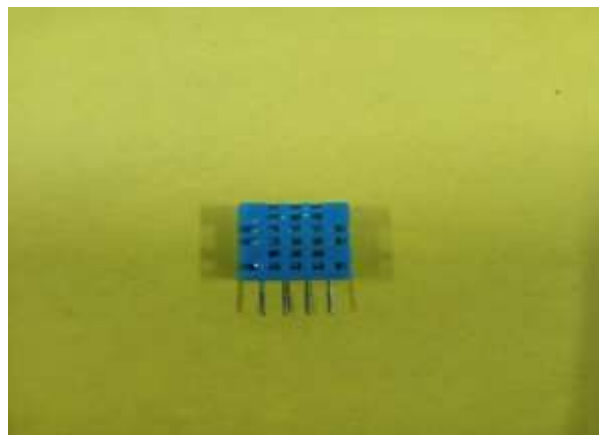
O sensor DHT22, cotado a R\$65,00 é capaz de efetuar leituras de temperatura entre -40 à 80°C e umidade relativa do ar entre 0 a 100%, conforme as especificações técnicas abaixo:

- Alimentação: 3.3 ~ 6V DC;

- Sinal de Saída: Sinal digital via single-bus;
- Elemento de detecção: Capacitor de polímero;
- Faixa de operação: Umidade 0-100%RH; temperatura -40~80°C;
- Precisão: Umidade 0.1%RH; temperatura 0.1°C.

Disponível em <https://datasheetspdf.com/pdf-file/792211/Aosong/DHT22/1>. Acesso em setembro de 2021 [27]

Figura 20 - Sensor de temperatura e umidade DT22.



Fonte: autora

O sensor foi utilizado para aferir umidade e temperatura por meio da biblioteca DHT-sensor-library-master da Adafruit Industries. A conexão é realizada através de 4 pinos, sendo 2 dedicados à alimentação, um pino digital para comunicação e o pino null. No projeto o

módulo foi alimentado com a saída 5V do Arduino com o auxílio de uma protoboard e o canal de comunicação conectado diretamente ao pino digital 8 do Arduino.

4.2.2.2 Sensor de Pressão Barométrica – BMP280

O sensor BMP180, cotado a R\$ 24, é capaz de mensurar a pressão atmosférica e temperatura do ambiente. O sensor é conectado ao Arduino utilizando por padrão o pino analógico 4 para a conexão ao SDA (Serial Data) e o pino analógico 5 para o SCL (Serial clock), e dois pinos reservados para alimentação de 3.3V. Para realizar a comunicação

utilizamos a biblioteca Adafruit-BMP085-Library-master desenvolvida pela Adafruit Industries. Como o protótipo de estação meteorológica já contava com um medidor de temperatura, o DHT22, utilizamos apenas os valores da pressão atmosférica fornecida pelo BMP180. Veja, abaixo algumas especificações para o modelo BMP280

- Marca: OEM
- Tensão de operação: 3V
- Consumo de corrente: $2.7\mu\text{A}$
- Interfaces: I2C e SPI
- Faixa de medição pressão: 300 – 1100hPa (equiv. +9000 à -500m acima/abaixo do nível do mar)
- Precisão: $\pm 0.12\text{hPa}$ (equiv. $\pm 1\text{m}$)
- Faixa de temperatura: -40 a 85 °C
- Precisão temperatura: $\pm 1.0\text{ °C}$
- Material: Termoplásticos/Metal
- Origem: China
- Tamanho: 15mm Largura x 12mm Profundidade x 2.3mm Altura
- Peso: 1,4g

Disponível em: <https://cdn.awsli.com.br/945/945993/arquivos/Datasheet-BMP280-DS001-11.pdf>
Acesso setembro de 2021[28]

Figura 21 - Sensor de Pressão BMP280.



Fonte: autora

4.2.2.3 Sensor de luminosidade B1750

O Sensor de Luz BH1750FVI Lux, cotado no Mercado Livre em R\$ 42,00 pode determinar a quantidade de luz (medida em lux), que está incidindo sobre o sensor, e mostrar esse resultado em um display ou acionar portas do microcontrolador em determinadas situações de luminosidade.

A interface de comunicação com o microcontrolador é a I2C, o que facilita o processo de conexão e configuração. Para esse projeto fez-se necessário soldar uma barra com quatro pinos ao sensor.

Especificações técnicas:

- Chip BH1750FVI
- Modelo: GY-30
- Tensão de operação: 3 a 5V DC
- Faixa de medição: 1 a 65.535 Lux
- Resolução: 1lx (lux)
- Comunicação: I2C
- Dimensões (CxLxE): 32 x 15 x 2mm
- Peso: 1,6g

Disponível em: <https://www.4hobby.com.br/produto/sensor-de-luminosidade-bh1750fvi-lux.html> . Acesso setembro de 2021.[29]

Figura 22 - Sensor de radiação B1750.



4.2.2.4 Relógio de Tempo Real - RTC DS3231

O relógio de tempo real (Real Time Clock - RTC), módulo DS1307, com valor cotado em R\$32,00, tem por função fornecer informações de data e hora. Ele conta com uma bateria 2032 que tem o objetivo de prover sua autonomia energética, evitando possíveis inconsistências nos dados de data e hora por falta de energia. Disponível em:

<https://www.filipeflop.com/produto/real-time-clock-rtc-ds3231/> . Acesso em setembro de 2021.[30].

Figura 23 - Relógio RTC DS3231.



Fonte: autora

4.2.2.5 Módulo Cartão SD Card

O Módulo de Cartão SD Card cotado em R\$15,00 permite a leitura e escrita de informações em cartão de memória SD, com fácil ligação ao Arduino e outros microcontroladores. No projeto fizemos uso do módulo para armazenar os valores aferidos pelos sensores em determinado instante de tempo obtido pelo RTC. O armazenamento automático permite a autonomia de medições feitas pelo protótipo de estação meteorológica em intervalos de tempo programados.

Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-cartao-sd-card/> . Acesso em setembro de 2021[31].

Figura 24 - Cartão SD Card.



Fonte: autora

4.2.2.6 Display OLED, 96' 12C

O display Oled i2c azul amarelo 0.96 polegadas, cotado em R\$72,00 é uma opção muito interessante para quem busca visualizar pouca informação, mas ainda com muita nitidez. Isso é possível devido ao alto contraste dos displays OLED (Organic Light-Emitting Diode). Cada um dos 128×64 pixels são controlados individualmente via I2C pelo chip controlador SSD1306. O display OLED tem luz própria, logo não há necessidade de backlight, o que intensifica seu contraste e economiza muita energia. Para facilitar a sua vida uma barra de 4 pinos já vem soldada e você pode conectar diretamente ao seu protoboard.

Especificações Técnicas:

- Tensão de operação: 2,2—5,5V
- Controlador: SSD1306
- Cor: azul e amarelo
- Comunicação 12C
- Resolução 128 x 64
- Dimensões: 30x27mm
- Peso: 10g. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/display-oled-0-96-i2c-azul-amarelo/> . Acesso em setembro de 2022 [32]

Figura 25 - Display OLED, 96' 12C.



Fonte: autora

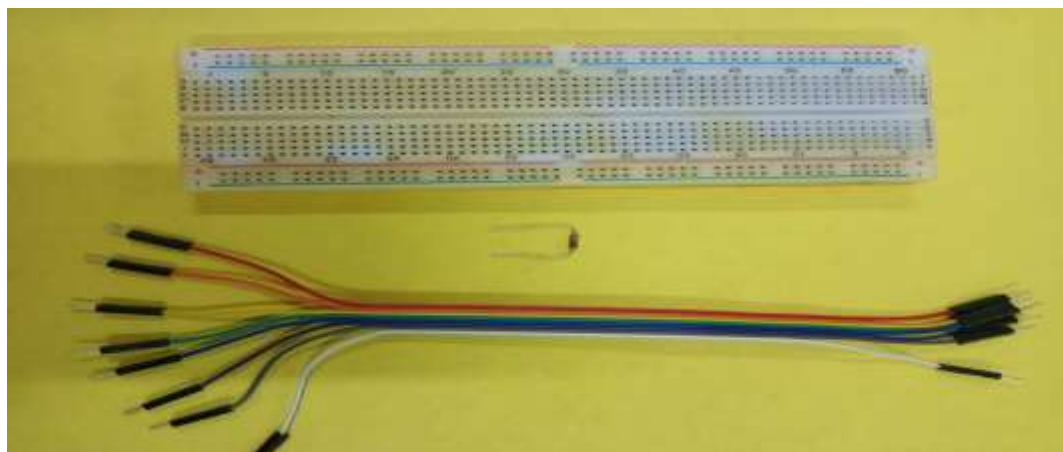
4.2.2.7 Protoboard, resistores e Jumpers

A protoboard ou matriz de contato, contada a R\$24,00, é utilizada como base para a criação de circuitos eletrônicos. Nela contém furos ligados na vertical e horizontal por uma placa metálica localizada logo abaixo, no qual tem como vantagem dispensar o uso de solda no momento da prototipação de circuitos, podendo fazê-lo por meio dos jumpers.

Os jumpers, cotado a R\$22,00, são pequenos condutores metálicos, cuja a finalidade é conectar dois pontos distintos de um circuito eletrônico. Sua estrutura é composta normalmente por um fio condutor metálico encapsulado por material isolante.

O resistor cotado a R\$ 0,05 a unidade tem a finalidade de transformar energia elétrica em energia térmica ou limitar a corrente elétrica, bem como proteger os componentes e aumentar a vida útil. No projeto foi utilizada uma protoboard de 830 pontos. O resistor 220R e jumpers para a prototipação da estação como forma de prover a interligação entre a placa Arduino e os sensores.

Figura 26 - Protoboard, resistor e Jumpers.



Fonte: autora

4.3 MONTAGEM DAS ESTAÇÕES MICROMETEOROLÓGICAS

4.3.1 Estrutura física (hardware)

A estação foi construída a partir de instrumentos alternativos e de baixo custo se comparados com os equipamentos convencionais utilizados para a instrumentação de estações micrometeorológicas em versões comerciais. Como controlador e armazenador de dados, utilizamos um módulo Arduino Uno (figura 5), que é um microcontrolador de 16 MHz com 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador cerâmico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou alimentá-lo com um adaptador AC-to-DC ou bateria para começar. Disponível em: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3> . Acesso em setembro de 2021[33].

Figura 27 - Módulo microcontrolador Arduino Uno.

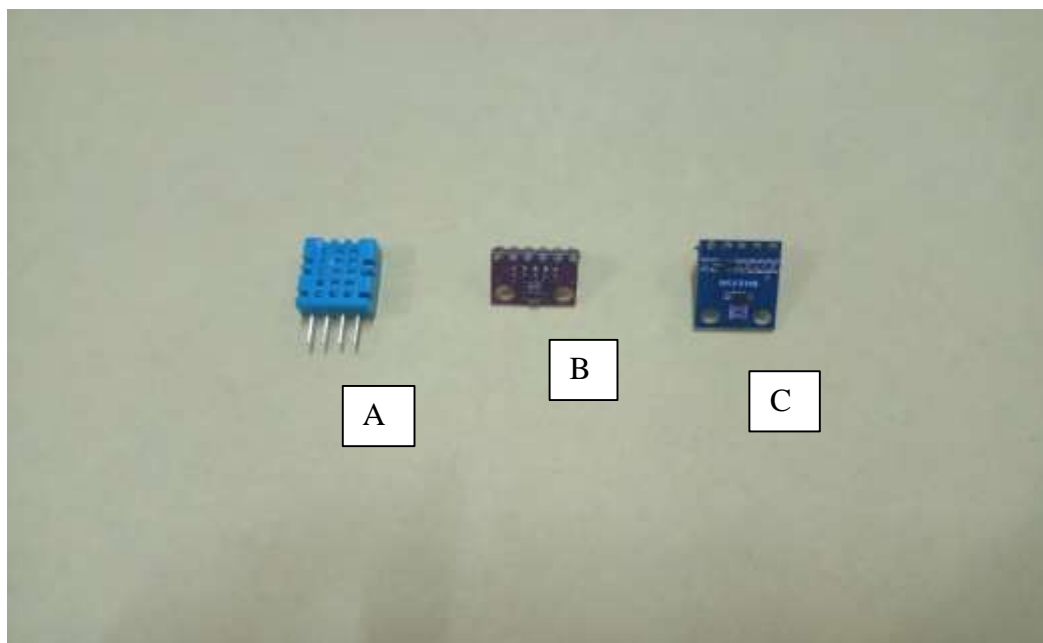


Fonte: autora

Ligados ao microcontrolador, utilizamos um relógio de tempo real de alta precisão, RTC da sigla em inglês, modelo DS3231 que é o responsável por suprir a data e hora atual para

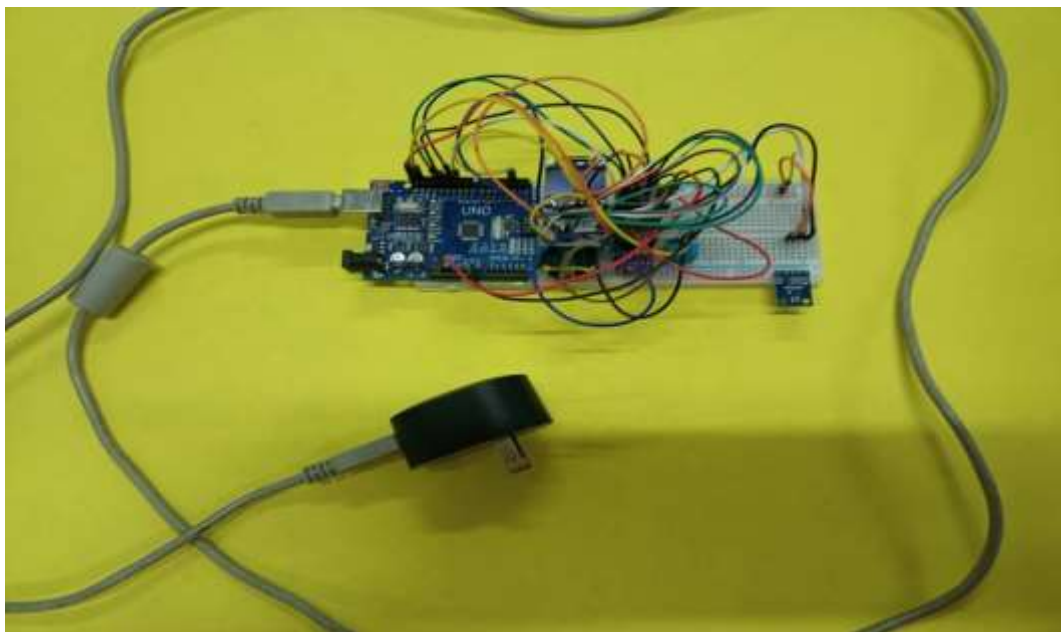
o microcontrolador, que não possui essa função. A estabilidade do relógio permite que ele funcione por meses sem precisar de ajuste de data e hora. Também ligamos ao microcontrolador uma pequena tela OLED para que possamos visualizar os dados em tempo real sem a necessidade de um computador ligado ao microcontrolador. Utilizamos três sensores ligados ao microcontrolador (figura 2): um barômetro modelo BMP280, que tem a capacidade de medir pressão atmosférica e temperatura ambiente, um termohigrômetro modelo DHT22, que mede também a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar, e um sensor de luminosidade BH1750, que mede a intensidade de fluxo luminoso. Este último sensor foi calibrado com um piranômetro de referência para nos dar as medidas de fluxo luminoso solar em W/m². O diagrama final de montagem da estação, em sua forma física, pode ser visualizado na figura 29 e pelo diagrama na figura 30. Para o funcionamento da estação após a montagem, ela precisa ser alimentada com uma fonte externa de energia de 5 volts, e neste caso utilizamos carregadores portáteis de celular pela facilidade e comodidade de encontrar esse material.

Figura 28 - a) sensor de temperatura e umidade relativa do ar, b) Sensor de pressão atmosférica BMP280 e c) sensor de fluxo luminoso BH1750.



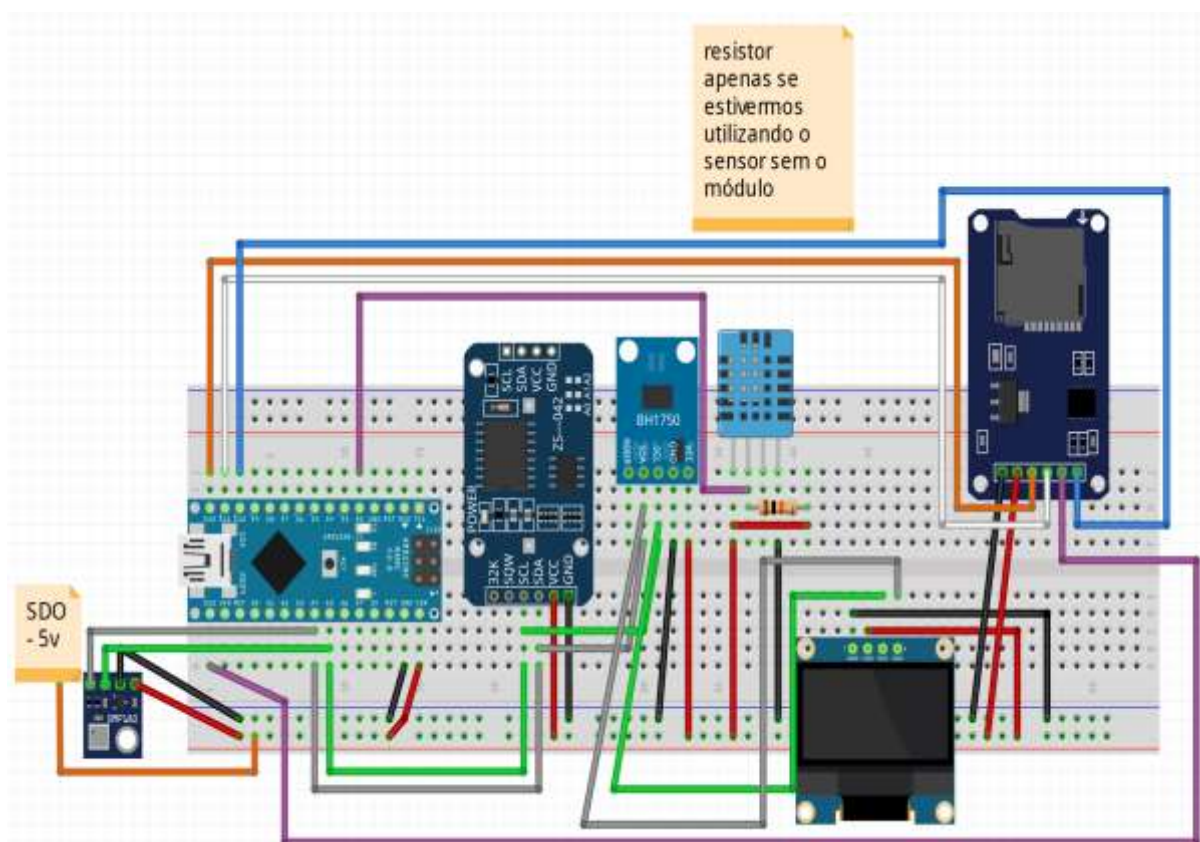
Fonte: autora

Figura 29 - Protótipo de estação meteorológica pronto.



Fonte: autora

Figura 30 - Diagrama de ligação dos sensores e periféricos nossa estação micrometeorológica. Programa Fritzing.



Fonte: Disponível em: <http://www.arduino.cc>> Acesso em: novembro de 2021[34].

4.3.2 Estrutura lógica

A programação do microcontrolador foi realizada através da interface desenvolvida pela própria Arduino, chamada de Arduino IDE, versão 1.8.16 (<https://www.arduino.cc/en/software>) [24], que é uma linguagem de programação baseada em C e estruturada para funcionar com os microcontroladores desenvolvidos pela Arduino e outros. O código foi escrito para coletar os dados dos sensores a cada 1 minuto, mostrar as informações na tela da estação e armazená-los em um arquivo de texto no cartão de memória, com os dados separados por ponto e vírgula. O código fonte da estação foi disponibilizado em domínio público, e pode ser consultado ou baixado através do seguinte link: <https://github.com/phza/estacaofirmware> [35].

As estações foram instaladas nas áreas do entorno da escola. Escolhendo dois ambientes distintos: um com cobertura vegetal e ou outro sem a presença da cobertura vegetal. Esses dados foram coletados do cartão de memória e importados em qualquer software para o pós-processamento dos dados. No trabalho com os alunos utilizamos o editor de planilhas eletrônicas Excel. Na figura 4, mostramos as primeiras linhas de um desses arquivos de dados gerados pela estação.

Figura 31 - Primeiras 20 linhas de um arquivo de dados gerado pela estação micrometeorológica após o processo de importação para um gerenciador de planilhas eletrônicas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TIMESTAMP	rad_global_Avg	rad_global_Std	HMP_AirTC_Avg	HMP_AirTC_Std	HMP_RH	bmp_press
2	01/12/2021 08:30	305.9	74.96	32.46	0.036	42.66	996.04
3	01/12/2021 08:31	334	9.66	32.38	0.022	43.01	996.03
4	01/12/2021 08:32	344.8	12.72	32.47	0.036	42.39	995.93
5	01/12/2021 08:33	359.7	0.958	32.38	0.046	41.98	995.91
6	01/12/2021 08:34	349.3	15	32.45	0.043	42.26	995.97
7	01/12/2021 08:35	325.6	74.37	32.31	0.052	42.87	995.88
8	01/12/2021 08:36	372.2	0.567	32.39	0.018	41.98	995.86
9	01/12/2021 08:37	378.9	2.207	32.32	0.053	42.32	995.84
10	01/12/2021 08:38	384.8	1.484	32.42	0.034	42.25	995.85
11	01/12/2021 08:39	388.7	1.318	32.41	0.022	42.53	995.91
12	01/12/2021 08:40	379.2	18.54	32.53	0.067	42.05	995.88
13	01/12/2021 08:41	398	2.289	32.52	0.065	41.81	995.89
14	01/12/2021 08:42	401	1.182	32.5	0.066	41.98	995.88
15	01/12/2021 08:43	403.2	0.997	32.67	0.018	41.71	995.9
16	01/12/2021 08:44	399.5	1.965	32.62	0.027	41.71	995.89
17	01/12/2021 08:45	398.4	1.035	32.83	0.045	41.84	995.9
18	01/12/2021 08:46	407.1	3.245	32.8	0.023	41.77	995.91
19	01/12/2021 08:47	416.1	2.091	32.83	0.036	41.3	995.92
20	01/12/2021 08:48	422.1	1.601	32.91	0.039	41.5	995.9

Fonte: autora

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio.** Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf. Acesso em: novembro de 2020.
- DRC-MT. **Documento de Referência Curricular para Mato Grosso. Ensino Médio.** SEDUC/MT, 2020.
- [2] CENNE, A. H. H.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. . **Relato de uma experiência didática envolvendo tecnologias computacionais no ensino de Física Térmica.** In: II Encontro Estadual de Ensino de Física - RS, 2007, Porto Alegre. Atas do II Encontro Estadual de Ensino de Física - RS. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 2007. p. 75-84.
- [4] CALLEN, HERBERT B. (1985). **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics.** 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-86256-
- [6] SANTOS, B. S. **Um Discurso sobre as Ciências.** São Paulo: Cortez, 2008. _____. Introdução a uma ciência pós-moderna. Rio de Janeiro, Graal, 1989. _____. O estado é o direito na transição Pós Moderna: para um novo Senso Comum sobre o Poder é o Direito. In: Crítica de Ciências Sociais, Coimbra, n. 30, p. 13-43, 1990.
- [7] AUSUBEL, D.P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge (2000).
- [8] MOREIRA, M. A.- **“O que é realmente aprendizagem significativa?”** Disponível em: Microsoft Word - O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.doc (ufrgs.br) , acesso em 01/08/2021.
- [09] COP-26: **Por que 1,5 é o número mais importante da cúpula das mudanças climáticas?** Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/02/cop26-por-que-15-e-o-numero-mais-importante-da-cupula-das-mudancas-climaticas.ghtml> . Acesso em dezembro de 2021.
- [10] ROSSEL, **Maju pode ser suspensa do Jornal Nacional pela brincadeira de Cuiabasa.** Blasting News Brasil, set. 2015. Disponível em: <https://br.blastingnews.com/tv-famosos/2015/09/maju-pode-ser-suspensa-do-jornal-nacional-pela-brincadeira-de-cuiabasa-00543945.amp.html> . Acesso em abril de 2021
- [11] CALOR BATE RECORDES. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/95349717097624687/> /. Acesso em abril de 2021.
- [12] BILL WATTERSON. **O melhor de Calvin.** Disponível em <https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes/24e9cb6b-e9> . Acesso em abril de 2021.
- [13] FAIRE, JAMES. **O calor chegou: a perda de árvores amazônicas pode aumentar a temperatura local em 1,45°C.** Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/07/o-calor-chegou-a-perda-de-arvores-amazonicas-pode-aumentar-a-temperatura-local-em-145c/> . Acesso em maio de 2021.

- [14] A ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. Disponível em: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/07/usando-diferentes-linguagens-para-ensino-de-fisica.html> . Acesso em maio de 2021.
- [15] HORA DE RIR: DR. PEPPER. Disponível em: <https://meninasvampiras.wordpress.com/2010/07/28/hora-de-rir-dr-pepper/> . Acesso em abril de 2021.
- [16] A ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. **Tirinhas para ensino de física: Termometria**. Disponível em: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html> . Acesso em maio de 2021.
- [17] MAPA CONCEITUAL. Disponível em: https://lucid.app/lucidchart/1e9213bc-35d7-4baa-B94d-61caa687d27d/edit?page=0_0&invitationId=inv_eb2f9343-64c6-4f9d-a7c0-3a3440fd6eda# . Criado em janeiro de 2021.
- [18] APRENDIZAGEM CONECTADA - **Atividades escolares - 2º ano do ensino médio**. Disponível em: http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15548486/MATERIAL_OUTUBRO_CNT_2_ano_EM+%281%29.pdf/86a516c7-8762-e33a-98f1-8b5cb509eb3c . Acesso em out. de 2020.
- [19] SÓNOTÍCIA - **Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes**. Disponível em: <https://www.sonoticias.com.br/geral/cuiaba-possui-ilhas-de-calor-com-temperaturas-ate-10o-c-mais-quentes/> . Acesso em maio de 2021.
- [20] MESALVA - **Lei da Termodinâmica e Primeira Lei da Termodinâmica**. Disponível em: <https://resumos.mesalva.com/lei-zero-termodinamica-primeira-lei-termodinamica/> . Acesso em março de 2021.
- [21] HALLIDAY, D., RESNICK, R., & WALKER, J. (1996). **Fundamentos de Física** (4ª ed., Vol. 2). Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1996.
- [22] APRENDIZAGEM CONECTADA - **Atividades escolares - 2º ano do ensino médio**. Disponível em: http://www.aprendizagemconectada.mt.gov.br/documents/14069491/15768458/CADERNOS+DE+ATIVIDADES_CNT_2ano_EM_NOVEMBRO.pdf/d38384d4-0e44-117d-0ca3-08e3485af5ab . Acesso em nov. 2020.
- [23] CURSO DE ARDUINO PARA INICIANTES – **Aula 01 – primeiros passos**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig . Acesso em nov. de 2021.
- [24] PROGRAMA ARDUINO IDE, disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software> . Acesso em November de 2021.
- [25] MAMUTE ELETRÔNICA. Disponível em: <https://www.mamuteeletronica.com.br/> . Acesso em julho de 2022.
- [26] ARDUINO – SOFTWARE. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino> . Acesso em outubro de 2021
- [27] DATASHEET- **Sensor DT22**. Disponível em <https://datasheetspdf.com/pdf-file/792211/Aosong/DHT22/1> . Acesso em setembro de 2021.

- [28] DATASHEET - **Sensor BMP280**. Disponível em:
<https://cdn.awsli.com.br/945/945993/arquivos/Datasheet-BMP280-DS001-11.pdf>.
Acesso setembro de 2021.
- [29] 4HOBBY- **Sensor de luminosidade**. Disponível em:
<https://www.4hobby.com.br/produto/sensor-de-luminosidade-bh1750fvi-lux.html> .
Acesso setembro de 2021.
- [30] FILIPEFLOP - **Relógio**. <https://www.filipeflop.com/produto/real-time-clock-rtc-ds3231/> . Acesso em setembro de 2021.
- [31] FILIPEFLOP - **Card SD**. Disponível em:
<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-cartao-sd-card/> . Acesso em setembro de 2021.
- [32] FILIPEFLOP - **Display OLED**. Disponível em:
<https://www.filipeflop.com/produto/display-oled-0-96-i2c-azul-amarelo/> . Acesso em setembro de 2022.
- [33] ARDUINO UNO R3. Disponível em: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3> . Acesso em setembro de 2021.
- [34] PROGRAMA FRITZING. Disponível em: <https://fritzing.org/> . Acesso em: novembro de 2021.
- [35] ARDUINO IDE, VERSÃO 1.8.16. Disponível em:
<https://github.com/phza/estacaofirmware> . Acesso em: novembro de 2021.

APÊNDICES

Apêndice A – Quadro estrutural para a SD: “Clima quente”

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “Clima quente”! Escola:		
Docente:	Turma: 2º ano.....	Data...../...../...../ Duração: 12 aulas
Área do conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias		Componente curricular: Física – Termodinâmica.
Unidade temática: Energia e meio ambiente		Objeto de conhecimento: Calor/Energia, temperatura, primeira Lei e a Lei zero da Termodinâmica.
Competência: 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizar impactos socioambientais e melhorar as condições de vida em âmbito local, regional e/ou local. 3 Analisar situações - problemas e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios da Ciência da Natureza para propor soluções que considera demanda locais, regionais e/ou global, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados em diversos contextos e por meios de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).		Habilidades: EM13CNT101 EM13CNT10.1MT EM13CNT102 EM13CNT103 EM13CNT103.1MT

Apêndice B– Sugestões de resposta para o pré-teste

- 1 – **Falso** (Espera-se que o aluno tenha internalizado o conceito de sensação térmica e sua relação direta com a umidade relativa do ar e velocidade dos ventos)
- 2 – **Falso** (Nesta questão anseia que o aluno compreenda que a condução de calor por radiação inclui a radiação visível e a ultravioleta).
- 3 – **Falso** (A proposição requer que o aluno perceba que o calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura e não o contrário).
- 4 – **Falso** (Ao interpretar a questão espera-se que o estudante compreenda que interferência antrópica locais geram consequências globais, direta ou indiretamente)
- 5 – **Falso** (A questão requer conhecimento para além das propriedades termométricas, tal como a dimensão da massa do termômetro, é sabido que se a massa de um termômetro é muito grande ele interferirá na temperatura do corpo a ser aferido, e para o material ser usado como termômetro é necessário que o seu volume sofra grande variação com a mudança de temperatura.
- 6– **Verdadeira** (A situação proposta requer do aluno o entendimento de que corpos com maior agitação molecular tem consequentemente maior temperatura)
- 7 – **Verdadeira** (Na proposição espera que o aluno tenha conhecimento de equilíbrio térmico e intuitivamente perceba a Lei Zero da Termodinâmica).

Apêndice C – Sugestões de resposta ao questionário do texto: Cuiabá possui ilhas de calor com temperaturas até 10 graus mais quentes.

E) De acordo com o texto apresentado defina “Ilha de calor”.

São espaços dentro da cidade com temperaturas ainda mais elevadas do que o entorno.

F) Por que uma “Ilha de calor”, em Cuiabá, provoca mais impactos negativos, na vida das pessoas do que em uma região urbana de clima temperado?

Porque em Cuiabá, temos desconforto térmico ao longo de todo o ano pelas próprias características naturais do nosso ambiente, então quando surge uma ilha de calor e provoca o aumento de temperatura, isso faz com que esse desconforto

seja inclusive perigoso para as pessoas, com agressão fisiológica”, explica o professor e coordenador do programa, José Carlos Ugeda Júnior.

- G) O texto aponta a arborização como a principal ação para amenizar os efeitos causados pelas “Ilhas de calor”. Quais seriam esses benefícios?

Os principais benefícios são inibir o aquecimento da superfície, provocar melhoria da umidade do ar pelo processo de evapotranspiração, trazer melhorias estéticas para a cidade e ainda colaborar com a redução do impacto das fortes chuvas, por conta da permeabilidade do solo necessária para a existência das árvores.

- H) Sabendo que com a presença da vegetação arbórea é possível diminuir em até 15°C a temperatura da superfície local. Considerando que a nossa cidade fosse densamente arborizada e tomando a nossa máxima temperatura registrada no verão de 2020/2021 que foi de 44°C, calcule, em porcentagem, a amplitude térmica que o clima local sofreria.

$$\begin{array}{l} 44 - 15 = 29^{\circ}\text{C} \\ 44^{\circ}\text{C} \text{-----} 100\% \\ 29^{\circ}\text{C} \text{-----} X \\ X = 65,9\% \end{array}$$

Ou seja, o clima local teria uma diminuição de aproximadamente 66% em sua temperatura.

Apêndice C – Resposta a questão do ENEM e ao desafio proposto sobre o texto; “qual a diferença entre calor e temperatura? Da apostila da Escolas conectadas- Atividades escolares do 2º ano do Ensino Médio-Seduc-MT.

(ENEM – 2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma

diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é

identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um Corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

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

(a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.

(b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.

(c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela

(d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.

(e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/calor-temperatura.htm>. Acesso 16 ago. 2021.

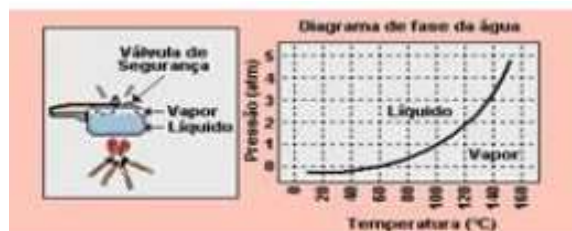
Se ligássemos todos os aparelhos de ar-condicionado do mundo, a Terra esfriaria?

Pelo contrário: esquentaria. Energia é algo que não se cria nem se destrói. É possível apenas transformá-la. Eis a Primeira Lei da Termodinâmica. O ar-condicionado não some com a energia térmica que está presa em um cômodo. O que ele pode fazer é bombeá-la para o lado de fora da casa ou escritório. Assim, toda a energia que estava te esquentando agora está esquentando o resto do mundo. Além disso, nenhuma máquina é 100% eficaz, de maneira que parte da energia elétrica que é utilizada para acionar o ar-condicionado será perdida para o lado de fora na forma de (isso mesmo) mais energia...

Leia mais em: <https://super.abril.com.br/coluna/oraculo/se-ligassemos-todos-os-aparelhos-de-ar-condicionado-do-mundo-a-terra-esfriaria/>

Apêndice D - Respostas as questões e desafio referentes ao texto: É como não sentir calor em Cuiabá? - Apostila- Aprendizagens Conectadas- atividades Escolares – Ensino Médio. Física -DESAFIOS

1. (ENEM-MEC) O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve:

- a) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- c) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns

2. (UFAM-AM) Analise as seguintes afirmativas a respeito dos tipos de transformações ou mudanças de estado de um gás.

- I – Em uma transformação isocórica o volume do gás permanece constante.
- II – Em uma transformação isobárica a pressão do gás permanece constante.
- III – Em uma transformação isotérmica a temperatura do gás permanece constante.
- IV – Em uma transformação adiabática variam o volume, a pressão e a temperatura.

Com a relação as quatro afirmativas acima, podemos dizer que:

- a) só I e III são verdadeiras.

b) só II e III são verdadeiras.

c) I, II, III e IV são verdadeiras. (O fato de a transformação ser adiabática quer dizer que a quantidade de calor é zero, não á trocas de calor, porém podem ocorrer variação de volume, temperatura e pressão)

d) só I é verdadeira.

e) todas são falsas.

3. (ENEM-MEC) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece:



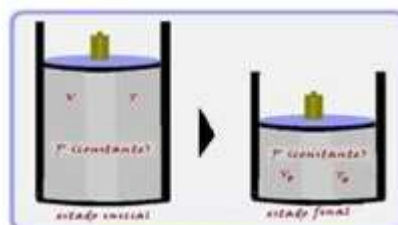
a) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.

b) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.

c) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.

d) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.

e) na carburação, com a difusão do combustível no ar.



4. (EsPCEx-012) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \cdot 10^3$ N/m² e o seu volume diminui 0,2 m³. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3$ J de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

a) $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

b) $1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

c) $-8,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

d) $-1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

e) $-1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

$$\begin{aligned} Q &= W + \Delta U, \text{ mas, } W = P\Delta V = 4,10^3 (0,2) = 8,10^2 \text{ J} \\ \text{Portanto:} \\ -1,8 \cdot 10^2 &= 8,10^2 + \Delta U \\ 8,10^2 - 1,8 \cdot 10^2 &= \Delta U \\ -1,0 \cdot 10^3 \text{ J} &= \Delta U \end{aligned}$$

5. (ENEM-MEC) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte

significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica. Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

I – Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima. (correta)

II – Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da

massa de gelo aumente a troca de calor no congelador. (falsa)

III – Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente. (correta)

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

a) a operação I

b) a operação II

c) as operações I e II

d) as operações I e III

e) as operações II e III.

Apêndice E- Respostas esperada as questões do Pós-teste

- 8- **D** (A questão requer do estudante o que o conceito e as implicações da sensação térmica sobre os organismos em diferentes regiões).
- 9- **C** (Espera que os alunos percebam que os efeitos danosos da luz sobre a pele humana e animais não podem ser atribuídos somente ao comprimento de onda isolado de radiação, mas sim da interação de diferentes radiações, ou seja, entre diferentes faixas de comprimentos de onda, como a luz visível, radiação UV e infravermelho).
- 10- **A** (Na situação proposta espera que o aluno tenha internalizado o conceito de fluxo de calor e se coloque como parte do sistema, entendendo que ao sair para fora Calvin perdera calor para o ambiente).
- 11- **B** (É esperado que o aluno entenda que o aquecimento global está se intensificando a cada ano, devido a emissão demasiada de gases do efeito estufa, principalmente os provindos da queima de combustível fósseis).
- 12- **A** (Nesta questão o aluno tem que perceber que, para ter precisão um termômetro não pode ter uma massa muito maior que a do objeto a ser aferido, pois isso, alteraria a temperatura do objeto)
- 13- **C** (De acordo com o conceito de calor como energia em trânsito, espera que o aluno perceba que corpos com maio agitação molecular apresentará maio temperatura.)
- 14- **C** (Espera-se que o aluno tenha internalizado o conceito de equilíbrio térmico)

Apêndice F - Sugestão de avaliação da SD.

Dê sua opinião, ela ajudará nos próximos projetos.

1 – A Sequência Didática: Clima quente, tratou de assuntos de sua vivência?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

2 – Os vídeos apresentados estavam de fácil compreensão?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

3 – O material impresso (Apostilas da Escola Conectadas da SEDUC-MT) eram de fácil interpretação?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

4 – O Mapa Conceitual sobre calor, facilitou entender os conceitos de calor e temperatura?

☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não

5- A montagem, instalação e a leitura dos dados obtidos ocorreram de forma lógica,

☐ Sim ☐ Talvez ☐ N