

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB

**UMA UEPS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DA
CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA**

MARCELO BOMFIM NOBRE

**Vitória da Conquista – Bahia
Julho de 2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA UEPS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DA
CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA**

Marcelo Bomfim Nobre

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos

Vitória da Conquista – Bahia

Julho de 2024

N672u

Nobre, Marcelo Bonfim.

Uma UEPS para o ensino da termodinâmica através da construção de miniestufa. / Marcelo Bonfim Nobre, 2024.

147f. il.

Orientador (a): Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2024.

Inclui referência F. 97.

1. Aprendizagem significativa crítica. 2. UEPS. 3. Miniestufa. 4. Ensino de física. I. Castro, Luizdarcy de Matos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. III. T.

CDD 530.07

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



UMA UEPS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA

AUTOR: MARCELO BOMFIM NOBRE

DATA DE APROVAÇÃO: 22 de agosto de 2024

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Documento assinado digitalmente



LUIZDARCY DE MATOS CASTRO
Data: 28/08/2024 15:05:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROF. DR. LUIZDARCY DE MATOS CASTRO
PRESIDENTE DA BANCA EXAMINADORA/ORIENTADOR

Documento assinado digitalmente



CRISTINA PORTO GONCALVES
Data: 28/08/2024 15:03:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROFA. DRA. CRISTINA PORTO GONÇALVES
EXAMINADORA INTERNA

Documento assinado digitalmente



FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE
Data: 30/08/2024 13:04:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROF. DR. FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE
EXAMINADOR EXTERNO

2024



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado

Aos vinte e dois dias do mês de agosto de 2024, às 9h00, por meio da plataforma virtual Google Meet, de conta institucional da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada "Uma UEPS para o ensino da termodinâmica através da construção de miniestufa," de autoria de Marcelo Bomfim Nobre, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Luizdarcy de Matos Castro, orientador do mestrando e contou com a participação do professor Dr. Francisco Augusto Silva Nobre e da professora Dra. Cristina Porto Gonçalves, na condição de examinadores; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue(enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.

Documento assinado digitalmente



LUIZDARCY DE MATOS CASTRO

Data: 28/08/2024 15:09:15-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente



CRISTINA PORTO GONCALVES

Data: 28/08/2024 15:06:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Cristina Porto Gonçalves
Examinadora interna

Documento assinado digitalmente



FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE

Data: 30/08/2024 13:04:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
Examinador externo

Documento assinado digitalmente



MARCELO BOMFIM NOBRE

Data: 28/08/2024 17:22:48-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcelo Bomfim Nobre
Discente

Documento assinado digitalmente



WAGNER DUARTE JOSE

Data: 02/09/2024 18:02:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wagner Duarte José
Coordenador do PPG-MNPEF

2024



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, pelo dom da vida e por ter me dado esta oportunidade de ter conquistado mais essa etapa tão importante na minha vida;

À meus pais, Durico e Enilda, por estarem sempre ao meu lado e orando por mim e aos meus irmãos por estarem sempre me apoiando, especialmente meu irmão Dorinildo (in memoriam).

À minha esposa, Marálsa pela paciência e amor e aos meus filhos Laríssa e Felipe que me dava força para continuar.

Agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos pela disponibilidade e paciência.

Aos meus colegas de mestrado, Beatriz, Carolina, Denysson, Edvan, Emanuel, Giovani, Jardel, Laila e Raphael pela amizade e companheirismo.

Ao meu amigo Edvan pela amizade de sempre e companheirismo.

Agradeço à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

Aos professores Luizdarcy, Sérgio, Ferdinand, Jornandes, Wagner e Cristina pela contribuição na minha formação acadêmica.

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

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela idealização do programa MNPEF.

Aos meus alunos, agradeço pelo apoio no desenvolvimento das atividades, pela sua enorme contribuição a minha pesquisa.

Agradeço toda a equipe do Colégio Estadual do Campo de Botuporã, pelo apoio de sempre.

Agradeço toda equipe do Centro Educacional Professora Alzira Alves Carneiro - CEPAAC de Tanque Novo pelo apoio e motivação.

RESUMO

Tendo em vista as dificuldades enfrentadas no ensino de Física, faz-se necessário implantar novas metodologias e procedimentos didáticos capazes de superar essa defasagem no ensino. O objetivo central dessa pesquisa foi inserir em uma escola do campo uma UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativa. Esse trabalho foi respaldado na teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira voltada à realidade do aluno, através da construção de uma miniestufa para explorar conteúdos de Física relacionados à estufa e ao efeito estufa e verificar através de questionários e mapas conceituais se os resultados da aprendizagem do conteúdo se deram de forma significativa e exitosa. Para desenvolver essa pesquisa foi elaborado um produto educacional através de uma UEPS e aplicado em uma turma de 1º série do Ensino Médio composta por 28 alunos no Colégio Estadual do Campo de Botuporã. Para fazer a análise dos resultados foi utilizada uma pesquisa mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos. Por estarmos analisando conceitos emitidos por um grupo, portanto requer a verificação do estudo de padrões contida na estrutura cognitiva do aprendiz. Após a constatação dos resultados da sequência didática verificam-se os resultados para inferir se houve aprendizagem e se essa pode ser considerada significativa. Constatou-se avanço significativo na sequência didática, pois os resultados referentes ao aumento de acerto indicam uma melhoria progressiva entre o questionário inicial até o questionário final indicando que houve um avanço sobre a compreensão dos conceitos no decorrer da aplicação da sequência didática.

Palavras - chave: Aprendizagem Significativa Crítica; UEPS; Miniestufa; Ensino de Física.

ABSTRACT

Given the difficulties faced in teaching Physics, it is necessary to implement new methodologies and didactic procedures capable of overcoming this gap in education. The central objective of this research was to introduce a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) in a rural school. This work was supported by Marco Antonio Moreira's theory of critical meaningful learning, focusing on the student's reality, through the construction of a mini-greenhouse to explore Physics content related to greenhouses and the greenhouse effect, and to verify through questionnaires and conceptual maps whether the learning outcomes were achieved in a meaningful and successful manner. To develop this research, an educational product was created through a UEPS and applied to a 1st-year high school class consisting of 28 students at the State School of the Field of Botuporã. A mixed-methods approach was used for analyzing the results, combining quantitative and qualitative methods. Since we are analyzing concepts expressed by a group, it requires verification of the study of patterns within the learner's cognitive structure. After assessing the results of the didactic sequence, it was possible to infer whether learning occurred and if it could be considered significant. There was significant progress in the didactic sequence, as the results related to the increase in correct answers indicate a progressive improvement from the initial questionnaire to the final questionnaire, suggesting that there was advancement in understanding the concepts throughout the application of the didactic sequence.

Keywords: Critical Meaningful Learning; UEPS; Mini-greenhouse; Physics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Termômetro a gás.....	38
Figura 2	Comparação com gases diferentes.....	39
Figura 3	Cilindro com paredes isoladas.....	44
Figura 4	Ondas curtas e ondas longas.....	49
Figura 5	Efeito da radiação na estufa.....	50
Figura 6	Simulador: Molécula e Luz	58
Figura 7	Simulador: Efeito Estufa.....	58
Figura 8	Questionário – Pré-teste.....	61
Figura 9	Aplicação do questionário – Pré-teste.....	61
Figura 10	Aluno A ₁₇ – resposta do aluno	64
Figura 11	Aluno A ₁₅ – resposta do aluno.....	64
Figura 12	Aluno A ₁₃ – resposta do aluno.....	65
Figura 13	Aluno A ₂₅ – resposta do aluno.....	65
Figura 14	Aluno A ₁₃ – resposta do aluno.....	65
Figura 15	Aluno A ₁₀ – resposta do aluno.....	67
Figura 16	Aluno A ₃ – resposta do aluno.....	68
Figura 17	Aluno A ₂₃ – resposta do aluno	69
Figura 18	Aluno A ₈ – resposta do aluno.....	69
Figura 19	Aluno A ₁₂ – resposta do aluno.....	70
Figura 20	Aluno A ₂₃ – resposta do aluno.....	70
Figura 21	Aluno A ₂₆ – resposta do aluno.....	73
Figura 22	Aluno A ₅ – resposta do aluno.....	74
Figura 23	Aluno A ₇ – resposta do aluno.....	75
Figura 24	Aluno A ₁₃ – resposta do aluno.....	75
Figura 25	Aluno A ₂₈ – resposta do aluno.....	76
Figura 26	Aluno A ₅ – resposta do aluno.....	76
Figura 27	Aluno A ₂₆ – resposta do aluno.....	78
Figura 28	Aluno A ₂₂ – resposta do aluno.....	78
Figura 29	Aluno A ₅ – resposta do aluno.....	79
Figura 30	Mapa Mental.....	81
Figura 31	Mapa Mental.....	81

Figura 32	Aluno A ₂₆ – Mapa Mental.....	82
Figura 33	Aluno A ₇ – Mapa Mental.....	82
Figura 34	Aluno A ₁₆ – Mapa Mental.....	83
Figura 35	Aluno A ₅ – Mapa Conceitual.....	84
Figura 36	Aluno A ₁₂ – Mapa Conceitual	85
Figura 37	Aluno A ₁₆ – Mapa Conceitual.....	85
Figura 38	Caixa organizadora.....	86
Figura 39	Suporte da Lâmpada.....	86
Figura 40	Controlador de temperatura (termostato).....	87
Figura 41	Termômetro.....	87
Figura 42	Ventoinha (cooler).....	88
Figura 43	Ventoinha estalada.....	88
Figura 44	Miniestufa.....	88
Figura 45	Experimento da miniestufa.....	89
Figura 46	Experimento da miniestufa.....	89
Figura 47	Experimento das três vasilhas	90
Figura 48	Experimento das .três vasilhas.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Trabalhos Selecionados para Revisão Bibliográfica.....	32
Tabela 2	Cronograma de implementação da UEPS.....	54
Tabela 3	Categorias de análise referentes ao pré-teste.....	62
Tabela 4	Categorias de análise referentes ao pós-teste.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Explicações dos estudantes – Pré-teste.....	63
Gráfico 2	Explicações de todas as questões do questionário inicial.....	70
Gráfico 3	Explicações dos Estudantes – Pós-teste.....	72
Gráfico 4	Explicações de todas as questões do questionário final.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PhET	Physics Education Technology
UD	Unidade Didática
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	19
2.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MOREIRA.....	22
2.3	UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS.....	24
2.3.1	Aspectos Sequenciais – Passos	26
2.3.2	Aspectos Transversais	27
2.4	MAPA CONCEITUAL	27
2.5	MAPA MENTAL.....	28
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
4	CONCEITOS DE FÍSICA.....	35
4.1	TERMODINÂMICA.....	36
4.2	TEMPERATURA	36
4.3	TERMÔMETRO DE GÁS A VOLUME CONSTANTE	38
4.4	A TEORIA DO FLOGISTO	40
4.5	A TEORIA DO CALÓRICO.....	41
4.6	O CONCEITO DE CALOR	43
4.7	A EQUAÇÃO DO CALOR	44
4.8	PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR	46
4.8.1	Condução.....	46
4.8.2	Convecção	46
4.8.3	Radiação	47
4.9	EQUILÍBRIO TÉRMICO E A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA.....	48
4.10	O EFEITO ESTUFA E AS ESTUFAS.....	48

5	METODOLOGIA.....	51
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	51
5.2	DESENVOLVIMENTO DA SITUAÇÃO DE ENSINO.....	52
5.3	SUJEITO DA PESQUISA	52
5.4	LEVANTAMENTO DE DADOS	53
5.5	DESENVOLVIMENTO DA UEPS.....	53
5.5.1	Cronograma de Implementação da Sequência	54
5.5.2	1º Passo – Definição do Tema.....	56
5.5.3	2º Passo - Levantamento dos Conhecimentos Prévios.....	56
5.5.4	3º Passo – Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento.	56
5.5.5	4º Passo - Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais.	57
5.5.5.1	Experimento das três vasilhas.....	57
5.5.6	5º Passo - Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades.....	58
5.5.7	6º Passo - Conclusão da UEPS – Retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa	59
5.5.7.1	Experimento da miniestufa	59
5.5.8	7º Passo - Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	59
5.5.9	8º Passo - Avaliação da UEPS.....	60
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	60
6.1	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS – PRÉ-TESTE.....	60
6.3	MAPAS MENTAIS	80
6.4	MAPAS CONCEITUAIS	83
6.5	CONSTRUÇÃO DA MINIESTUFA.....	86
6.6	AVALIAÇÃO DA UEPS PELOS ESTUDANTES	86
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

8 REFERÊNCIAS.....	97
ANEXOS	98
ANEXO 1 - Texto 1 - Efeito Estufa	98
ANEXO 2 - Vídeo - O Efeito Estufa	100
APÊNDICES.....	101
APÊNDICE A - Termo de Consentimento e Anuência do Gestor	101
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	102
APÊNDICE C - Questionário Inicial	103
APÊNDICE D - Questionário Final	106
APÊNDICE E - PRODUTO EDUCACIONAL	109

1 INTRODUÇÃO

A física abordada no Ensino Médio sempre foi centrada na ideia de que o aluno tem que estudar somente decorando fórmulas matemáticas sem ter uma aplicação ou até mesmo um significado. Atualmente o ensino de física, além de exigir uma linguagem matemática, ele necessita de uma visão fenomenológica e crítica, além do mais, deve ser centrada em metodologias que estimulam a aprendizagem do aluno. Segundo Moreira:

A aprendizagem mecânica é aquela na qual o sujeito memoriza novos conhecimentos como se fossem informações que podem não lhe significar nada, mas que podem ser reproduzidas em curto prazo e aplicadas automaticamente a situações conhecidas. (MOREIRA, 2017, p. 142).

Para superar esses obstáculos fez-se necessário escolher uma metodologia inovadora e capaz de incluir o aluno como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel pautada nos princípios metodológicos de Moreira foi o processo metodológico adotado nessa sequência didática, sobretudo, através das Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Trabalhar com a realidade do estudante, com materiais potencialmente significativos, através da experimentação científica dentro da sala de aula, torna o ensino-aprendizagem mais atraente para o aprendiz.

Ao debruçar sobre o tema e ver uma escola com uma realidade majoritariamente com estudantes oriundo do campo, surgiram algumas indagações: O que a escola está fazendo no contexto didático/metodológico para superar as dificuldades dos alunos e oferecer uma aprendizagem potencialmente significativa? Será que os componentes curriculares, em especial a Física, estão abordando conteúdos com estratégias de ensino que contemplem a realidade desses estudantes? Com esse propósito elaborei um projeto de dissertação através de uma sequência didática fundamentada na UEPS de Moreira e na confecção de uma miniestufa que faz parte da realidade desse público, nesse contexto irei abordar conteúdos de Física.

A escolha do tema para ser trabalhado nessa UEPS foi levada em consideração alguns critérios:

- (i) A relevância na área da Física: Trabalhar com a miniestufa possibilita a exploração de conceitos físicos presente no funcionamento desse aparato.
- (ii) A relevância na área pedagógica: O trabalho experimental explorando temas que faz sentido na vida dos estudantes os torna potencialmente significativos
- (iii) A relevância na área social: Considerando que grande parte dos estudantes do Colégio Estadual do Campo de Botuporã (CECB) faz parte do meio rural, torna-se importante trabalhar com a realidade deles e implantar experimentos do seu convívio.

Nesse sentido, o presente trabalho busca, através da construção de uma miniestufa, explorar os principais conceitos da Termodinâmica envolvidos nesse aparato. Calor, temperatura e energia interna são termos que os alunos sempre confundem em suas definições. Para elucidar esses conceitos é necessário buscar o processo histórico e entender a evolução que esses sofreram até chegar aos dias atuais. Com a miniestufa foi possível trabalhar com mais objetos de conhecimentos da Física, os processos de propagação do calor, fluxo de calor e equilíbrio térmico foram explorados de maneira significativa, pois os materiais oferecem grandes potenciais para ocorrer a aprendizagem significativa.

Ainda nesse aparato foi possível fazer um elo entre o efeito estufa do planeta Terra e a estufa para plantio, apesar de que esses compartilham das mesmas ideias físicas, porém possuem funcionamentos ligeiramente distintos em suas formas de reter a energia térmica.

Na seção 2 desse trabalho destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira e aborda sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. Além do mais, discorre sobre mapa mental e mapa conceitual.

No capítulo 3, no estado do conhecimento, mostra como se encontra na literatura brasileira o nível de abordagem sobre o tema decorrente desta dissertação.

No capítulo 4, denominado Conceitos de Física, é a seção que corresponde aos conteúdos da Termodinâmica estudados na sequência didática.

No capítulo 5, intitulada Metodologia, é apresentada a caracterização da pesquisa, o desenvolvimento da situação de ensino, o sujeito da pesquisa, o levantamento de dados e o desenvolvimento da UEPS.

No capítulo 6, encontra-se a análise dos resultados da sequência didática. Na seção 7 são as considerações finais e na seção 8 as referências utilizadas nessa dissertação.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia da sequência didática que utiliza a abordagem da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e os conceitos físicos presentes em uma miniestufa com o propósito de investigar seu impacto no aprendizado e na motivação dos estudantes, bem como na promoção da compreensão profunda dos conteúdos abordados em sala de aula.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse trabalho desenvolve-se uma sequência didática através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sendo Marco Antonio Moreira o principal teórico para o embasamento metodológico.

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Sustentada por Ausubel destaca a importância de conectar novas informações ao conhecimento prévio do aprendiz. Essa teoria afirma que a aprendizagem é mais eficaz quando o aluno pode relacionar o novo conhecimento a conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva.

A interação cognitiva entre conhecimento novos e prévios é a característica chave da aprendizagem significativa. Nessa interação o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não-arbitrária e não-literal com aquilo que o aprendiz já sabe. (MOREIRA, 2017, p. 25).

Ainda de acordo com Moreira e Massoni.

Sua pergunta-chave era como facilitar a aquisição de conhecimento com significado, em situação de ensino. Toda sua experiência e interesse pela aprendizagem significativa o levaram à resposta de que se fosse possível isolar uma variável como a que mais influencia a aprendizagem esta seria o conhecimento prévio do aprendiz. (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 84).

Além dessa variável, segundo MOREIRA (2017), o aluno deveria apresentar uma predisposição, ou seja, mostrar interesse pela matéria e uma intencionalidade em aprender. Essas duas condições parecem ser óbvias e triviais para o professor, mas para conseguir efetivamente essas duas exigências no processo cognitivo do aluno são muito difíceis. Nesse processo os conhecimentos prévios, também conhecidos como subsunçores, servem de “ancoradouro cognitivo” para outros novos conhecimentos ganhar significado, ficar mais estável e elaborado. Em contrapartida, nem sempre o aluno demonstra interesse e intencionalidade em aprender de forma significativa e simplesmente memoriza, decora a matéria é o que acontece frequentemente nas nossas escolas. Esse fato que Ausubel chama de aprendizagem mecânica. Segundo MOREIRA e MASSONI (2016), a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia, existe uma zona cinza entre as duas, ou seja, há uma transição progressiva entre as duas aprendizagens, sujeitas a rupturas e continuidades.

A aprendizagem mecânica é aquela na qual o sujeito memoriza novos conhecimentos como se fossem informações que podem não lhe significar nada, mas que podem ser reproduzidas a curto a aplicadas automaticamente a situações conhecidas. (MOREIRA, 2017, p.142).

É importante destacar que os conhecimentos prévios são muito relevantes no processo cognitivo do aprendiz, porém nem todos os subsunçores são facilitadores dos conhecimentos, podendo até mesmo apresentar como um obstáculo, isto é, nem sempre ajuda, podendo dificultar na assimilação de novos conhecimentos. Nessa situação, precisamos criar um subsunçor e Ausubel propõe outro conceito que é muito importante na origem dos subsunçores, que é o de organizadores prévios.

A principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento. (AUSUBEL, *apud* MOREIRA, 2017, p. 149).

Quanto à forma que acontece a aprendizagem significativa, costuma-se diferenciar de acordo (MOREIRA, 2017, p. 140) em “subordinada, superordenada e combinatória”. Essas categorias ajudam a compreender como a aprendizagem significativa pode ocorrer de maneiras diferentes, dependendo da relação entre os novos conhecimentos e o conhecimento prévio do aluno.

Na aprendizagem subordinada, os novos conceitos são relacionados e ancorados a conceitos mais específicos e detalhados já presentes na estrutura cognitiva do aluno. O aprendizado subordinado ocorre quando a nova informação é mais específica ou detalhada em relação aos conceitos existentes. Os subsunçores prévios atuam como base para a assimilação de novas informações mais específicas. (MOREIRA, 2017).

Na aprendizagem superordenada, os novos conceitos são mais gerais e abrangentes do que os conceitos existentes na estrutura cognitiva do aluno. Nesse caso, a nova informação é mais ampla e generalizada, abrangendo ou englobando os subsunçores existentes. Isso ocorre quando os conceitos prévios servem como exemplos particulares ou instâncias de uma categoria mais abrangente. (MOREIRA, 2017).

A aprendizagem combinatória ocorre quando a nova informação é uma combinação de elementos já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Aqui, os novos conceitos não são necessariamente mais específicos ou mais gerais, mas representam uma combinação única de elementos já conhecidos. Esse tipo de aprendizagem destaca a capacidade do aluno de integrar diferentes partes do conhecimento para formar uma compreensão mais ampla. (MOREIRA, 2017).

Quanto aos processos que ocorre a aprendizagem significativa os principais são, de acordo (MOREIRA, 2017, p. 144) a “diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa ou integradora”. Ambos os processos são interdependentes e ocorrem ao longo do processo de aprendizagem. A diferenciação progressiva ajuda a elaborar e detalhar conceitos, enquanto a reconciliação integrativa visa integrar esses conceitos de forma significativa na estrutura cognitiva do aprendiz.

A diferenciação progressiva refere-se à capacidade do aluno de discriminar e entender as diferenças entre conceitos específicos. Ausubel enfatiza a importância de começar com conceitos gerais e, gradualmente, diferenciar e esclarecer esses conceitos por meio da apresentação de exemplos e casos específicos. Isso ajuda a

construir uma compreensão mais refinada e detalhada, promovendo a aprendizagem significativa por meio da ancoragem em conceitos já existentes. (MOREIRA, 2017).

A reconciliação integrativa refere-se à capacidade do aluno de integrar novos conhecimentos de forma coesa e coerente com sua estrutura cognitiva existente. Nesse processo, o aprendiz busca relacionar os novos conceitos aos subsunçores prévios, procurando conexões lógicas e significativas. A reconciliação integrativa visa criar uma compreensão global e integrada, onde os novos conhecimentos são incorporados de maneira coerente à estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 2017).

É importante salientar que na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel deve ser sempre considerado, em alguma medida, o conhecimento prévio do aluno. Não tem sentido iniciar uma sequência didática sem o levantamento inicial dos subsunçores.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MOREIRA

Marco Antonio Moreira amplia a abordagem de Ausubel incluindo a criticidade em sua teoria. Essa perspectiva busca não apenas a construção individual de significados, mas também a transformação social e a conscientização crítica dos alunos em relação ao conhecimento e à sociedade (MOREIRA, 2017, p. 96). Ele destaca a importância de considerar o contexto sociocultural dos alunos ao promover a aprendizagem significativa. Reconhece que o conhecimento não é neutro, mas é influenciado pelos contextos social e cultural nos quais a aprendizagem ocorre. Ele enfatiza a necessidade de os educadores promoverem uma consciência crítica nos alunos, incentivando a valorização, o diálogo e a participação ativa dos alunos no processo educacional e social.

Um dos objetivos centrais da Aprendizagem Significativa Crítica é capacitar os alunos a se tornarem agentes de transformação social. Moreira acredita que a educação deve capacitar os indivíduos a entender e questionar as estruturas sociais, buscando mudanças significativas na sociedade.

Para Moreira:

O ensino de Física hoje deve ser centrado no aluno, no desenvolvimento de talentos e de competências científicas, A aprendizagem significativa crítica aponta nessa direção. É uma esperança. Mas o ensino para testagem, a decoreba, o formulismo dominam o ensino da Física e bloqueiam uma verdadeira aprendizagem de conteúdos físicos, o gosto pela Física e a predisposição para aprender mais Física (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 116).

Aqui aponta uma grande desmotivação criada pelo próprio sistema educacional brasileiro para o ensino de Física, que muitas vezes é ensinado somente através de manipulações de fórmulas matemáticas sem apresentar um caráter de investigação fenomenológica. A Física por ser uma ciência presente na natureza não se resume somente em meras aplicações de fórmulas ela, sobretudo, é uma ciência que auxilia na evolução de grandes tecnologias a benefícios da humanidade, entretanto, o ensino de Física deve estar em consonância com os aspectos de interesse dos estudantes.

A criticidade adicionada na teoria de Ausubel por Moreira foi aspectos essencial na teoria, pois o aluno além de aprender de forma significativa ele deve adicionar as informações com questionamentos, como sugere o próprio autor da teoria (MOREIRA, 2017, p. 167) “uma aprendizagem significativa crítica implica a captação de significados com questionamento.”

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica apresentam vários conceitos que denotam como princípios. (TASC, MOREIRA, 2005, apud MOREIRA, 2017). Vejamos:

- Consciência semântica: nesse contexto esse termo apresenta um significado bem peculiar, ou seja, ter consciência semântica é entender que os significados estão nas pessoas e não nos objetos, fenômenos e eventos. (MOREIRA, 2017).

- Diversidade de materiais e estratégias de ensino: Usar novas estratégias de ensino com materiais potencialmente significativos implica metaforicamente abandonar o livro, o quadro de giz e a narrativa, ou seja, não usar somente esses recurso dentro de sala de aula, mas utilizar novos materiais instrucionais cabíveis ao contexto. (MOREIRA, 2017).

- Perguntas ao invés de respostas: Fazer perguntas bem elaboradas aguça mais a curiosidade do que receber perguntas prontas e únicas. A criticidade emerge da consciência de saber que as perguntas são mais importantes que as

respostas, pois só existirão respostas boas se as perguntas forem bem feitas. “Aprender a perguntar é muito mais importante para a vida do que aprender respostas corretas.” (MOREIRA, 2017, p. 170).

É evidente que aqui não está mandando abandonar as respostas definitivamente, mas dar melhor atenção às perguntas, pois são elas que provocam a evolução de quaisquer conhecimentos científicos, entretanto, aquelas respostas memorizadas mecanicamente não são bem vistas para essa teoria.

- Incerteza do conhecimento: Esse termo, incerteza do conhecimento, não denota ter dúvida do saber e não é sinônimo de indiferente, pelo contrário, é ter uma visão crítica e ter consciência que boa parte dos conhecimentos científicos são metafóricos, sustentado em modelos que não representam de forma literal os fenômenos naturais. Por exemplo, considerar que a luz propaga através de raios luminosos está usando uma metáfora, pois literalmente a luz não é um raio. (MOREIRA, 2017).

- Conhecimento como linguagem: Segundo (MOREIRA, 2017, p. 171) “Praticamente tudo que chamamos de conhecimento é linguagem.” Cada disciplina tem sua própria linguagem, tem sua forma de ver o mundo, então conhecê-la é necessário apropriar dessa linguagem. Ainda de acordo com (MOREIRA, 2017, p. 171) “Isso significa que a chave da compreensão de um conhecimento, ou de um conteúdo, é conhecer sua linguagem.” No entanto, sabemos que a linguagem sobre um determinado conteúdo não pode ser única, pois isso pode acarretar em passividade e ocultar a criticidade que serve de alavanca para o desenvolvimento de qualquer área do saber.

2.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), proposta por Marco Antonio Moreira, é uma sequência de ensino fundamentada teoricamente nas teorias de aprendizagem cognitivas, especialmente na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e nos princípios norteadores da aprendizagem significativa crítica. A filosofia subjacente às UEPS segundo Moreira.

Só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que

busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos. (MOREIRA e MASSONI, 2017, p. 140).

As sequências fundamentadas nas UEPS de Moreira devem seguir alguns princípios primordiais.

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa. (Ausubel);
 - É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento. (Ausubel; Gowin);
 - pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
 - é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
 - organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
 - são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
 - situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
 - as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
 - frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
 - a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
 - a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
 - o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
 - a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
 - um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
 - essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
 - a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
 - a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).
- (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 141 a 143).

O objetivo principal de uma UEPS é proporcionar uma aprendizagem significativa com mais facilidade através de alguns princípios que promovam a interação dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos do aluno.

2.3.1 Aspectos Sequenciais – Passos

Os oitos Passos das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostos por Marco Antonio Moreira, são uma ferramenta valiosa para enriquecer a sequência didática em sala de aula. Esses passos têm como objetivo promover a aprendizagem significativa e conectar o conteúdo escolar ao cotidiano dos estudantes. Além disso, traz uma abordagem pedagógica que valoriza a compreensão profunda, a contextualização e a reflexão, contribuindo para uma educação mais significativa e eficaz. Segundo (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 143):

- Primeiro passo: Definir o tópico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

- Segundo passo: Criar ou propor situação – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação – problema, etc, que leve o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente do tópico (objetivo) em pauta;

- Terceiro passo: Propor situações - problemas, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarado ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações – problemas podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problemas podem funcionar como organizadores prévios e darão sentido aos novos conhecimentos.

- Quarto passo: O educador deve apresentar o conhecimento a ser aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, ou seja, partindo dos conhecimentos mais amplos e gerais para os aspectos mais específicos. Aqui é importante fazer uma breve exposição oral seguida de atividades colaborativa, além disso, é fundamental estimular a participação colaborativa dos estudantes, fazendo discussões em pequenos grupos.

- Quinto passo: Retomar os aspectos mais gerais e fazer uma nova apresentação do que foi trabalhado na unidade, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. Situações-problemas deve ser proposta em níveis crescentes de complexidade, dar novos exemplos, destacar semelhança e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou

seja, como o conhecimento geral se relaciona com o específico e com isso promovendo a reconciliação integradora.

- Sexto passo: Início da conclusão da unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora. Aqui não importa a estratégia e sim o modo de trabalhar o conteúdo da unidade. Importante apresentar novas situações-problemas em níveis mais altos de complexidade em relação às anteriores.

- Sétimo passo: A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa.

- Oitavo passo: Quando avaliamos a UEPS como o todo, somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecerem evidências de aprendizagem significativa. É necessário focar em evidências de progressão e não em comportamentos finais. (MOREIRA, e MASSONI, 2016).

2.3.2 Aspectos Transversais

Esses aspectos são princípios que devem ser aplicados em todos os passos da metodologia. Esses princípios incluem a diversificação dos materiais e estratégias de ensino, deve estimular o questionamento em vez de respostas prontas, o diálogo e a crítica em contrapartida a passividade.

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;
- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;
- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais. (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 146 e 147).

2.4 MAPA CONCEITUAL

Existem diversos instrumentos facilitadores da Aprendizagem Significativa, mas vamos destacar os mapas conceituais como uma possibilidade para facilitar a

apresentação de um determinado tema e conseqüentemente como um instrumento de avaliação qualitativa e subjetiva. Como o próprio termo sugere, faz-se necessário definir o que é um conceito. De acordo os autores (NOVAK; GOWIN; VALADARES, 1996), “as pessoas pensam com conceitos”. Ainda Segundo (NOVAK, *et al.*,1996, p. 20), conceito pode ser definido por “uma regularidade nos acontecimentos ou nos objetos que se designa por um certo termo”. E segundo (MOREIRA, 2017, p. 108), conceitos “São regularidades ou padrões percebidos em objetos ou eventos, ou em registros de objetos ou eventos, designadas por um rótulo, geralmente um símbolo linguístico”.

Nesse sentido, um tipo de objeto pode apresentar várias características, mas algumas são comuns e peculiares daquele objeto, ou seja, apresenta uma regularidade que é o conceito desse objeto.

O mapa conceitual é um instrumento facilitador da aprendizagem significativa e pode assumir diversas funções no processo de ensino-aprendizagem. Segundo (MOREIRA, 2006, p. 16 a 27) pode ser utilizado como recurso avaliativo, organizador curricular, instrumento didático, análise de conteúdos e para “negociar significados”, dentre outros. Ainda segundo (MOREIRA, 2017, p. 106) “Mapas conceituais são diagramas conceituais, enfatizando conceitos, suas hierarquias e suas relações proposicionais no contexto de um corpo de conhecimento”. Segundo (NOVAK, *et al.*,1996, p. 17), afirmam que mapas conceituais são “uma forma de ajudar os estudantes e educadores a ver os significados dos materiais de aprendizagem.” Esse recurso didático procura representar como estão estruturado os conceitos de um determinado conteúdo.

Nesse contexto, os mapas conceituais tornam um instrumento com grande potencial didático capaz de verificar a aprendizagem significativa.

2.5 MAPA MENTAL

É um recurso metodológico diferente do mapa conceitual, nele as ideias não seguem uma hierarquia nem relações proposicionais. A construção desse instrumento parte de uma palavra – chave ou principal de onde emanam as ideias secundárias e livres através de ramificações, os tópicos menos importantes são ligados nessa palavra central. De acordo (MOREIRA e MASSONI, 2016, p. 155) “é uma função natural da mente [...]. No mapa mental as associações são

completamente livres, enquanto que no mapa conceitual são aquelas aceitas no contexto da matéria de ensino.” No mapa mental as informações são organizadas de maneira visual, utilizando figuras, cores e símbolos de forma que facilita a organização mental para ser expressa no papel.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor consolidação dos conceitos discutidos durante a sequência didática faz-se necessário buscar em outros trabalhos renomados como dissertações, artigos, revistas, dentre outras publicações encontrada no MNPEF para dar suporte e nortear o trabalho vigente. As referências pesquisadas são mencionadas nesse capítulo.

A busca de literatura para esta dissertação foi conduzida entre 2022 e 2023. Foram consultadas as seguintes bases de dados: Unidades de Ensino Potencialmente Significativa, Miniestufa e os objetos de estudos da Termodinâmica – Calor, temperatura, equilíbrio térmico e os processos de transmissão de calor. O período selecionado para a busca abrangeu 12 anos, especificamente de 2010 a 2022, para garantir a relevância e atualidade dos estudos encontrados.

Para a realização desta pesquisa, foi feita inteiramente através do Google, na Revista Experiências em Ensino de Ciências e nos Pólos do MNPEF sempre utilizando as palavras-chave: UEPS MNPEF, Termodinâmica MNPEF e Estufa MNPEF.

O objetivo foi identificar publicações relevantes e recentes que pudessem contribuir para a compreensão do tema em estudo.

Na literatura encontra poucos trabalhos que abordam a utilização de miniestufas como recursos didáticos para discutir assuntos relacionados à disciplina de Física e Ciências. No trabalho de Daniel Antônio Gabriel (2017), traz de modo muito didático, através da miniestufa, a distinção entre os conceitos de calor e temperatura, que por sua vez é muito confundido pelos nossos alunos.

Para Rubino (2010), há uma grande escassez nos livros didáticos inferindo sobre o efeito estufa e quando encontrado, a abordagem se dar de forma não adequada aos conceitos físicos contido no efeito estufa.

Para confirmar tal hipótese, fizemos um levantamento nos livros didáticos de Física mais utilizados no município do Rio de Janeiro e constatamos a ausência de uma discussão adequada sobre os conceitos físicos envolvidos na explicação do fenômeno do efeito estufa. A abordagem feita, normalmente, é simplista, sem explicar, de fato, os conceitos físicos envolvidos no fenômeno. Além disso, segundo Jones e Henderson-Sellers (1990), a analogia entre o fenômeno atmosférico e o fenômeno que ocorre em uma estufa de plantas feita em alguns livros é equivocada. Walker (2008) ratifica a afirmação feita por Jones e Henderson-Sellers, ao afirmar que infelizmente, como a expressão efeito estufa é muitas vezes aplicada à retenção de radiação térmica pela atmosfera terrestre, esse tipo de retenção é associado erroneamente às estufas. (RUBINO, 2010).

No artigo de Neves, Charret e Carvalho (2017), ressaltam que os simuladores são ferramentas potencialmente significativas e são eficazes e normalmente apresentam resultados iguais ou melhores que as metodologias tradicionais.

As simulações interativas, como as disponíveis no simulador PhET (Physics Education Technology), podem proporcionar uma ponte entre a figura estática, presente nos livros didáticos, e o conhecimento científico processual (KOLLOFFEL et al., 2009), além de permitir a integração entre atividades formais e computacionais (FINKELSTEIN et al., 2005). Essa ferramenta pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos de física e incentivar os estudantes no desenvolvimento da sua autonomia, pois eles podem fazer uso em computadores de suas casas ou na própria escola em horários extraclasse (BEICHNER; SAUL, 2003, *apud* NEVES; CHARRET; CARVALHO, 2017).

Segundo Neves(2015), em sua pesquisa constata alguns conceitos físicos explorados, no efeito estufa, ainda de forma inadequada, mas no final do processo foram sanados os problemas relacionados aos conceitos explorados no efeito estufa.

Ter conhecimento das concepções prévias é de extrema importância para o desenvolvimento de materiais potencialmente significativos, pois permite construir novos conceitos e até promover uma possível mudança conceitual. (NEVES, 2015).

Pires (2019), utiliza o espaço ocioso de sua escola para implementar a construção e manutenção de estufas para explorar conteúdos de Física, em especial, unidades de medidas e cinemática. Inspirado na teoria freiriana.

Outro trabalho encontrado na revisão de literatura foi o de Silva Holanda (2019), que explora os processos de transmissão de calor: condução, convecção e radiação. Explora também os conceitos de temperatura e calor. Além do mais,

aborda a metodologia da sala de aula invertida em consonância com as tecnologias no processo de ensino.

Já o pesquisador Sousa (2020), Utiliza a UEPS com a utilização da música em paródias para explorar os conceitos da Termodinâmica como temperatura, calor e processos de propagação do calor.

Machado (2017), aplica uma Unidade de Didática (UD) abordando os processos de transmissão de calor, corpo negro e inclusive o efeito estufa. Tendo como objetivo central mostrar a possibilidade de mudanças de paradigmas de ensino da Física Clássica para a Física Moderna não perdendo o foco da formação dos cidadãos.

Entre as proposta metodológica apresentadas no trabalho de Fonseca (2020), encontra-se em consonância com esse trabalho as abordagem em relação aos mapas conceituais e a UEPS dando foco em alguns conceitos importante da Termodinâmica como calor e seus mecanismos de transmissão.

Noé (2015) fundamenta seu trabalho na aprendizagem significativa de Ausubel em turmas da EJA, dentre os aspectos que compõe sua dissertação, vale ressaltar a utilização de questionários como ferramenta estratégica para verificação do processo cognitivos dos estudantes, no trabalho decorrente será utilizado essa mesma estratégia para verificar a evolução dos alunos.

Outro trabalho que utiliza mapas conceituais para coletar dados qualitativos, destaca as atividades experimentais como estratégias de aprendizagem e está em consonância, nesses quesitos, com o presente trabalho é o de Bezerra (2016). Ele utiliza as UEPS para verificar os impactos que as atividades experimentais podem provocar no processo cognitivo e, além do mais, ele trabalha com a física térmica, pois alinha com os conteúdos explorados no trabalho decorrente.

No trabalho desenvolvido por Queiroz (2022), sobre conceitos físicos presentes nas evoluções das estrelas que foi fundamentada na Aprendizagem Significativa de Ausubel e pautada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Marcos Antonio Moreira. Ela faz a utilização de mapas conceituais para verificar a estrutura cognitiva do aprendiz através das relações e hierarquização entre os conceitos.

Com o intuito de restringir o mapeamento temático de estudos, buscando resultados relacionados ao objeto de estudo, faz-se uma busca por dissertações e

produtos educacionais na página do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF disponível em <http://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes>.

Perante a consulta desses trabalhos relacionados ao tema, efeito estufa, e relacionando com o aparato da miniestufa ficou notório que o conhecimento disseminado nos livros didáticos e nos meios midiáticos aborda que a retenção de energia térmica no efeito estufa e na miniestufa ocorre de maneiras iguais, onde na verdade o efeito estufa retém a energia térmica através do vapor de água e alguns gases, em contrapartida, na estufa ocorre a retenção do “calor” através do bloqueio dos raios infravermelho pelo vidro ou plástico da estufa, ou seja, a quantidade mínima de gases capazes de absorverem energia dentro de uma estufa não é suficiente para elevar a temperatura.

Tendo em vista essa situação - problema entre outras como a confusão por parte de alguns estudante entre os conceitos de calor e temperatura resolvemos implementar na turma de Ensino Médio escolhida como público-alvo, uma sequência didática através de uma UEPS para dar novos significados aos conceitos físicos relacionados em um estufa.

O propósito de fazer a busca do estado do conhecimento na literatura brasileira sobre o tema estudado é para conseguir oferecer um estudo de compreensão ampla do já foi investigado.

Tabela 1 – Trabalhos Selecionados para Revisão Bibliográfica

ANO	TÍTULO	AUTOR	ENDEREÇO
2010	A FÍSICA ENVOLVIDA NO FENÔMENO DO EFEITO ESTUFA – UMA ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO MÉDIO	LEANDRO NASCIMENTO RUBINO	INSTITUTO DE FÍSICA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
2015	ENSINANDO A FÍSICA DO EFEITO ESTUFA NO 9º ANO: UMA ABORDAGEM	JEFFERSON ADRIANO NEVES	UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA / LAVRAS -MG

	BASEADA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA		
2015	DESCONSTRUÇÃO / RECONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.	NOÉ COMEMORÁVEL DE OLIVEIRA NETO	MNPEF - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - VIÇOSA - MG - BRASIL
2016	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	SÉRGIO HENRIQUE DE OLIVEIRA BEZERRA	MNPEF – POLO 37 - UFPA - BELÉM/PA
2017	CONSTRUÇÃO DE MINI-ESTUFAS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	DANIEL ANTONIO GABRIEL	MNPEF – PÓLO CUIABÁ - MT - UFMT
2017	ESTUDANDO A FÍSICA DO EFEITO ESTUFA NO 9º ANO: UMA ABORDAGEM VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	JEFFERSON ADRIANO NEVES; IRAZIET DA CUNHA CHARRET; SYLVESTRE AURELIANO CARVALHO	V. 12 N. 8 (2017): REVISTA EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS
2017	ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA SOBRE OS CONCEITOS DE	MARLOS MACHADO	MNPEF - UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – LAVRAS-MG

	TRANSMISSÃO DE CALOR E RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO		
2019	A ESTUFA ESCOLAR COMO ESPAÇO DE ENSINO DE FÍSICA	JANKIEL ROBERT LOPES PIRES	MNPEF - POLO 21 / FURG / RIO GRANDE/RS
2019	SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA	JAILSON SILVA HOLANDA	MNPEF – UFPA – BELÉM-PA
2020	PARODIANDO A FÍSICA: UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM O USO DA MUSICALIDADE PARA O ENSINO DE TEMPERATURA E CALOR NA EDUCAÇÃO BÁSICA.	JEAN CARLOS MATOS DE SOUSA	MNPEF – UFPA – BELÉM - PA
2020	UEPS PARA O ENSINO DOS MODOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR, UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS PARA O ACOMPANHAMENTO	MESSIAS COSTA FONSECA	MNPEF - POLO 37 – UFPA – BELÉM - PA

	DO APRENDIZADO		
2022	PROPOSTA DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ESTUDO DOS CONCEITOS FÍSICOS PRESENTES NA EVOLUÇÃO DAS ESTRELAS PARA OS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	ELIENE MACHADO QUEIROZ	MNPEF – UESB - VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA

Vimos no mapeamento que foram encontrados vários trabalhos que abordam a temática em estudo, mas poucos relacionam o estudo da Termodinâmica com as estufas como estratégias didáticas para facilitar o ensino-aprendizagem, no entanto, são encontrados diversos trabalhos que abordam conteúdos relacionados a Termodinâmica e utilizam estratégias metodológicas fundamentadas na Teoria de Aprendizagem Significa Crítica.

Esses trabalhos serão de muita utilidade para fundamentar a presente dissertação e elencar ideias e estratégias didáticas que contribuirá para a melhoria do processo educativo que irão impactar nos meus alunos.

4 CONCEITOS DE FÍSICA

Nesse capítulo busca explorar os principais conceitos da Termodinâmica incluindo calor e sua evolução no contexto histórico, temperatura, equilíbrio térmico, Lei Zero da Termodinâmica, transferência de calor e fluxo de calor, além disso, integram-se os conceitos de efeito estufa e as estufas. Esses conceitos físicos foram fundamentados em Halliday, 2010, volume 2; Hewitt, 2015 e em Salinas, 2016.

4.1 TERMODINÂMICA

A Termodinâmica é um ramo da Física que estuda o comportamento da energia térmica, ou seja, o modo como ela é transformada, armazenada, transferida e dissipada. Além disso, estuda as relações entre calor e trabalho e fenômenos associados entre temperatura e calor. Essa área da Física descreve em linguagem matemática as propriedades dos sistemas em função da quantidade de massa e energia na escala macroscópica.

A descrição termodinâmica é sempre, portanto, uma descrição macroscópica, que só se aplica a sistemas com um número suficientemente grande de partículas. Não faz sentido perguntar que é a temperatura de um sistema de dois ou três átomos isolados. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 193).

As leis da Termodinâmica são válidas somente em sistemas que contêm grandes quantidades de partículas, do ponto de vista estatístico trabalha com a média envolvendo somente três parâmetros, volume, pressão e temperatura.

4.2 TEMPERATURA

Considerando o modelo que a matéria é constituída por partículas e em qualquer fase encontrada na natureza, sólida, líquida ou gasosa é composta por átomos em constante agitação.

“A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura”. (HEWITT, 2015, p. 285)

Então a temperatura é uma grandeza física escalar que indica o grau de agitação dos átomos de um corpo. Ela mede o quanto de energia cinética ou grau de oscilação apresentam os átomos e moléculas que compõem todos os corpos. Quanto maior for a vibração desses átomos e moléculas, maior será a temperatura, quanto menor for a vibração, menor será a temperatura.

O instrumento capaz de mede a temperatura de uma substância é denominado termômetro, o termo “termômetro” só vem surgir após a evolução do termoscópio que por sua vez não tinha uma escala termométrica. O termoscópio foi

um instrumento inventado por Galileu Galilei durante o Renascimento Científico em 1592. Embora não se tenha certeza se foi ele que descobriu o princípio por trás, o termoscópio desempenhou um papel importante na evolução da compreensão da temperatura. O aparelho construído por Galileu não possuía graduação em forma de escala. A medida da temperatura era feita pelo acompanhamento das variações da altura da coluna d'água. Quando aquecido, o ar dentro do bulbo se expandia, fazendo com que parte da água subisse pelo tubo. Após esfriar, o ar contido no bulbo se comprimia, e a água do recipiente voltava a subir pelo tubo. O termoscópio não determinava a temperatura em si, mas permitia comparações entre temperaturas. O termoscópio de Galileu foi um marco na história da medição de temperatura, mesmo sem uma escala definida, abriu caminho para os termômetros modernos que utilizamos hoje.

As escalas mais comuns atualmente são as de Celsius, Fahrenheit e Kelvin. A Escala Celsius foi criada em 1742 pelo astrônomo sueco Anders Celsius e é a escala mais utilizada no mundo, inclusive no Brasil. Utiliza como referência os pontos de fusão (0°C) e ebulição (100°C) da água. A Escala Fahrenheit foi criada em 1724 pelo físico e engenheiro Daniel Gabriel Fahrenheit e é utilizada nos Estados Unidos e na Inglaterra. Tem como referência os pontos de fusão (32°F) e ebulição (212°F) da água. Assim como a escala de Celsius, na escala Fahrenheit os pontos fixos de fusão e ebulição são valores arbitrários. Já a Escala Kelvin foi criada em 1864 pelo físico, matemático e engenheiro irlandês William Thomson, também conhecido como Lord Kelvin. É denominada de “escala absoluta” porque tem como ponto de referência o zero absoluto. Utiliza como referência os pontos de fusão ($273,15\text{ K}$) e ebulição ($373,15\text{ K}$) da água. Experimentalmente, Kelvin verificou que a pressão de um gás rarefeito diminuía $\frac{1}{273,15}$ do valor inicial, quando resfriado a volume constante, de 0°C para -1°C . Por extrapolação, concluiu que, se o gás não mudasse de estado, sua pressão seria nula na temperatura de $-273,15^{\circ}\text{C}$. Esse estado térmico, em que anulava a pressão do gás, foi dado o nome de zero absoluto, ou seja, o limite inferior de temperatura. Todas as tentativas, embora seja possível aproximar-se dele indefinidamente. À medida que a temperatura de um corpo se aproxima do zero absoluto, a energia cinética de suas moléculas tende para um valor finito que se denomina energia ponto zero que, apesar do nome, não é nula.

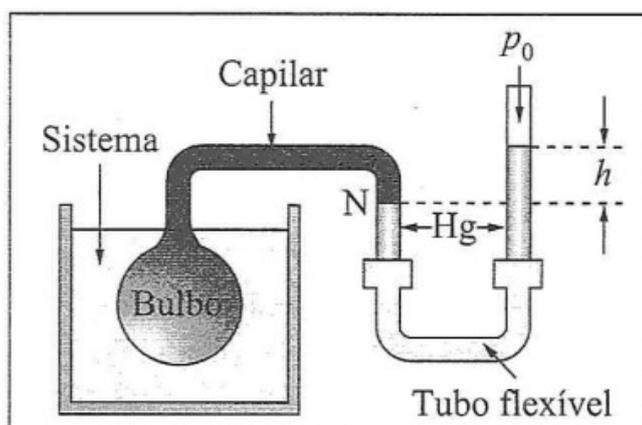
A conversão entre essas escalas termométricas:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} = \frac{T_k - 273}{5} \quad (1)$$

4.3 TERMÔMETRO DE GÁS A VOLUME CONSTANTE

O termômetro de gás a volume constante, esquematizado na figura 13, geralmente utiliza o gás hidrogênio, enche um bulbo e um tubo capilar ligado a um manômetro de mercúrio de tubo aberto. O tubo flexível permite suspender ou abaixar o nível de mercúrio no ramo da direita de tal forma que o nível do ramo da esquerda permaneça numa marca fixa, definindo o volume constante ocupado pelo gás.

Figura 1 – Termômetro a gás



Fonte: Nussenzveig, Herch Moysés, vol. 2

Quando o bulbo é colocado em contato com a substância que queira medir a temperatura será medida primeiramente a nova pressão do gás confinado no bulbo.

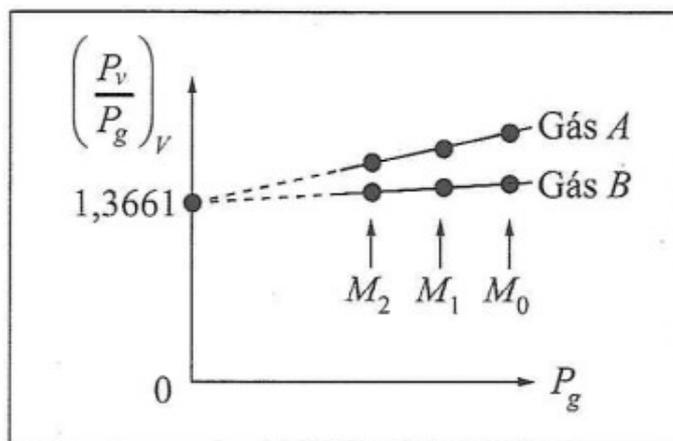
$$P = p_0 + \rho gh \quad (2)$$

Onde P é a pressão do gás, p_0 é a pressão atmosférica, ρ é a densidade do mercúrio contido no bulbo e h é a desnível entre o mercúrio contido no ramo da direita e no ramo da esquerda.

Considerando um gráfico $(P_v/P_g)_v$ onde V representa o volume constante do gás, como função da massa M de gás e em função da pressão P_g , verificou

experimentalmente que, à medida que P_g vai baixando, os pontos experimentais tendem a convergir sobre uma reta. Por extrapolação se tendermos ao limite $P_g \rightarrow 0$, então a massa dos gases tenderiam para zero também, obviamente isso é impossível.

Figura 2 – Comparação com gases diferentes



Fonte: Nussenzveig, Herch Moysés, vol. 2

No entanto, o resultado experimental é que todas as retas interceptam o eixo das ordenadas no mesmo ponto, correspondente ao valor de quase igual a 1,3661. Logo:

$$\lim_{P_g \rightarrow 0} \left(\frac{P_v}{P_g} \right) \equiv \frac{T_v}{T_g} \approx 1,3661 \quad (3)$$

Este limite define a razão T_v/T_g das temperaturas absolutas T_v e T_g correspondente ao ponto de vapor e ao ponto de gelo, respectivamente.

Impondo que a diferença $T_v - T_g$, como na escala Celsius, correspondente a 100 graus na escala Kelvin também, podemos deduzir T_v e T_g na escala Kelvin.

Se $T_v - T_g = 100 \text{ K}$ e $\frac{T_v}{T_g} = 1,3661$ (por extrapolação), então:

$$1,3661 \cdot T_g - T_g = 100 \quad (4)$$

$$(1,3661 - 1) T_g = 100 \quad (5)$$

$$0,3661 \cdot T_g = 100 \quad (6)$$

$$T_g = \frac{100}{0,3661} \quad (7)$$

$$T_g \approx 273,15 \text{ K} \quad (8)$$

Logo:

$T_v \approx 373,15 \text{ K}$ e $T_g \approx 273,15 \text{ K}$ respectivamente, ponto de vapor e ponto de gelo.

Para medir uma temperatura na escala Kelvin com o auxílio de termômetro de gás a volume constante, medimos a pressão P correspondente, extrapolada para o limite da pressão tendendo a zero ($P \rightarrow 0$), e a temperatura absoluto T correspondente é dada por:

$$\frac{T}{T_g} = \lim_{P_g \rightarrow 0} \left(\frac{P}{P_g} \right)_V \quad (9)$$

A temperatura mais baixa que se pode medir com um termômetro a gás é da ordem de 1 K, o gás usado para isso é hélio em baixa pressão, uma vez que ainda pode ser mantido gasoso nessa temperatura. Temperaturas menores que essa não pode ser medidas em termômetro a gás.

É possível adotar uma escala termométrica absoluta sem depender das propriedades específicas da substancia adotada, como os gases por exemplos. Em vez de adotar o ponto de gelo de um gás será adotado o ponto triplo da água e para isso, pressão e temperatura requerem valores específicos, respectivamente 4,58 mmHg e 0,01 °C.

Como 0,01 °C equivale 273,16 K, então a temperatura do ponto triplo ficou estabelecida em $T_{tr} = 273,16 \text{ K}$.

4.4 A TEORIA DO FLOGISTO

No século XVIII conhecido como “séculos das luzes” onde valorizava a razão e o tecer crítico surgia um novo olhar em fazer ciências. Com a necessidade de atender a grande demanda proporcionada pela revolução industrial, no que diz respeito ao consumo de combustível, o médico e químico Georg Ernst Stahl em 1723 motivado em explicar técnicas de melhoria para melhor

aproveitamento dos combustíveis. Segundo Silva, Forato e Gomes (2013) “Stahl concentrou-se em tentar entender o que ocorria nos fenômenos como combustão e calcinação. Os dois fenômenos envolviam algum tipo de relação com o calor”.

Eles afirmam ainda que:

Segundo Stahl, o processo de combustão, seria baseado na presença de substâncias combustíveis como o carbono e o enxofre, que quando aquecidas por uma chama, produziam grande quantidade de calor. Enquanto na calcinação, o aquecimento levava à transformação da substância, que se tornaria cal. Tanto a combustão quanto a calcinação seriam devidas à presença de um princípio inflamável (flogístico), presente no fenômeno. (SILVA, FORATO e GOMES, 2013, p. 505)

Nesse contexto, o flogisto (flogístico) era considerado um princípio ativo presente nos materiais combustíveis. Quando um material entrava em combustão, ele supostamente liberava ou absorvia flogisto. Segundo essa teoria, todas as substâncias inflamáveis continham uma substância chamada flogisto e era mais leve que o ar. No entanto, para essa teoria, o flogisto possuía massa e em uma reação de combustão o resultado era que o produto final era mais leve. Ainda segundo Silva, Forato e Gomes (2013), “Se ele era o princípio da combustibilidade, então toda vez que uma substância arde, ela perde flogístico, e como este tem massa, a substância resultante deveria ter uma massa menor, o que não ocorre”. Por essas contradições a teoria do flogisto foi superada por explicações mais precisas. A teoria do flogisto enfrentou críticas, especialmente de Lavoisier. Ele demonstrou que, ao aquecer metais, eles ganhavam peso em vez de perdê-lo (como previsto pela teoria do flogisto). Lavoisier propôs a teoria da combustão pelo oxigênio, que substituiu o conceito do flogisto.

A teoria do flogisto foi uma etapa importante na história, portanto, sabemos atualmente que a combustão envolve reações químicas com oxigênio, não com a liberação ou absorção de flogisto.

4.5 A TEORIA DO CALÓRICO

A teoria do calórico foi proposta por Antoine Laurent Lavoisier, ele acreditava que o calórico era considerado uma substância presente em todos os corpos.

Segundo Castro (1993), a teoria do calórico tornava-se cada vez mais poderosa, resultado do esforço de vários adeptos em entendê-la. Seus postulados básicos são descritos por Roller (1950) como sendo:

- i) O calórico é um fluido elástico e auto repulsivo; suas partículas repelem umas as outras fortemente.
- ii) As partículas do calórico são atraídas pelas partículas da matéria comum, sendo a magnitude da atração diferente para diferentes substâncias e para diferentes estados de agregação.
- iii) O calórico é indestrutível e não pode ser criado. Este princípio da conservação do calórico era, no início, considerado apenas plausível: como desde os gregos tinha-se a ideia de que a matéria era indestrutível, se o calor era matéria, ele deveria ser indestrutível. Com o desenvolvimento dos métodos de mistura e também do conceito de calor latente, este postulado tornou-se indispensável da teoria do calórico.
- iv) O calórico pode ser sensível ou latente...
- v) O calórico tem peso apreciável. (ROLLER, 1950 *apud* CASTRO, 1993, p. 43)

No final do século XVIII, Benjamin Thompson (1753-1814), americano que mais tarde receberia o título de Conde Rumford, atacaria a teoria do calórico, não só do ponto de vista experimental, quanto do ponto de vista teórico. Ele não aceitava uma teoria material em que não se pudesse ter acesso a tal substância. Rumford trabalhava fazendo perfuração em canhões em uma oficina de artesanal e ficou impressionado pela grande liberação de calor que uma peça metálica adquiria quando era perfurada com uma broca. As brocas cegas produziam mais calor e perfuravam menos do que as afiadas, o que contrariava a teoria do fluido imponderável. Segundo os adeptos desta teoria, as brocas afiadas, por desgastarem o metal com maior eficiência, liberavam maior quantidade de substância calórica ligada ao metal (CASTRO, 1993).

Nesse contexto, Rumford consegue extrair algumas conclusões sobre a insuficiência da teoria do calórico, mas não consegue refutar, e a teoria resiste por alguns anos. O modelo dele seria uma mesclagem entre a teoria associada à temperatura e a frequência de uma fonte oscilante com a futura teoria mecânica do calor. Castro, (1993), diz: “Era uma espécie de teoria ondulatória do calor parecida com a teoria do fogo de H. Boerhaave”. Com o desenvolvimento de outros conceitos como o de trabalho e energia, e o desenvolvimento da teoria atômica, é possível uma formulação refinada sobre a natureza vibratória do calor, fazendo com que a teoria do calórico tenha um verdadeiro fim.

4.6 O CONCEITO DE CALOR

A natureza do calor não está relacionada a uma substância, mas sim uma forma de energia. Ele pode ser gerado por processos como atrito, reações químicas, radiações e conversões de energia. A unidade padrão para medir o calor é o joule (J) no Sistema Internacional de Unidades (SI). Outras unidades comuns incluem calorias (cal) e quilocalorias (kcal). O calor é uma forma essencial de energia que desempenha um papel fundamental em muitos processos naturais e tecnológicos. Ele está presente em nosso cotidiano, desde o cozimento dos alimentos até o funcionamento dos motores e sistemas climáticos.

Segundo Hewitt:

Quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente do que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai de sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor. (HEWITT, 2015, p. 287)

De acordo com Halliday e Resnick:

Calor (Q) é a energia que é transferida de um sistema para o ambiente, ou vice-versa, em virtude de uma diferença de temperatura. O calor pode ser medido em joules (J), calorias (cal), quilocalorias (Cal ou kcal), ou British thermal units (Btu); entre essas unidades. (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 459)

É notório perceber que o calor é uma energia em movimento, de natureza térmica, que flui espontaneamente de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura. É importante observar que a matéria não contém calor. Isso foi descoberto por Rumford em seus experimentos entediantes com canhões, como já mencionamos, a matéria contém energia interna que a soma total de todas as energias contidas em uma substância. Ainda de acordo Hewitt:

Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor. (Como analogia, o trabalho também é energia em trânsito. Um corpo não contém trabalho. Ele realiza trabalho ou trabalho é realizado sobre ele.). (HEWITT, 2015, p. 287)

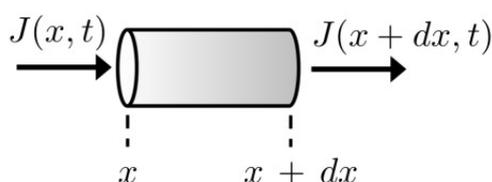
4.7 A EQUAÇÃO DO CALOR

O fluxo de calor ocorre quando há uma diferença de temperatura entre dois sistemas ou objetos. Ele flui do sistema mais quente para o mais frio até que ambos atinjam o equilíbrio térmico.

A taxa de transferência de calor é descrita pela Lei de Fourier. Por ter sido desenvolvida a partir de evidências experimentais ao invés de ter sido derivada a partir da teoria fundamental, a lei de Fourier é fenomenológica.

De acordo com Salinas, “Segundo Fourier, as causas da transmissão do calor são desconhecidas, mas estão sujeitas a leis simples e fixas que podem ser descobertas pela observação”. (SALINAS, 2016, p. 10).

Figura 3 – Cilindro com paredes isoladas



Fonte: Salinas, 2016

A figura 15 indica o fluxo de calor através de cilindro de paredes laterais isoladas. Considerando esse fluxo ao longo do eixo x a lei do resfriamento é dada pela seguinte expressão. (SALINAS, 2016, p. 11).

$$J = -k \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (10)$$

$J = J(x, t)$ é o fluxo do calor

$T = T(x, t)$ é a temperatura

Utilizando uma linguagem matemática mais apropriada podemos usar derivadas parciais

$$J = -k \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (11)$$

Note o sinal menos, indicando que o fluxo vai ser positivo quando a derivada da temperatura em relação à posição for negativa (pois o calórico flui de regiões com

temperaturas mais altas para regiões com temperaturas mais baixas). (SALINAS, 2016, p. 11)

Fourier então utiliza o “princípio da conservação do calórico” para obter uma segunda equação. A diferença entre o calórico que entra no cilindro e o calórico que sai deve ser igual ao calórico acumulado dentro do cilindro. Temos a equação da conservação.

$$J(x + \Delta x, t)\Delta S - J(x, t)\Delta S = - \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (12)$$

ΔQ é a quantidade de calórico e Δt é o intervalo de tempo.

A variação da quantidade de calórico deve ser dada pela expressão de Joseph Black,

$$\Delta Q = \Delta mc\Delta T \quad (13)$$

Devido a injeção de calórico no cilindro temos,

$$J(x + \Delta x, t)\Delta S - J(x, t)\Delta S = - \frac{\Delta mc\Delta T}{\Delta t} \quad (14)$$

Ou seja

$$\Delta J\Delta S = - \frac{\Delta mc\Delta T}{\Delta t} \quad (15)$$

Ou ainda

$$\frac{\Delta J}{\Delta X} = - \frac{\Delta m}{\Delta S\Delta x} c \frac{\Delta T}{\Delta t} \quad (16)$$

Levando em conta que $\Delta S\Delta x$ é o volume do cilindro elementar, no limite de grandezas infinitesimais podemos introduzir a densidade de massa,

$$\rho = - \frac{\Delta m}{\Delta S\Delta x} \quad (17)$$

de onde obtemos finalmente a forma diferencial da lei da conservação do calórico,

$$\frac{\partial J}{\partial X} = -c\rho \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (19)$$

Onde o calor c específico e a densidade ρ devem ser constantes.

A partir das formas diferenciais da lei do resfriamento, equação (2), e do princípio da conservação do calórico, equação (9), obtemos uma forma simplificada da famosíssima equação do calor ou equação de Fourier, (SALINAS, 2016, p. 10 a 13).

$$k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t} \quad (20)$$

A equação acima é uma diferencial linear com derivadas parciais.

4.8 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Existem três principais modos de transferência de calor:

4.8.1 Condução

O calor se propaga através de um material sólido ou entre objetos em contato direto. A transferência ocorre através partículas a partículas, somente através da agitação das partículas e dos choques entre elas.

Segundo Nussenzveig (2014), a condução:

Só pode ocorrer através de um meio material, mas, ao contrário da convecção, sem que haja movimento do próprio meio; ocorre tanto em fluidos como em sólidos, sob o efeito de diferenças de temperatura, via a estrutura microscópica do meio. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 210)

4.8.2 Convecção

O calor é transferido através do movimento de fluidos (como ar ou água), ou seja, através da transferência de matéria. Segundo Nussenzveig (2014), “a convecção ocorre tipicamente num fluido, e se caracteriza pelo fato de que o calor é transferido pelo movimento do próprio fluido, que constitui uma corrente de convecção. Um fluido aquecido localmente em geral diminui de densidade e, por conseguinte tende a subir sob o efeito gravitacional, sendo substituído por fluido mais frio, o que gera naturalmente correntes de convecção.

4.8.3 Radiação

O calor é transmitido por meio de ondas eletromagnéticas (como luz solar). A irradiação não requer um meio material para se propagar.

De acordo com Nussenzweig:

A radiação transfere calor de um ponto a outro por meio de radiação eletromagnética, que, como a luz visível, propaga-se mesmo através do vácuo. A radiação térmica é emitida por qualquer corpo aquecido, e, ao ser absorvida por outro corpo, pode aquecê-lo, convertendo-se em calor. (NUSSENZVEIG, 2014, p. 210).

Todo corpo, acima do zero absoluto irradia energia radiante em determinada faixa de frequência, objetos a temperatura ambiente emite principalmente energia radiante na faixa do infravermelho de baixa frequência. Todos os objetos emitem energia constantemente, porém eles também absorvem energia radiante, portanto a temperatura desse corpo depende desse balanço entre a perda e o ganho dessa energia.

A superfície de qualquer material, quente ou frio, tanto absorve quanto emite energia radiante. Se a superfície absorve mais energia do que ela emite, há uma absorção líquida e sua temperatura aumenta. Se uma dada superfície desempenhará o papel de emissor ou de absorvedor líquido dependerá do fato de sua temperatura estar acima ou abaixo da de sua vizinhança. Se ela estiver mais quente do que a vizinhança, ela será um emissor líquido e se resfriará; se for mais fria do que sua vizinhança, constituirá um absorvedor líquido e esquentará. Toda superfície, esteja ela quente ou fria, tanto absorve quanto emite energia na forma de radiação. (HEWITT, 2015, p. 309)

O cálculo da taxa de transferência média de calor por radiação é dada pela lei de Stefan – Boltzman:

De acordo Halliday:

$$P_{rad} = \epsilon \sigma A T^4 \quad (21)$$

Onde P_{rad} é a taxa de emissão de energia por irradiação eletromagnética, ϵ é a emissividade, σ é a constante de Stefan -Boltzmann que vale $\sigma = 5,6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$, A é a área da superfície do objeto e T é a temperatura dessa área.

A taxa P_{abs} com a qual um objeto absorve energia da radiação térmica do ambiente, que supomos estar a uma temperatura uniforme T_{amb} (em kelvins), é dada por:

$$P_{abs} = \epsilon \sigma A T_{amb}^4 \quad (22)$$

Como um objeto irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo energia do ambiente, a taxa líquida $P_{líq}$ de troca de energia com o ambiente por radiação térmica é dada por:

$$P_{líq} = P_{abs} - P_{rad} = \epsilon \sigma A (T_{amb}^4 - T^4) \quad (23)$$

4.9 EQUILÍBRIO TÉRMICO E A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

A lei Zero da Termodinâmica abordam as condições em que dois corpos, A e B, obtenham para alcançar o equilíbrio térmico com um terceiro corpo. “Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si.” (HALLIDAY, 2016, p. 415). A lei Zero é constantemente utilizada, principalmente nos laboratórios, ao querer conferir se dois corpos ou substâncias está na mesma temperatura não há necessidade de colocar os dois em contato físico, basta medir a temperatura deles com o terceiro corpo (o termômetro) para conferir que ambos estão em equilíbrio térmico ou não.

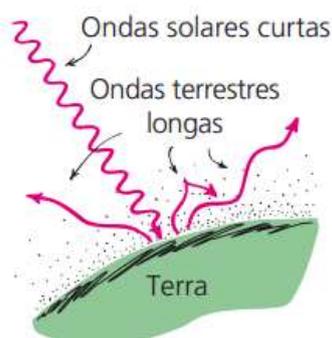
O conceito de temperatura está relacionado a uma propriedade comum de sistemas em equilíbrio térmico. Para definir o conceito de temperatura de forma mais precisa é necessário analisar com mais profundidade as propriedades de equilíbrio térmico. A lógica do equilíbrio térmico é que dois corpos nesse estado estão com a mesma temperatura. Devido a lei Zero da Termodinâmica conseguimos aferir se dois sistemas estão no estado de equilíbrio somente com o auxílio de um termômetro. A lei Zero nos garante afirmar que dois corpos estão com a mesma temperatura com o auxílio de um terceiro corpo. (NUSSENZVEIG, 2014).

4.10 O EFEITO ESTUFA E AS ESTUFAS

O efeito estufa é um fenômeno natural provocado pela concentração de gases na atmosfera e que mantém as temperaturas médias do planeta constante, evitando

grandes amplitudes térmicas, além disso, possibilita a existência da vida. Sem esse efeito a temperatura da Terra durante a noite seria muito baixa e durante o dia seria muito alta. Vapor de água, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), entre outros, esses gases são chamados de Gases do Efeito Estufa (GEE), pois são eles que absorvem parte da energia radiante da Terra.

Figura 4 – Ondas curtas e ondas longas



Fonte: HEWITT, 2015.

O efeito estufa e as estufas feita para plantio apesar de ter funcionamentos semelhantes, diferem no modo de reter a energia térmica, como vimos anteriormente o efeito estufa retém energia térmica (radiação infravermelho) devido a presença dos Gases de Efeito Estufa presente na atmosfera, os raios solares passam por esses gases facilmente, pois eles são transparentes para ondas muito curtas e quando é reirradiada pela Terra com ondas mais longas, no caso, a radiação infravermelha, logo esses gases oferecem uma opacidade para eles, que por sua vez, retém-os dentro da atmosfera. Já na estufa o funcionamento é semelhante, os raios provenientes do Sol penetra na estufa que é feita de vidro ou plástico que são transparentes para a radiação solar que são ondas curtas, e quando é reirradiada dentro da estufa, o vidro ou o plástico são opacos, pois a irradiação de dentro da estufa são ondas mais longas e estão na faixa do infravermelho que é responsável pelo aquecimentos. É importante ressaltar que dentro de uma estufa não tem Gases do Efeito Estufa suficiente para reter toda a energia necessária para aumentar a temperatura significativamente, então o vidro ou o plástico faz essa mesma função desses gases.

Figura 5 – Efeito da radiação na estufa

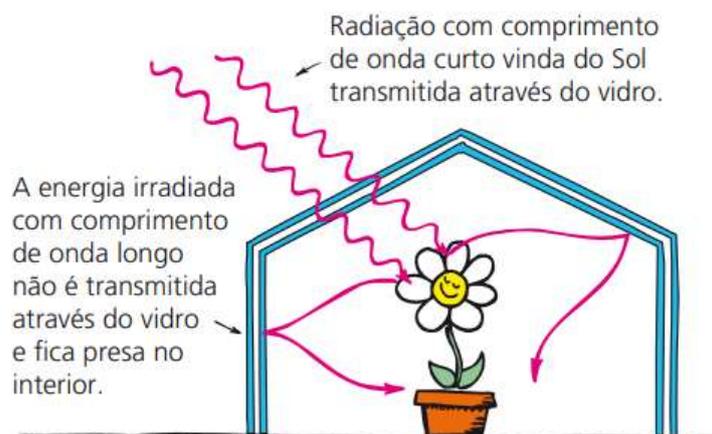


Figura: HEWITT, 2015.

Analogamente, a estufa para plantio e o interior de um carro retêm o calor com os mesmos princípios.

Como e por que um carro fica tão quente à luz solar: comparada ao carro, a temperatura do Sol é muito alta. Isso significa que as ondas irradiadas por ele são muito curtas. Estas facilmente atravessam tanto a atmosfera terrestre quanto o vidro das janelas do carro. Assim a energia proveniente do Sol penetra no interior do carro, onde, exceto por reflexões, ela é absorvida. O interior do carro se aquece e irradia suas próprias ondas correspondentemente, porém, uma vez que o interior do carro não é tão quente quanto o Sol, as ondas emitidas são mais longas. As ondas longas irradiadas deparam-se com o vidro, que não é transparente a elas. Assim, a energia reirradiada permanece dentro do carro, o que o aquece ainda mais. (HEWITT, 2015, p. 313)

Ainda de acordo com Paul Hewitt:

O mesmo efeito ocorre na atmosfera da Terra, que é transparente à radiação solar. A superfície da Terra absorve essa energia e reirradia parte dela como radiação terrestre de comprimento de onda mais longo. Os gases da atmosfera (principalmente o vapor d'água e o dióxido de carbono) absorvem e reemitem boa parte dessa radiação terrestre de longo comprimento de onda de volta para a Terra. A radiação terrestre que não consegue escapar da atmosfera terrestre evita que a Terra seja fria demais para nós. (HEWITT, 2015, p. 313)

Os conceitos físicos presentes na estufa como calor, temperatura, radiação térmica e equilíbrio térmico indica que utilizar esse recurso através do auxílio de teoria metodológica modernas é uma maneira de tornar acessível o ensino – aprendizagem.

5 METODOLOGIA

A metodologia da presente dissertação foi elaborada para garantir uma análise robusta e sistemática dos conceitos de Termodinâmica aplicados através de uma sequência de ensino. A seguir, descreva-se detalhadamente a caracterização da pesquisa, o desenvolvimento da situação de ensino, o sujeito da pesquisa, o levantamento de dados e o desenvolvimento da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia adotada nessa dissertação apresenta abordagem de método misto, ou seja, pesquisa que combinam elementos de abordagens de pesquisas qualitativas e quantitativas, utilizando uma pesquisa instrumental e participativa através de análise de questionários, mapas mentais e mapas conceituais abordando questões que envolvem conteúdos de Termodinâmica contidos no funcionamento de uma miniestufa.

De acordo com TASHAKKORI e CRESWELL:

Pesquisa de métodos mistos é aquela em que o investigador coleta e analisa dados ou achados e extrai inferências usando abordagens ou métodos quantitativos e qualitativos em um único estudo ou programa de investigação. (TASHAKKORI; CRESWELL, 2007, *apud*, GIL, 2017, p. 112).

Assim definido o método da pesquisa como misto, foi necessário escolher o tipo desse método. O delineamento incorporado é um tipo de método misto que abrange tanto o método quantitativo quanto o qualitativo, porém existe um método predominante que guia o projeto.

De acordo com Gil:

O pesquisador pode incorporar um elemento qualitativo em um delineamento quantitativo, como um experimento, ou incorporar um elemento quantitativo a um delineamento qualitativo, como um estudo de caso. Esse elemento suplementar geralmente é incorporado com o propósito de aprimorar a pesquisa com o uso de métodos diferentes, mantendo, porém, um método predominante. Assim, neste tipo de delineamento, o elemento incorporado pode desempenhar um papel secundário na pesquisa, como, por exemplo, o de corroborar resultados obtidos. (GIL, 2017, p. 114).

Reitera que nesse trabalho incorporamos os dados qualitativos a um delineamento experimental, ou seja, escolhemos os dados qualitativos para incorporar ou aprimorar o processo de mensuração dos dados. Ao comparar os dados quantitativos do pré-teste e pós-teste utilizamos o método qualitativo para corroborar com as evidências de uma aprendizagem com significado.

Ainda segundo Gil:

O elemento qualitativo pode, ainda, ser usado para descrever por que ocorreram os resultados, como os participantes responderam aos resultados, ou descrever os efeitos da intervenção experimental. (GIL, 2017, p. 114).

Optamos por essa metodologia, pois ela facilita a quantificação dos subsunçores presente na estrutura cognitiva dos estudantes através de tabelas e gráficos e possibilita a discussão analítica corroborando os dados quantitativos com as análises qualitativas, sempre atento para verificar indícios relevantes de aprendizagem significativa. O trabalho de pesquisa adotado nessa sequência didática tem como amostragem uma turma de 1ª série com 28 alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual de Campo de Botuporã.

5.2 DESENVOLVIMENTO DA SITUAÇÃO DE ENSINO

O campo teórico desse trabalho foi embasado na Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel e fundamentado na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Marco Antonio Moreira. Foram utilizados 12 encontros com duração de 50 min cada, para contemplar os oito passos da UEPS. No desenvolvimento dessa sequência foram aplicados vídeos, slides, texto, simulador PhET e atividades experimentais que nortearam todo o processo.

5.3 SUJEITO DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada no Colégio Estadual do Campo de Botuporã em uma turma de 1ª série do Ensino Médio composta por 28 alunos com idade entre 15 e 16 anos com grande parte oriundo do campo. Localizada na cidade de Botuporã no estado da Bahia com cerca de 320 quilômetros da cidade de Vitória da Conquista.

Todos os estudantes foram informados sobre as questões éticas da pesquisa e que a participação não era obrigatória, exigindo a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, ver no apêndice B e, além disso, foi informado para a equipe da gestão da escola através de um termo de consentimento e anuência, ver no apêndice A, para a aplicação da sequência didática na referida turma.

5.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para coletar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema foi aplicado um questionário, ver no apêndice C, contendo dez questões conceituais abertas, pois esse tipo de questão possibilita a externalização dos subsunçores de maneira livre sem tomar um declínio tendencioso.

Durante o desenvolvimento desse trabalho foram utilizados instrumentos de coletas de informações de forma qualitativa como mapas mentais e mapas conceituais para verificar se estão acontecendo efetivamente aprendizagem significativa.

No final da sequência foi aplicado mais um questionário explorando os mesmos conceitos cobrados no pré-teste, porém com o nível mais elevado e incluindo novas situações problema, o objetivo desse pós-teste foi para verificar a consolidação dos conceitos adquiridos pelos estudantes e suas possíveis falhas conceituais e no final do processo se houve resultados exitosos.

O método utilizado para tabulação das informações coletadas dos estudantes foi disposto em tabelas e gráficos que possibilitaram a compreensão e análise comparativa dos dados. E o método adotado para classificar o nível de aprendizagem foi baseado em categorias: (i) Explicações coerentes, (ii) Explicações parcialmente coerentes e (iii) Explicações incoerentes. Para identificar os nomes dos 28 alunos que fizeram parte da pesquisa utilizamos os códigos A_1, A_2, \dots, A_{28} , no intuito de ocultar os nomes deles.

5.5 DESENVOLVIMENTO DA UEPS.

A UEPS foi desenvolvida com o objetivo de engajar os alunos em atividades práticas e contextualizadas, facilitando a compreensão de temas da Termodinâmica e promover uma aprendizagem significativa.

5.5.1 Cronograma de Implementação da Sequência

O produto educacional foi desenvolvido através de uma sequência didática através da UEPS de Marco A. Moreira que seguiram oito passos metodológicos conforme segue a tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Cronograma de implementação da UEPS

Aulas	Passos	Descrição das atividades
01 (20/09/23)	1. Definição do tema:	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a proposta de trabalho expondo o tema de forma expositiva sem fazer definições nem conceitos, mas mostrando a importância de trabalhar com experimentos contextualizados mostrando a relevância na vida dos alunos; (30 minutos) • Exposição da miniestufa para investigação; (20 min.)
02 e 03 (25/09/23) e (02/10/23)	2. Levantamento dos conhecimentos prévios → subsunçores: (o aluno deve externalizar o conhecimento prévio).	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de um questionário; (50 min.) • Construção de um mapa mental; (30 minutos) • Debate das respostas do questionário; (20 minutos)
04 e 05 (04/10/23)	3. Situação – problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento:	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura compartilhada e discussão de um texto; (40 min.) • Exibição de vídeos; (10 min.) • Construção de mapas conceituais a partir do texto abordado. (50 min.)

06 e 07 (09/10/23) e (11/10/23)	4. Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais. A partir da diferenciação progressiva:	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva e dialogada partindo dos conceitos históricos de calor e temperatura e experimento das três vasilhas; (50 min.) • Abordar os processos de transmissão de energia térmica. (50 min.)
--	---	--

Aulas	Passos	Descrição das atividades
08 e 09 (16/10/23) e (18/10/23)	5. Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades:	<ul style="list-style-type: none"> • Através do simulador PhET – Moléculas e Luz – Verificar como as moléculas absorvem energia térmica oriunda da luz solar. (50 min.) • Propor uma análise sobre o simulador – Efeito Estufa; (50 min.)
10 e 11 (23/10/23)	6. Conclusão da UEPS – retomar as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa:	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar uma atividade experimental com materiais de baixo custo – miniestufa; (30 min.) • Explicar por que o vidro e o plástico são opacos para o infravermelho e isso contribui para o efeito de retenção de energia térmica. (20 min.) • Propor um relatório sobre o experimento. (50 min.)
12 (25/10/23)	7. Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS:	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar um questionário, ver apêndice D, para verificar os novos conhecimentos adquiridos ou reformulados e construção de mapa conceitual. (50 min.)
	8. Avaliação da UEPS:	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar os dados da pesquisa se houve resultados exitosos.

5.5.2 1º Passo – Definição do Tema.

Inicialmente foi feito um diálogo apresentando a proposta de trabalho e destacando os objetos de estudo que foram desenvolvidos através de experimentação simples e de baixo custo. Foi abordado que no final dessa sequência será construído e apresentado uma miniestufa para concretizar e consolidar os conteúdos que foram abordados durante a sequência. Além disso, foi abordada a importância que uma estufa pode impactar na vida do homem do campo.

A apresentação da miniestufa nesse primeiro momento foi de forma expositiva destacando o sistema de aquecimento, o sistema de ventilação e o sensor para controlar a temperatura e manter ela constante.

É importante destacar que nessa primeira etapa da sequência não adentramos em conceitos relacionados ao tema, foi puramente uma exposição dialogada.

5.5.3 2º Passo - Levantamento dos Conhecimentos Prévios.

Foi aplicado um questionário que os alunos responderam individualmente e sem consulta a quaisquer materiais. O intuito aqui foi externalizar de forma fiel os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos abordados.

O mapa mental foi aplicado com o objetivo de melhorar a organização da estrutura cognitiva do aluno e com isso fazer a externalização dos subsunçores de forma mais efetiva. Além disso, foi feita uma discussão em grupo sobre as respostas do questionário, que foi aplicado na aula passada, para fazer os últimos registros no diário de bordo do professor.

5.5.4 3º Passo – Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento.

Esse foi o momento de incorporar novos significados de forma introdutória através de situações-problema envolvendo a discussão de um texto, que está no Anexo 1 e, além disso, propus um vídeo curto, Anexo B, falando sobre o efeito estufa com o intuito iniciar situações-problema mais simples e introdutórias, o objetivo aqui era preparar o aluno para receber os próximos conceitos com mais maturidade científica. Nesse momento foi onde inseriu os organizadores prévios através de situações-problema a partir do texto mencionado e para fazer um elo entre o que o aluno já sabe com o que ele pretende aprender e, portanto, dando sentido o novo conhecimento.

5.5.5 4º Passo - Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais.

Nesse passo foram abordados os conteúdos de forma expositiva partindo das ideias mais gerais e inclusivas para depois serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades, através de exemplos mais específicos. Nesse momento foi onde ocorreu a diferenciação progressiva. A participação colaborativa dos alunos nesse momento foi crucial, pois para realizar o experimento das três vasilhas foi essencial a participação de todos para de fato ocorrer uma aprendizagem significativa. Falamos sobre o conceito de calor e como ocorre o sentido da transferência sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Com a utilização de slides foi abordado os processos de transferência do calor, por condução, convecção e por radiação, além disso, foi abordado o conceito de sensação térmica através do experimento das três vasilhas.

5.5.5.1 Experimento das três vasilhas

O objetivo dessa atividade experimental foi para introduzir o conceito de sensação térmica e verificar que a sensação de frio e quente não é uma boa maneira de aferir com precisão a temperatura, além do mais, pode abordar o processo de transferência de calor por condução que ocorre através do contato de partículas por partículas.

Esse experimento foi um recurso potencialmente significativo que facilitou em estabelecer pontes entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, potencializando e dando novos significados aos subsunçores.

5.5.6 5º Passo - Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades

Nesse passo da sequência retomei ao conteúdo focando nos aspectos mais gerais de maneira aprofundada e apresentando os conceitos com outra visão, para isso utilizei o simulador PhET, Molécula e Luz, para explicar como ocorre a absorção da radiação térmica nas moléculas e porque tem moléculas que não absorve essa radiação. Nesse momento foi promovida a reconciliação integradora, dando novos exemplos de forma mais detalhada fazendo uma relação entre os conceitos e indicando semelhanças e diferenças e como eles relacionam. Ainda nessa etapa apresentei o simulador PhET, Efeito Estufa, expliquei como é o funcionamento e sua importância para a manutenção da vida aqui na Terra, fiz a relação entre o Efeito Estufa e a estufa destacando as semelhanças e diferenças na forma de armazenar a energia térmica. Em seguida, propôs uma análise em grupo sobre o simulador e fizemos uma discussão do ponto de vista da Física, destacando seus principais aspectos.

Figura 6 – Simulador: Molécula e Luz

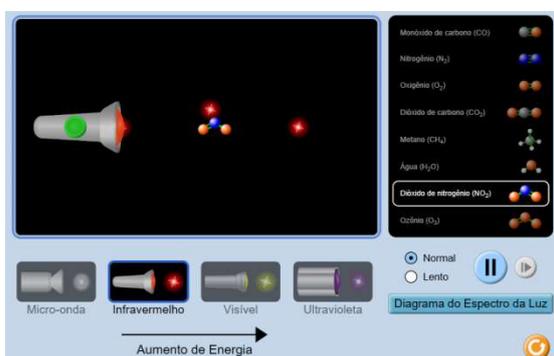


Figura 7 – Simulador: Efeito Estufa

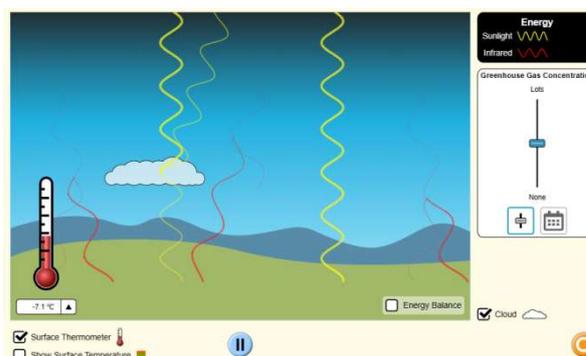


Figura 12: phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_all.html?locale=pt_BR

Figura 13: phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_all.html?locale=pt_BR

Com esses simuladores, de fato, alguns aspectos ganharam mais sentidos, quando falamos do ponto de vista microscópico sobre as moléculas e como ela

retêm a energia radiante da luz. Esse simulador é verdadeiramente um recurso didático único para esse foco.

5.5.7 6º Passo - Conclusão da UEPS – Retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa

Nessa etapa da UEPS foi proposta a realização do experimento da miniestufa com o objetivo de rever os principais conceitos de forma mais profunda e aplicada, novamente na perspectiva integradora. Foi possível fazer uma relação entre a absorção de energia térmica entre a estufa e o Efeito – Estufa, sendo que na estufa a energia térmica é retida por causa do vidro ou plástico, pois esses são transparentes para a luz visível e opaca para o infravermelho que é uma radiação de natureza térmica, pois suas ondas são mais compridas que a luz visível. Retornamos de forma mais aprofundada sobre as transferências do calor em especial a transferência por radiação. Essa foi a etapa mais esperada para os alunos, pois todos estavam ansiosos para ver o funcionamento da miniestufa. As atividades experimentais instigam a curiosidade do aluno para aprender de forma prazerosa.

5.2.7.1 Experimento da miniestufa

No experimento feito com a miniestufa foram explorados diversos conceitos da Física de forma prática, como Equilíbrio Térmico, Processos de Transmissão de Calor, Temperatura, Calor, Radiação Térmica e fizemos uma relação entre o Efeito-Estufa com o funcionamento da estufa. Nesse aparato foi possível verificar nos alunos o entusiasmo e curiosidade e mostrar como a energia térmica, em forma de radiação foi retida na estufa.

5.5.8 7º Passo - Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS

Essa foi a etapa que nos permitiram averiguar a eficiência da sequência didática, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Nesse momento foi aplicado um questionário individual contendo questões com situações, ver apêndice D - problema que

evidenciaram captação de significados, além dessa avaliação somativa individual, foi proposta a construção de um mapa conceitual para analisar como foi a progressividade dos conceitos ao longo da sequência.

5.5.9 8º Passo - Avaliação da UEPS

Foi feito uma análise de todos os processos de intervenção feita durante a aplicação da sequência didática através de observação, registros em diário de bordo, mapas conceituais e questionários com o objetivo de captar evidências de aprendizagem durante o processo. Os resultados observados e comparados nos mapas conceituais, as discussões realizados e o interesse e vontade dos alunos em participar de todas as etapas serviram de parâmetro qualitativos para confirmar que houve evidências de aprendizagem. Para corroborar com esse resultado, os dados quantitativos registrados em tabelas e gráficos serviram para confirmar a evolução progressiva nos resultados analisados.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesse capítulo utilizam-se os instrumentos de análise de dados, partindo dos materiais produzidos durante a sequência didática através dos experimentos, questionários, mapas mentais, mapas conceituais e as observações registradas durante o processo de aplicação da sequência didática. Nessa sondagem participaram 28 alunos.

6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS – PRÉ-TESTE

Esse primeiro questionário é um instrumento auxiliador para sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes, ver no apêndice C. Baseado no trabalho de Fonseca (2020) optamos por uma análise comparativa, pois esse método nos proporciona uma melhor compreensão na estrutura cognitiva dos conceitos, tendo em vista, o nível do ponto de partida estabelecido nesse pré-teste e a possível

evolução ou modificação na estrutura conceitual obtida no pós-teste que veremos mais adiante. Ainda baseado no trabalho de Fonseca (2020), foram estabelecidas categorias de avaliação que verificam as modificações da estrutura conceituais. De acordo com a tabela 3 agrupamos as explicações dos estudantes em três categorias, a saber:

1. Explicações incoerentes, aquelas respostas fora do contexto e que não apresentam relação com o assunto.

2. Explicações parcialmente coerentes, aquelas respostas superficiais, embora dentro do conceito científico aceito pela disciplina.

3. Explicações coerentes, aquelas dentro do conceito científico aceito pela disciplina.

Figura 8 – Questionário – Pré-teste



Fonte: Autor 2023

O objetivo deste primeiro questionário é externalizar os conhecimentos prévios dos estudantes e verificar quais são pontos fortes e fracos em cada conceito emitido por eles para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Figura 9 - Aplicação do questionário – Pré-teste



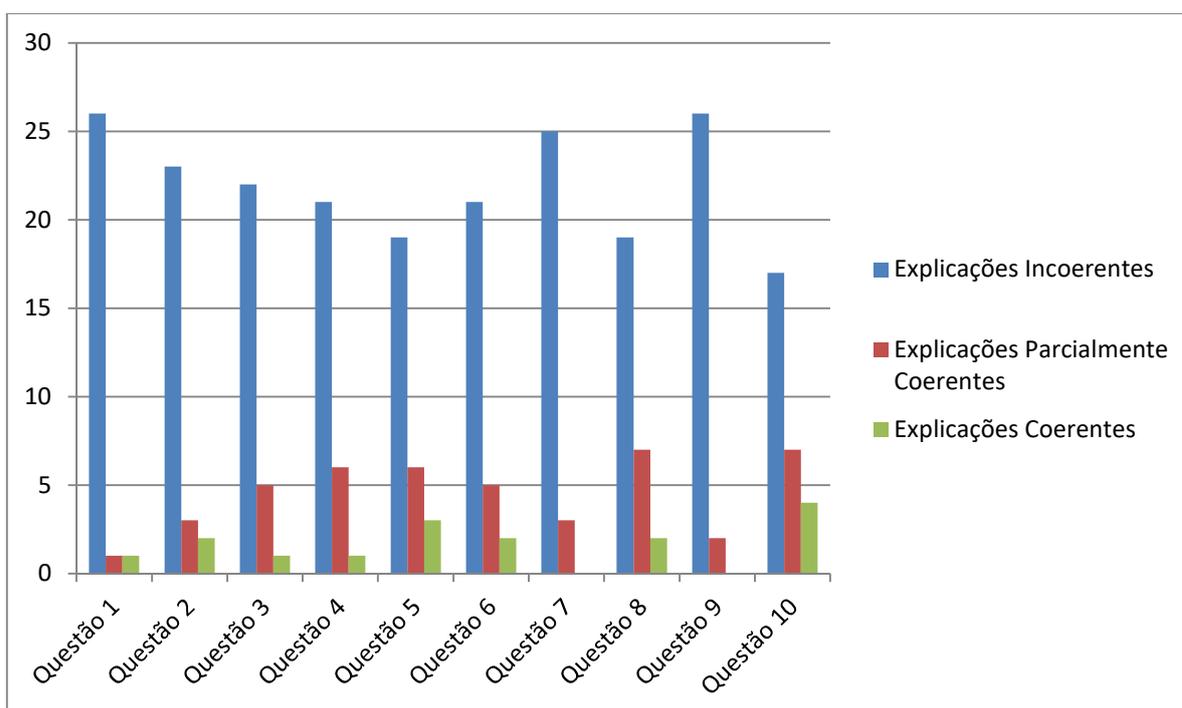
Fonte do autor, 2023

Tabela 3 - Categorias de análise referentes ao pré-teste

QUESTÃO	CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS
1	Explicações Incoerentes	26
	Explicações Parcialmente Coerentes	1
	Explicações Coerentes	1
2	Explicações Incoerentes	23
	Explicações Parcialmente Coerentes	3
	Explicações Coerentes	2
3	Explicações Incoerentes	22
	Explicações Parcialmente Coerentes	5
	Explicações Coerentes	1
4	Explicações Incoerentes	21
	Explicações Parcialmente Coerentes	6
	Explicações Coerentes	1
5	Explicações Incoerentes	19
	Explicações Parcialmente Coerentes	6
	Explicações Coerentes	3
6	Explicações Incoerentes	21
	Explicações Parcialmente Coerentes	5
	Explicações Coerentes	2
7	Explicações Incoerentes	25
	Explicações Parcialmente Coerentes	3
	Explicações Coerentes	0
8	Explicações Incoerentes	19
	Explicações Parcialmente Coerentes	7
	Explicações Coerentes	2
9	Explicações Incoerentes	26
	Explicações Parcialmente Coerentes	2
	Explicações Coerentes	0
10	Explicações Incoerentes	17
	Explicações Parcialmente Coerentes	7
	Explicações Coerentes	4

É notório pela tabela 3 acima que os dados coletados indicam que a maioria dos estudantes apresenta problemas relacionados aos conceitos de Termodinâmica. Para melhor análise dos dados fizemos um gráfico indicando o total de cada categoria por questões com suas respectivas porcentagens.

Gráfico 1 – Explicações dos estudantes – Pré-teste



Fonte: Autor 2023

A seguir, apresentamos um relato detalhado de cada questão do questionário aplicado aos alunos.

Questão 01

Exprime com suas próprias palavras o conceito de temperatura.



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

Gabarito: Temperatura é a medida do grau de agitação das partículas de um sistema.

Nessa primeira questão o intuito era que o aluno expressasse o que sabia sobre o conceito de temperatura e esperávamos que sua definição fosse próxima do que é aceito pela comunidade científica de acordo a literatura. Vimos que 92,8% dos

alunos tiveram resultados incoerentes, 3,6% tiveram resultados parcialmente coerentes e 3,6% também obtiveram resultados coerentes.

Figura 10 – Aluno A₁₇ – resposta do aluno

Temperatura é uma medida do calor

Fonte: Autor, 2023

Percebe na resposta do aluno A₁₇ que ele confunde o conceito de temperatura com calor e isso foi um caso comum na turma.

Questão 02

Exprime com suas próprias palavras o conceito de calor.



<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

Gabarito: Calor é a energia térmica em trânsito devido à diferença de temperatura entre os corpos, sempre fluindo, espontaneamente, do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.

Nessa questão investigamos se o aluno tinha conhecimento prévio sobre o conceito de calor. Percebemos que 82,1% dos estudantes tinham explicações incoerentes, 10,7% tinham explicações parcialmente coerentes e 7,2% tinham explicações coerentes sobre o conceito de calor.

Figura 11 – Aluno A₁₅ – resposta do aluno

Calor é um tipo de temperatura do ambiente em que estamos

Fonte: Autor, 2023

Figura 12 – Aluno A₁₃ – resposta do aluno

É uma temperatura muito alta.

Fonte: Autor, 2023

Nessa etapa inicial a maioria dos alunos confundiu o conceito de calor, como mostra os alunos A₁₅ e A₁₃ define calor como uma forma de temperatura logo percebemos que isso foi um caso recorrente.

Questão 03

Como você pode explicar por que uma colher esquenta quando é colocada em contato com uma porção de água quente?

Gabarito: Tal fato ocorre em razão da condução térmica, na qual ocorre transferência de calor da água quente para a colher, e pelo fato dos metais em geral serem excelentes condutores térmicos.

Nessa terceira questão abordamos uma situação-problema que exigia do aluno a externalizar seus subsunçores a respeito de condução térmica e calor. Vimos que 78,6% tinham explicações incoerentes, 17,8% obteve explicações parcialmente coerentes e 3,6% obteve explicações coerentes.

Figura 13 – Aluno A₂₅ – resposta do aluno

porque o calor que está na água é passado para a colher que é feita de metal que tem mais facilidade e rapidez para esquentar.

Fonte: Autor, 2023

Figura 14 – Aluno A₁₃ – resposta do aluno

pois a temperatura da água está alta, e a colher é feita de alumínio e ali ficou com a temperatura igual da água.

Fonte: Autor, 2023

O aluno A₂₅ já apresenta um conhecimentos prévios próximo do aceito, mas seu conceito de calor tem resquícios da teoria do calórico, isso fica claro quando ele afirma que “o calor que está na água é passado para colher” evidencia que o calor é um fluido que está dentro de um corpo e que pode ser transferido para outro, no entanto, ele apresenta certo conhecimento sobre condutores térmicos.

O aluno A₁₃ menciona o condutor, mas não explica com clareza sua função e também não explica sobre a diferença de temperatura, aqui e entre outros casos iguais a esses é necessário inserir os organizadores prévios para instruir esses alunos.

Questão 04

Como você pode explicar por que a mão de uma pessoa pode esfriar quando entra em contato com um bloco de gelo?

Gabarito: Essa situação ocorre por causa da transferência de energia térmica, em forma de calor, da mão para o bloco de gelo, ou seja, quando a mão perde energia térmica para o gelo ela diminui a temperatura, tornando assim mais fria.

Aqui nessa questão aborda uma situação-problemas para verificar se o aluno é capaz de identificar o sentido espontâneo do fluxo do calor e demonstrar sua habilidade de perceber o conceito físico de calor nessa situação. Os dados mostram que 75% não obtiveram êxito na explicação científica, 21,4% conseguiram explicar parcialmente e 3,6% tiveram uma explicação favorável cientificamente.

Questão 05

É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Gabarito: Esse fato se dar por conta dos metais que são bons condutores de energia térmica e a madeira é um mau condutor térmico, logo o fluxo de calor é mais intenso em direção aos metais que na madeira.

Aqui explora a capacidade do aluno de identificar o conceito de condutividade térmica dos materiais e sua aplicabilidade. Sendo que 67,8% demonstraram explicações incoerentes, 21,5% tiveram explicações parcialmente coerentes e 10,7% demonstraram explicações coerentes cientificamente.

Questão 06

Na sua concepção o que é energia?

Gabarito: É uma grandeza física conservativa e capaz de realizar trabalho.

Esse é um conceito muito importante na física e nessa questão foi proposto para identificar os subsunçores contidos na estrutura cognitiva do aluno para servir de “âncora” para o novo conhecimento proposto ao aprendiz. Obtivemos 75% de explicações incoerentes, 17,9% explicações parcialmente coerentes e 7,1% tinham explicações coerentes.

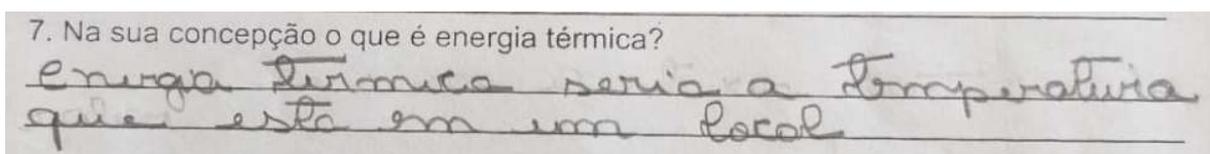
Questão 07

Na sua concepção o que é energia térmica?

Gabarito: É a soma das energias cinéticas das partículas de um corpo e está relacionado ao conceito de calor e energia interna de um sistema.

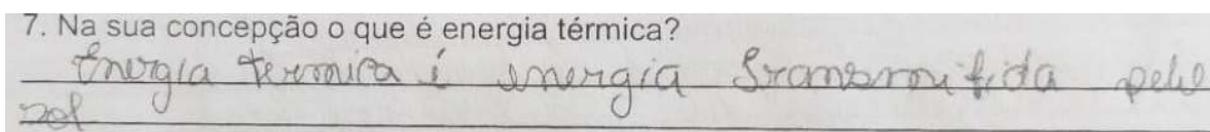
Nessa questão obtivemos 89,3% de explicações incoerentes, 10,7% de explicações parcialmente coerentes e nenhum conseguiu uma explicação plausível cientificamente. Nesse caso será dada uma ênfase maior nessa situação através de experimentos para dar significados ou até mesmo modificar alguns conceitos contidos na estrutura cognitiva do aluno.

Figura 15 – Aluno A₁₀ – resposta do aluno



7. Na sua concepção o que é energia térmica?
Energia térmica seria a temperatura que está em um local

Fonte: Autor, 2023

Figura 16 – Aluno A₃ – resposta do aluno

Fonte: Autor, 2023

É notório perceber que esses alunos, A₁₀ e A₃ apesar de expressar conceitos não precisos sobre energia térmica, mas apresentam em suas estruturas cognitivas conhecimentos prévios sobre o tema. É necessário fazer uma ponte entre o que ele já sabe com o novo conhecimento científico.

Questão 08

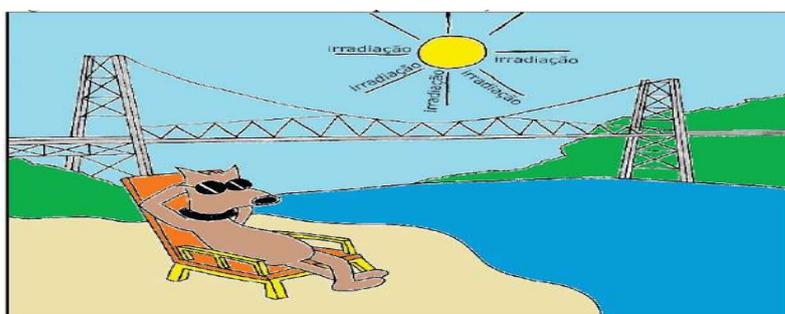
Qual seria a consequência de se eliminar completamente o efeito estufa da Terra?

Gabarito: Certamente a temperatura média da Terra seria muito baixa e quase toda forma de vida seria extinta.

Aqui foi proposta uma situação hipotética do efeito estufa para levar ao aluno perceber a importância da existência e das grandezas físicas presente na natureza e saber o quanto é importante aprofundar em seus entendimentos. Como resultado disso exploramos os conhecimentos prévios do aprendiz e obtivemos que 67,9% tinha explicações incoerente, 25% tinham explicações parcialmente coerente e 7,1% obtiveram resultado coerente cientificamente.

Questão 09

O que é radiação?

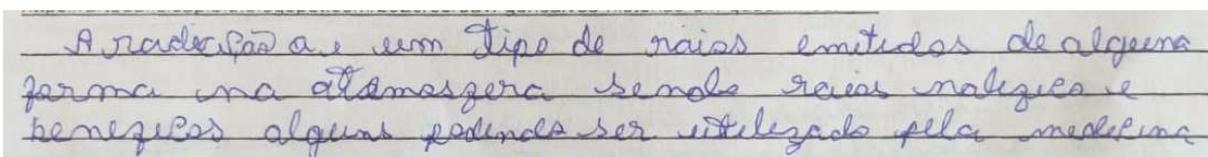


<https://artedafisicapid.blogspot.com/2020/05/davi-goncalves-historias-em-quadrinhos.html>

Gabarito: É um processo físico de propagação de energia por meio de ondas eletromagnética ou de partículas em movimentos.

Nessa questão obtivemos 92,9% dos alunos com explicações incoerentes, 7,1% com explicações parcialmente coerentes e nenhum com explicação coerente e aceita cientificamente. Nessas situações serão potencializadas com recursos didáticos para dar significados aos conhecimentos prévios através de simuladores computacionais e experimentos como o da miniestufa que são recursos potencialmente significativos.

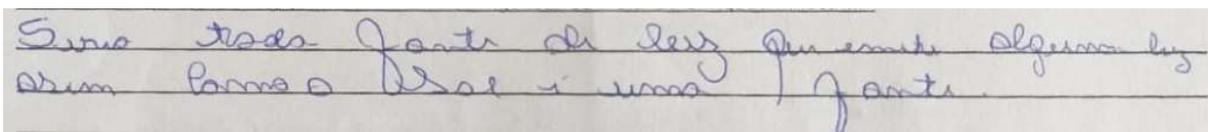
Figura 17 – Aluno A₂₃ – resposta do aluno



A radiação é um tipo de raios emitidos de alguma forma na atmosfera sendo raios naturais e benéficos alguns podendo ser utilizados pela medicina

Fonte: Autor, 2023

Figura 18 – Aluno A₈ – resposta do aluno



São duas fonte de luz que emite alguma luz assim como o sol é uma fonte

Fonte: Autor, 2023

Os alunos A₂₃ e A₈, assim como a maioria da turma, nesse pré-teste apresentam conhecimentos bem raso sobre o tema, mas sempre tem algum argumento relacionado que configura conhecimentos prévios, portanto, não são sujeitos vazios.

Questão 10

O Efeito Estufa existe? Explique.

Gabarito: Sim. É um processo físico natural do planeta capaz de reter a energia térmica através de vapor de água, dióxido de carbono, metano entre outros gases, mantendo sua temperatura em equilíbrio.

O efeito estufa aqui foi proposto para explorar e externalizar do aluno conceitos da Termodinâmica existente na natureza e obtivemos resultados indicando que 60,7% dos estudantes apresentaram explicações incoerentes, 25% tinham explicações parcialmente coerentes e 14,3% emitiram explicações coerentes cientificamente.

Figura 19 – Aluno A₁₂ – resposta do aluno

10. O Efeito Estufa existe? Explique.
 Sim. O efeito estufa é uma forma natural de manter a
 planta em uma temperatura ideal para que haja vida
 e proteja ela.

Fonte: Autor, 2023

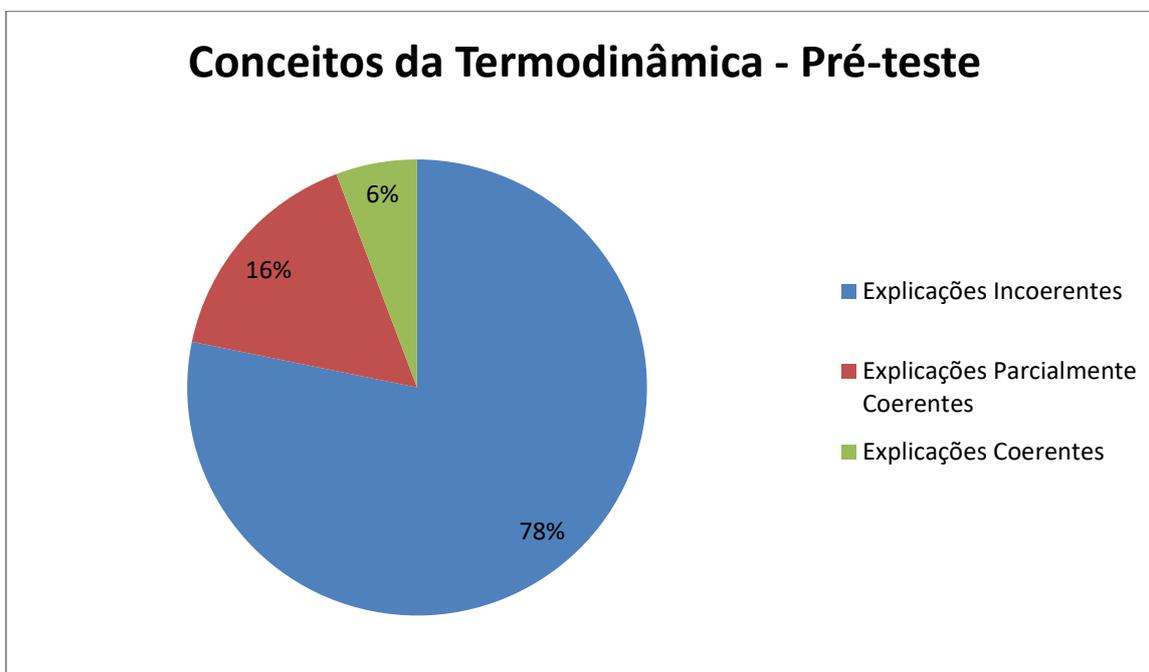
Figura 20 – Aluno A₂₃ – resposta do aluno

10. O Efeito Estufa existe? Explique.
 Sem pois sem o efeito estufa não haveria
 vida na Terra

Fonte: Autor, 2023

O aluno A₁₂ apresenta um bom conhecimento prévio sobre o efeito estufa já adquirido em outros componentes curriculares. O aluno A₂₃ aborda um fator verdadeiro, mas não deixa elucidada a ideia de funcionamento.

Gráfico 2 – Explicações de todas as questões do questionário inicial.



Fonte: Autor, 2023.

Concluimos que em termos gerais e considerando os conceitos aceitos pela comunidade científica, os resultados desse primeiro questionário ficaram evidentes

que o letramento científico, desses alunos, está precisando potencializar ou reconstruir e dar novos significados.

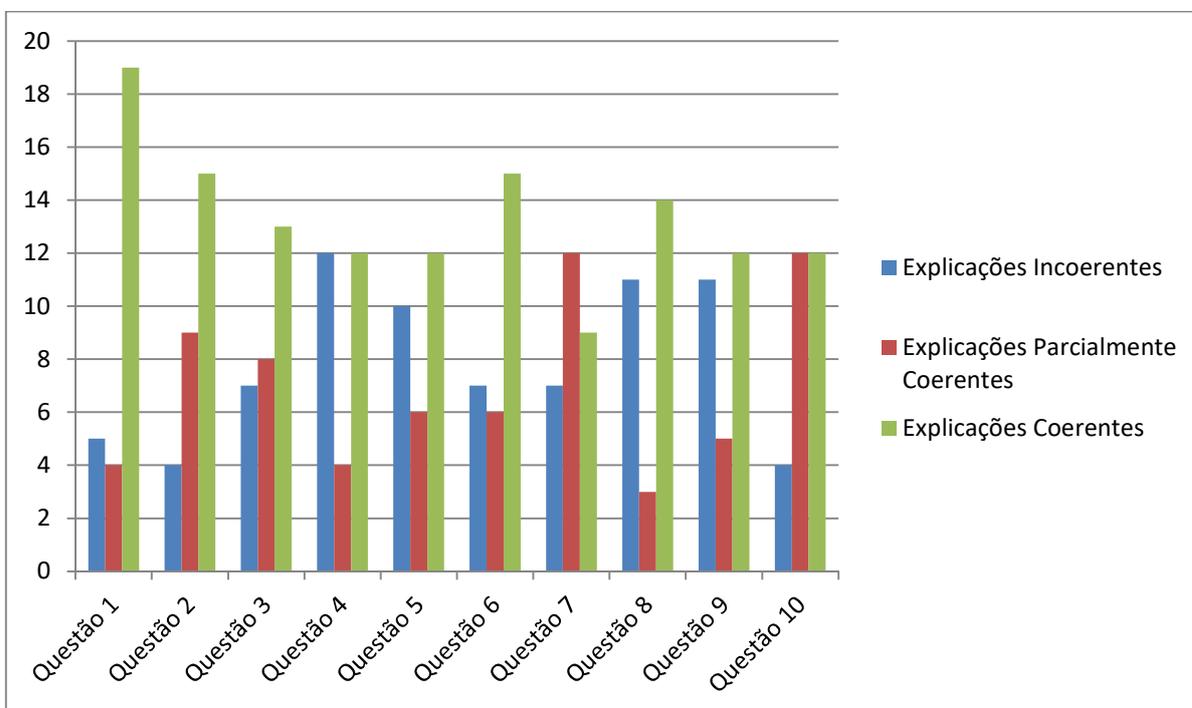
6.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO FINAL – PÓS-TESTE

O pós-teste é uma etapa fundamental na avaliação da eficácia da sequência didática, permitindo verificar o impacto das ações implementadas ao longo do processo. Através dessa análise, é possível identificar mudanças significativas nos resultados, comparando-os com dados obtidos anteriormente. Conforme demonstrado na seguinte Tabela 4 e no gráfico

Tabela 4 - Categorias de análise referentes ao pós-teste

QUESTÃO	CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS
1	Explicações Incoerentes	5
	Explicações Parcialmente Coerentes	4
	Explicações Coerentes	19
2	Explicações Incoerentes	4
	Explicações Parcialmente Coerentes	9
	Explicações Coerentes	15
3	Explicações Incoerentes	7
	Explicações Parcialmente Coerentes	8
	Explicações Coerentes	13
4	Explicações Incoerentes	12
	Explicações Parcialmente Coerentes	4
	Explicações Coerentes	12
5	Explicações Incoerentes	10
	Explicações Parcialmente Coerentes	6
	Explicações Coerentes	12
6	Explicações Incoerentes	7
	Explicações Parcialmente Coerentes	6
	Explicações Coerentes	15
7	Explicações Incoerentes	7
	Explicações Parcialmente Coerentes	12
	Explicações Coerentes	9
8	Explicações Incoerentes	11
	Explicações Parcialmente Coerentes	3
	Explicações Coerentes	14
9	Explicações Incoerentes	11
	Explicações Parcialmente Coerentes	5
	Explicações Coerentes	12
10	Explicações Incoerentes	4
	Explicações Parcialmente Coerentes	12
	Explicações Coerentes	12

Gráfico 3 - Explicações dos Estudantes – Pós-teste



Fonte: Autor, 2023

A seguir, apresentamos um relato detalhado de cada questão do questionário aplicado aos alunos.

Questão 01

Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.



<https://hquimica.webnode.com.br/charges-humoradas/>

<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

Gabarito: A energia térmica flui espontaneamente do mais quente para o mais frio. Então essa energia flui de sua mão para a superfície devida essa diferença de temperatura.

Nessa questão obtivemos um resultado exitoso, pois a maioria dos alunos conseguiu potencializar sua estrutura cognitiva significativamente. Dos 28 alunos pesquisados, 17,8% tiveram explicações incoerentes, 14,3% tiveram explicações parcialmente coerentes e 67,9% tiveram explicações coerentes cientificamente.

Questão 02

Faça a distinção entre calor e temperatura.



<https://www.pinterest.com.mx/gloriamgms54/calor/>

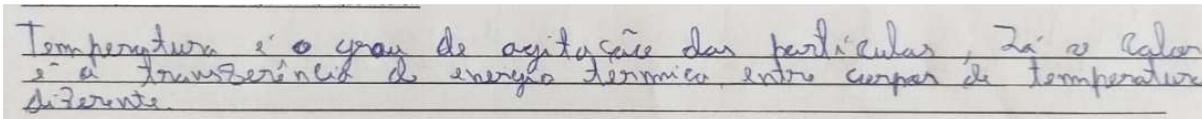
Gabarito: Calor é a energia térmica em movimento devido à diferença de temperatura entre os corpos, já a temperatura é a medida do grau de agitação das partículas de um sistema.

Nessa questão obtivemos 14,3% de explicações incoerentes, 32,1% de explicações parcialmente coerentes e 53,6% de explicações coerentes. Comparando com os mesmos conceitos cobrado no primeiro questionário (pré-teste), houve um avanço significativo nas explicações coerentes.

Figura 21 – Aluno A₂₆ – resposta do aluno

calor é o fluxo ou o transporte de energia de um corpo para o outro sendo do mais quente pro mais frio, já a temperatura representa o grau de agitação das moléculas, podendo ser medida em (°C, °F e K).

Fonte: Autor, 2023

Figura 22 – Aluno A₅ – resposta do aluno


Temperatura é o grau de agitação das partículas, Já o calor é a transferência de energia térmica, entre corpos de temperatura diferente.

Fonte: Autor, 2023

Podemos verificar nesses alunos, A₂₆ e A₅ uma modificação na estrutura de seus conceitos, aqui eles já não confundem as definições de temperatura e calor. Esses dois alunos foram autênticos em suas respostas e demonstraram que superaram as inconsistências e discrepâncias que eram presentes nos seus conceitos.

Questão 03

Faça a distinção entre calor e energia interna.

Gabarito: Calor é a energia térmica em movimento devido à diferença de temperatura entre os corpos, em contrapartida, a energia interna está dentro de um sistema e depende da quantidade de massa, ou seja, é a energia total de todas as partículas.

Nessa questão 25% dos alunos obtiveram explicações incoerentes, 28,6% respostas parcialmente coerentes e 46,4% respostas coerentes. Comparando com o questionário inicial em relação à mesma competência fica evidente que as estratégias e os materiais utilizados contribuíram para esse avanço significativo.

Questão 04

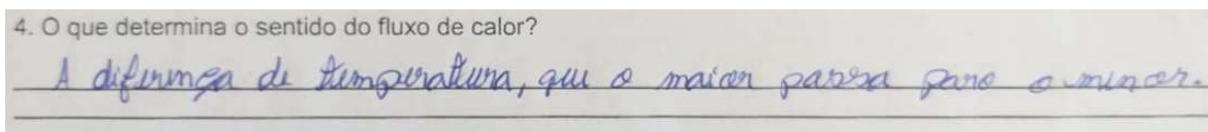
O que determina o sentido do fluxo de calor?

Gabarito: Espontaneamente o fluxo de calor flui do corpo que tem maior temperatura para o corpo que tem menor temperatura.

Essa questão investiga se o aluno apropriou-se do conceito de calor. Vimos que 42,8% emitiram respostas incoerentes, 14,4% obtiveram respostas parcialmente coerentes e 42,8% respostas coerentes. Apesar das respostas incoerentes e coerentes apresentarem resultados não muito expressivos, ainda assim houve um avanço comparando com os resultados do primeiro questionário, pois no pré-teste nessa mesma competência no conceito de calor os alunos apresentaram resultados incoerentes de 82,1% e no pós-teste apresentaram 42,8%, fica evidente a redução

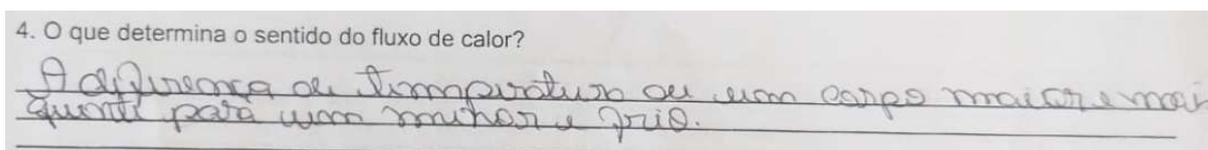
nas respostas incoerentes, já nas respostas coerentes houve um avanço, pois no pré-teste nessa mesma competência, de conceito de calor, os alunos apresentaram 7,2% de respostas coerentes, no entanto, no pós-teste apresentaram 42,8% de explicações coerentes evidenciando um resultado exitoso.

Figura 23 – Aluno A₇ – resposta do aluno



Fonte: Autor, 2023

Figura 24 – Aluno A₁₃ – resposta do aluno



Fonte: Autor, 2023

Os alunos A₇ e A₁₃ demonstraram que houve uma reorganização na estrutura cognitiva e ainda é possível verificar que esses alunos apropriaram de uma aprendizagem significativa, pois suas respostas são genuínas e mostram avanço nos conceitos, principalmente sobre calor onde não confunde mais com temperatura.

Questão 05

Se você segura na extremidade de uma colher submersa ao gelo, logo essa extremidade ficará fria, isso aconteceu foi por que o frio do gelo passou para sua mão? Explique.

Gabarito: Não, pois o fluxo de calor, espontaneamente, flui do corpo de maior temperatura (a mão) para o corpo de menor temperatura (o gelo) e isso são mais intensos nos bons condutores, nesse caso os metais.

Nessa questão 35,7% obtiveram explicações incoerentes, 21,4% responderam parcialmente coerentes e 42,9% responderam corretamente. Aqui foi investigado se o aluno conseguiu apropriar do conceito de condutividade térmica, fica evidente que houve um avanço, pois comparando esse saber do pré-teste e pós-teste o objetivo

foi alcançado, portanto, houve uma modificação ou reestruturação no processo cognitivo do aluno de forma significativa.

Questão 06

O que é equilíbrio térmico e como ele é alcançado entre dois objetos?



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

Gabarito: É quando dois corpos ou substância atingem a mesma temperatura após a transferência espontânea do calor.

Aqui 25% emitiram explicações incoerentes, 21,4% com explicações parcialmente coerentes e 53,6% com explicações coerentes cientificamente. Nessa questão investiga conceitos referentes a lei zero da termodinâmica e fica evidente comparando com o questionário dos conhecimentos prévios que houve uma aprendizagem significativa.

Figura 25 – Aluno A28 – resposta do aluno

É o equilíbrio quando um corpo com maior temperatura transmite calor para outro corpo que possui uma temperatura inferior até que os dois corpos tenham a mesma temperatura atingindo o equilíbrio térmico.

Fonte: Autor, 2023

Figura 26 – Aluno A5 – resposta do aluno

Equilíbrio térmico é quando os corpos atingem a mesma temperatura. Ele é alcançado quando ocorre a transferência de energia térmica entre corpos de temperatura diferente.

Fonte: Autor, 2023

O resposta do aluno A28 na figura 15 mostra a compreensão de que para atingir o equilíbrio térmico os corpos tem que atingir a mesma temperatura e ainda mostra que o sentido do calor sempre é do corpo de maior temperatura para o de menor

temperatura. Na figura 16 o aluno A₅, além de mencionar que os corpos têm que atingirem as mesmas temperaturas ele cita que só ocorre a transferência se os corpos tiverem com temperaturas diferentes. Ambos os alunos demonstram domínio dos conceitos cobrado na questão.

Questão 07

Como a energia térmica é retida dentro de uma estufa e quais os princípios da termodinâmica que explicam esse processo?

Gabarito: A energia térmica em uma estufa é retida pelo material que é confeccionado a estufa, geralmente plástico ou vidro. A radiação em forma de luz penetra na estufa e os objetos de dentro dela absorvem essa energia. Todo corpo acima do zero absoluto emite infravermelho, no entanto, esses raios infravermelhos responsáveis pela energia térmica são retidos no interior da estufa, porque o plástico e o vidro são opacos pra essa radiação.

Nessa questão 25% dos estudantes obteve de explicações incoerentes, 42,9% respostas parcialmente coerente e 32,1% responderam com coerência. No decorrer da sequência foram propostos situações-problemas em níveis crescentes de complexidade e nessa questão foi abordada essa competência para os estudantes, portanto, ficou evidenciado que houve avanço significativo.

Questão 08

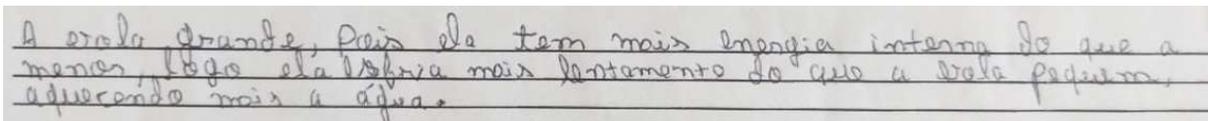
Duas bolas de ferro, uma pequena e a outra muito grande são retiradas de um forno e elas se encontram a mesma temperatura. Quando mergulhadas em recipientes idênticos contendo água a mesma temperatura, qual delas vai elevar mais a temperatura da água? Explique.

Gabarito: A bola maior vai elevar mais a temperatura da água, pois apesar de ambas se encontrarem a mesma temperatura, a bola maior tem mais energia interna devida sua maior quantidade de substância e o total da energia das partículas, que por consequência terá maior energia cinética e potencial.

Foram 39,3% com respostas incoerentes, 10,7% com respostas parcialmente coerentes e 50% com respostas coerentes. Nessa questão investiga se o estudante conseguiu apropriar do conceito de energia interna e comparando com essa mesma competência exigida no questionário dos conhecimentos prévios, fica evidenciado

que a maior parte dos aprendizes conseguiu consolidar o conceito em questão e demonstraram uma aprendizagem significativa.

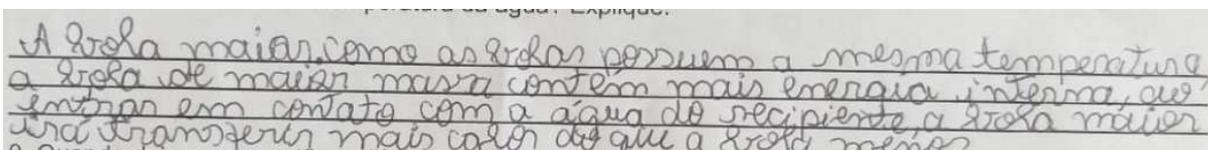
Figura 27 – Aluno A₂₆ – resposta do aluno



A bola grande, pois ela tem mais energia interna do que a menor, logo ela esfria mais lentamente do que a bola pequena, aquecendo mais a água.

Fonte: Autor, 2023

Figura 28 – Aluno A₂₂ – resposta do aluno



A bola maior, como as bolas possuem a mesma temperatura a bola de maior massa contém mais energia interna, que entra em contato com a água do recipiente a bola maior irá transferir mais calor do que a bola menor.

Fonte: Autor, 2023

O aluno A₂₆ na figura 17 afirma que a bola grande tem mais energia interna por isso que ela esfria mais lentamente, já o aluno A₂₂ da figura 18 foi mais categórico na sua resposta, pois além dele mencionar que a bola maior tem mais energia interna, ele explica o motivo porque a bola grande tem maior massa e isso implica que a soma das energias potenciais e cinéticas das partículas são maiores que da bola pequena.

Questão 09

Quando dois corpos estão a diferentes temperaturas, podemos afirmar que um deles possui mais calor do que o outro? Explique.

Gabarito: Não, pois calor não é uma grandeza estática contida nos corpos, mas é uma energia térmica em movimento que flui, espontaneamente, de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.

Foram 39,2% com respostas incoerentes, 17,9% com respostas parcialmente coerentes e 42,9% com respostas coerentes. Comparando o pré-teste com o pós-teste é notório que houve evidências de aprendizagem, além do mais, no processo foi perceptíveis que houve uma evolução gradativa, onde veremos mais adiante nos mapas conceituais.

Figura 29 – Aluno A₅ – resposta do aluno

9. Quando dois corpos estão a diferentes temperaturas, podemos afirmar que um deles possui mais calor do que o outro? Explique.

Não. Pois o calor é transferência de energia térmica, e não algo relacionado a temperatura, que é a agitação das partículas.

Fonte: Autor, 2023

A resposta do aluno A₆ na figura 19 foi autêntica, pois ele mostra claramente que calor e temperatura não têm os mesmos conceitos e nisso fica evidente que houve a consolidação da aprendizagem significativa, pois ocorreu uma progressividade durante toda sequência.

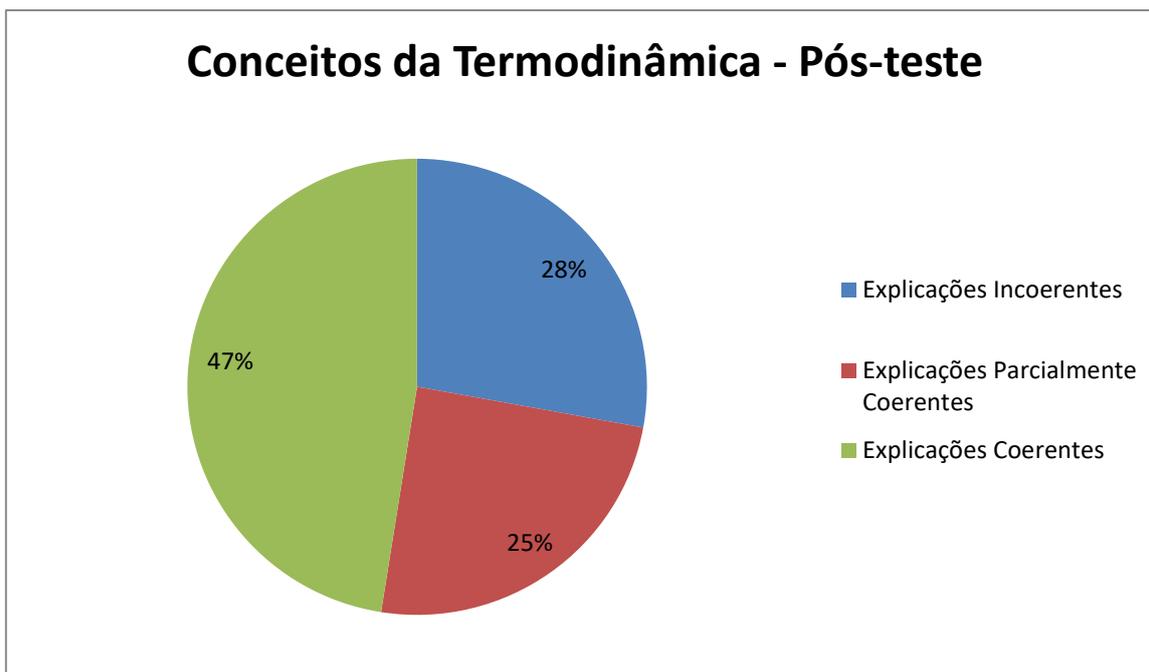
Questão 10

Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico podemos afirmar que eles têm a mesma energia interna? Explique.

Gabarito: Apesar de que ambos estão a mesma temperatura, devido ao equilíbrio térmico, não podemos afirma isso em relação a energia interna, pois depende também das soma da energia cinética com a energia potencial dos átomos ou moléculas de um corpo que altera com quantidade de substância.

Foram 14,2% com respostas incoerentes, 42,9% com respostas parcialmente coerentes e 42,9% com respostas coerentes. Nessa questão investigamos conceitos relacionados a lei zero da termodinâmica. Fazendo uma comparação com o primeiro questionário podemos perceber evidências de aprendizagem, pois houve um avanço significativo na estrutura cognitiva do estudante.

Gráfico 4 – Explicações de todas as questões do questionário final.



Fonte: Autor, 2024.

Na visão geral de ambos os testes de sondagem, o pré-teste e o pós-teste as explicações coerentes do pré-teste era 6% e no pós-teste avançou para 47%, as explicações parcialmente coerentes era 16% no pré-teste e foi para 25% indicando uma melhora, pois houve uma migração das respostas incoerentes para parcialmente coerente, já nas explicações incoerentes houve uma redução significativa saindo de 78% para 28%.

6.3 MAPAS MENTAIS

Antes da aplicação da sequência didática, foi explicado de forma detalhada como construir mapas mentais e mapas conceituais, ferramentas visuais eficazes para organizar e representar informações. Ambas as abordagens foram apresentadas com o objetivo de aprimorar a aprendizagem, promovendo uma melhor compreensão e retenção de informações através da visualização das conexões entre os temas abordados.

Após a aplicação do primeiro questionário (pré-teste), ainda na parte introdutória, alguns alunos demonstraram que não teve afinidade com muitos conceitos cobrados. Houve a necessidade de implantar os organizadores prévios.

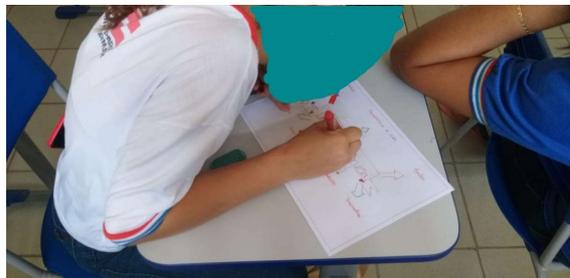
Esse recurso foi explorado em um texto, ver anexo 1, com a instrução do professor no intuito de promover os subsunçores na estrutura cognitiva do aluno.

Figura 30 – Mapa Mental



Fonte do autor, 2023

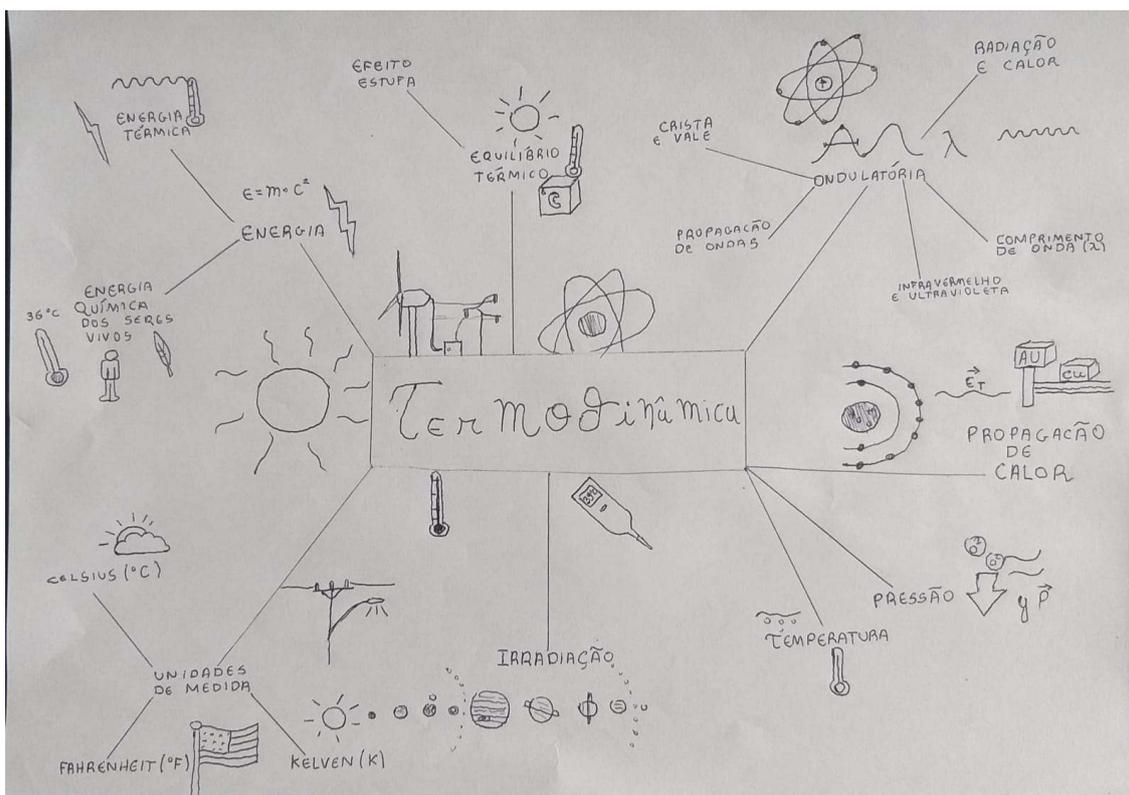
Figura 31 – Mapa Mental



Fonte do autor, 2023

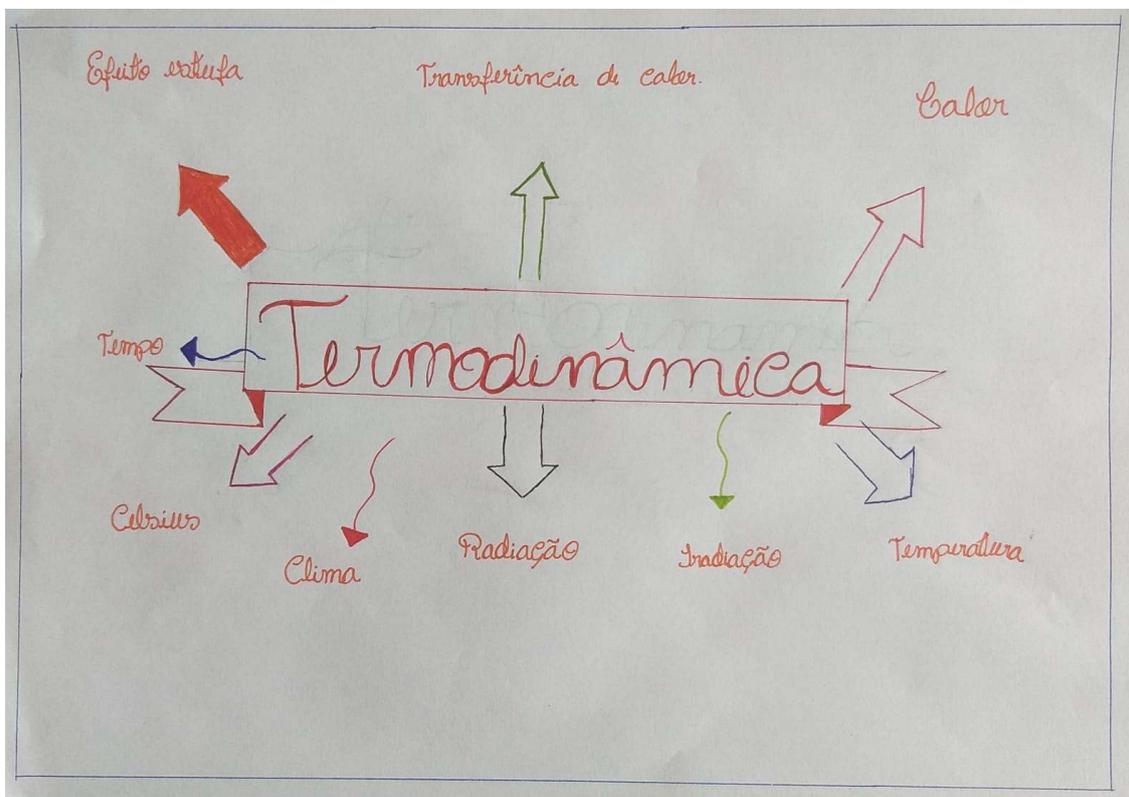
O mapa mental foi proposto para verificar se ainda persistem alunos sem apresentar, na estrutura cognitiva, os subsunçores. É notório na figura 38 o aluno de nome fictício A₁₆ apresenta seu mapa com algumas informações que não condiz com o tema, mas ainda assim, ele demonstrou informações que tem relação com assunto, o que significa que na sua estrutura cognitiva já possui alguma familiaridade com o tema. Já na figura 36 aluno A₂₆ e figura 37 aluno A₇ ambos os alunos, apesar de não apresentar conceitos com altos níveis de abstração, mas apresentaram informações precisas sobre o tema.

Figura 32 – Aluno A26 – Mapa Mental

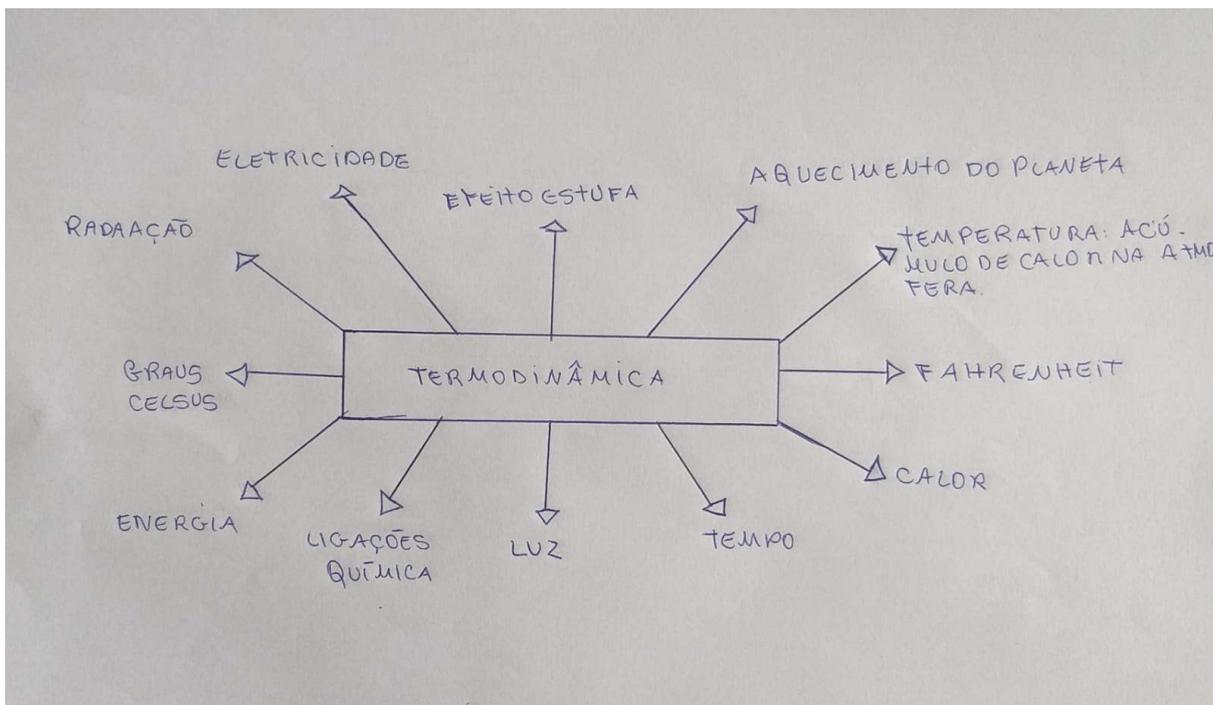


Fonte: Autor, 2023

Figura 33 – Aluno A7 – Mapa Mental



Fonte: Autor, 2023

Figura 34 – Aluno A₁₆ – Mapa Mental

Fonte: Autor, 2023

6.4 MAPAS CONCEITUAIS

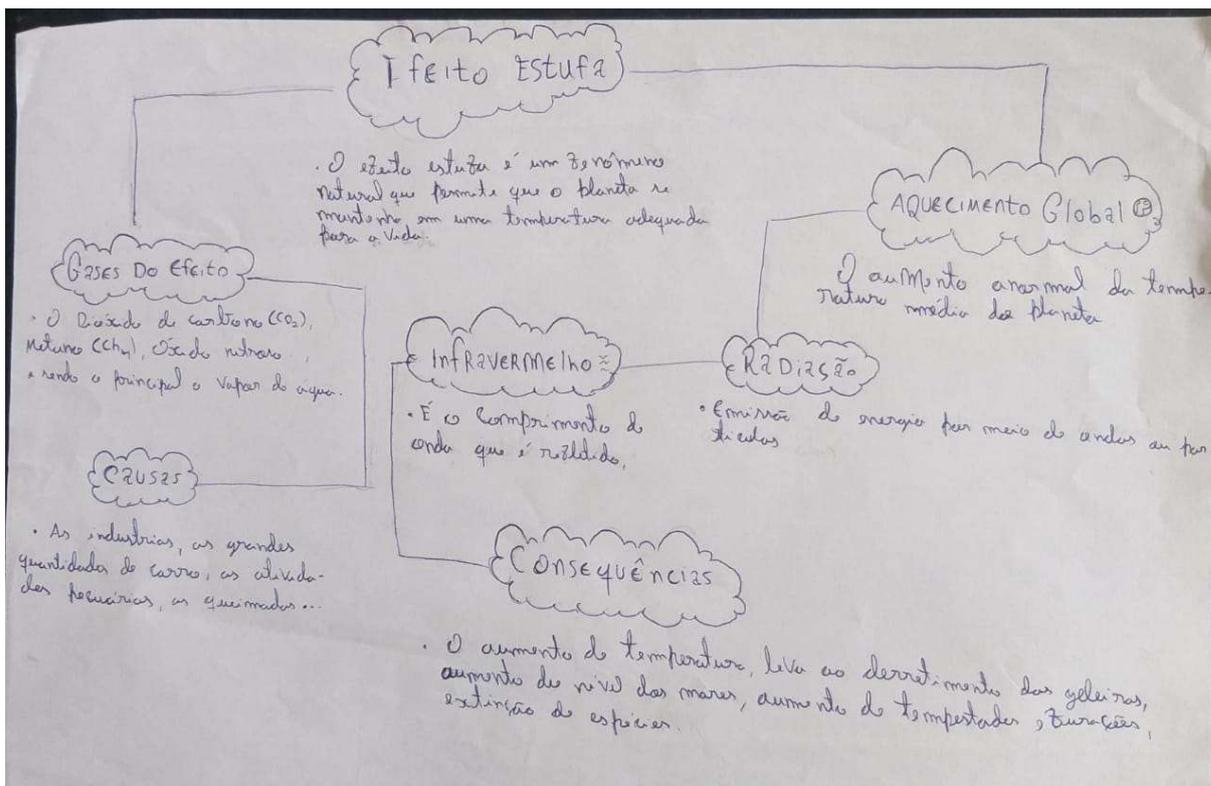
Esse recurso estratégico foi cobrado entre o quarto e o quinto passo da UEPS. A proposta desse mapa conceitual foi para verificar a organização dos conceitos e se estar havendo uma evolução cognitiva.

Para Gowin, o ensino acontece quando o significado, de algum conhecimento, que o aluno capta é o significado que o professor pretende que seja captado e que é significado aceito no contexto da matéria de ensino. Mapas conceituais podem ajudar muito no alcance desse objetivo. (MOREIRA, 2017, p. 120)

Nesse contexto, verificamos que os conceitos apresentados pelos alunos já possuem na sua estrutura ideias mais aprimoradas e aceitas no contexto da Física. Os alunos A₅ na figura 39 e A₁₂ na figura 40 demonstram relações entre os conceitos sobre o tema abordado, além disso, verifica o crescente nível de complexidade indicando que esses alunos já estão prontos para inserir a reconciliação integradora e a negociação de significados, ou seja, o momento de troca de significados e indicar para o aprendiz as similaridades e as diferenças reais ou aparentes contidas nas proposições. Como afirma (MOREIRA, 2017, p. 158) “Esta recombinação de

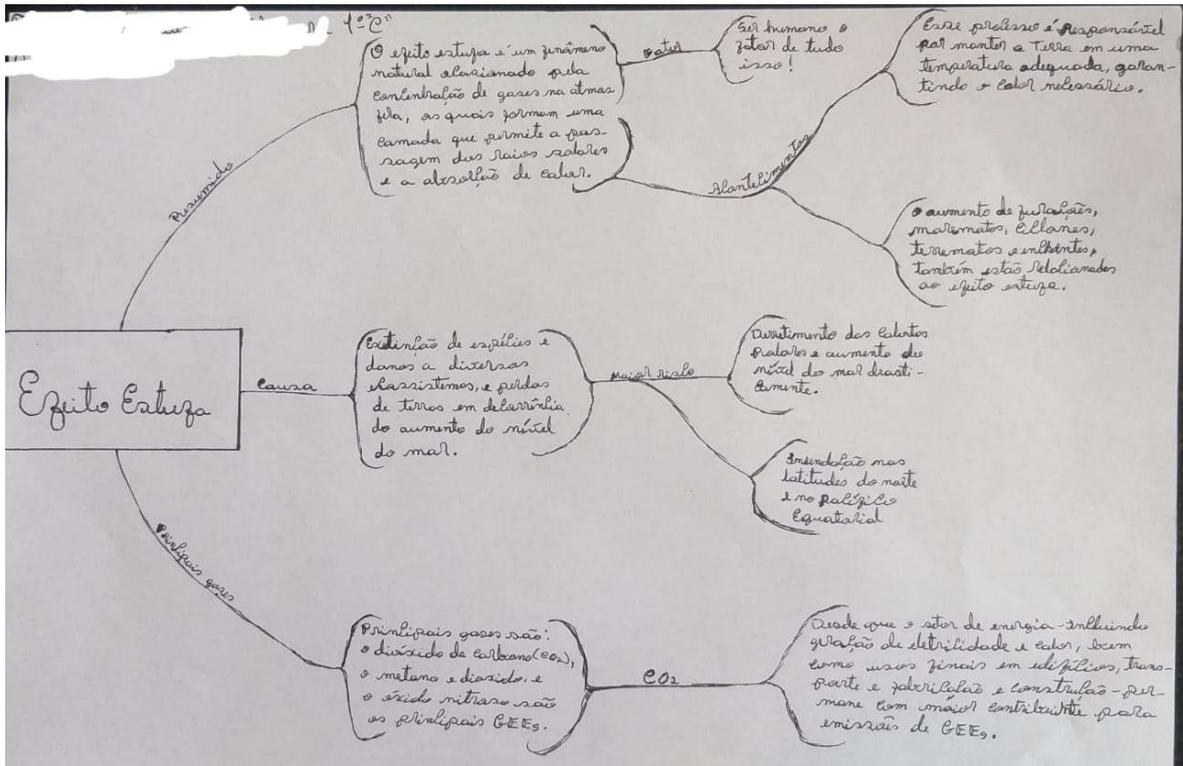
elementos previamente existente na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva”. Podemos perceber com mais clareza que a construção de uma proposição obedece a um critério de lógica e coerência entre os conceitos relacionados.

Figura 35 – Aluno A5 – Mapa Conceitual



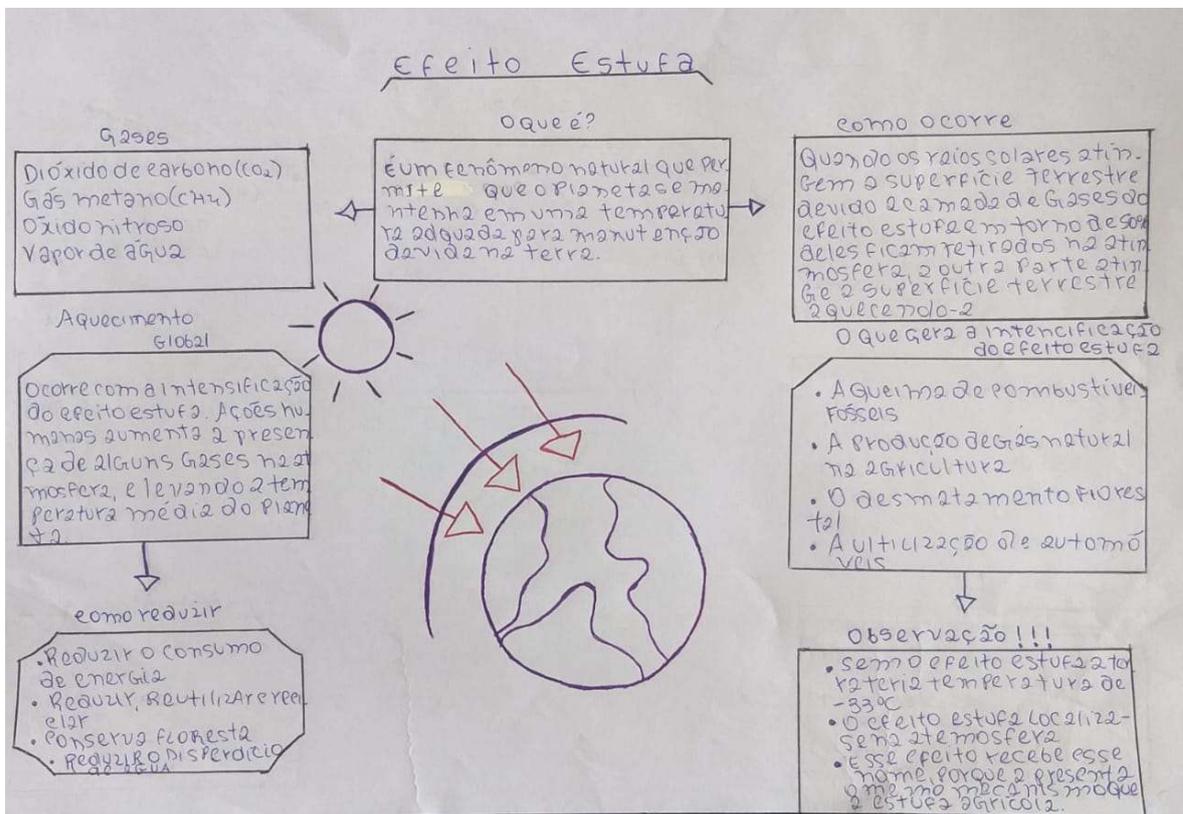
Fonte: Autor, 2023

Figura 36 – Aluno A12 – Mapa Conceitual



Fonte: Autor, 2023

Figura 37 – Aluno A16 – Mapa Conceitual



Fonte: Autor, 2024

6.5 CONSTRUÇÃO DA MINIESTUFA

Preparar a caixa organizadora: Pegue a caixa organizadora transparente, que servirá como o corpo da miniestufa. A transparência da caixa permitirá a entrada de luz, fundamental para as plantas.

Figura 38 – Caixa organizadora



Fonte do autor, 2023

Instalação da lâmpada: Fixe o suporte para lâmpada na parte externa da tampa da caixa. Conecte o soquete bocal ao suporte e, em seguida, instale a lâmpada incandescente no soquete. A lâmpada será a fonte de calor.

Figura 39 – Suporte da Lâmpada



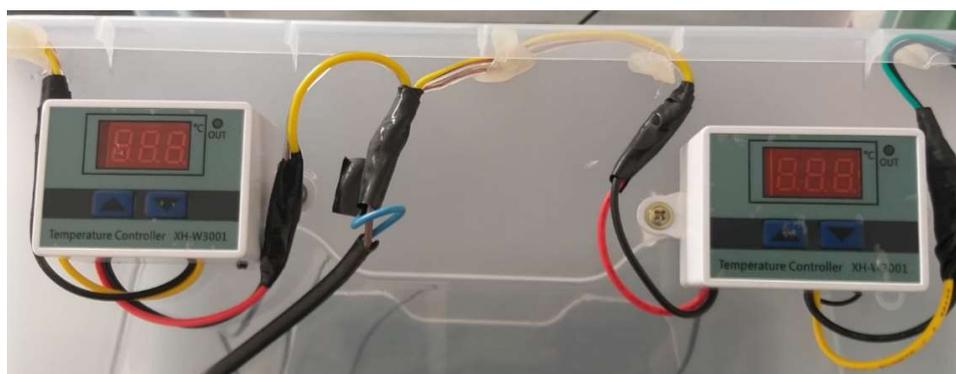
Fonte do autor, 2023

Conexão elétrica: Utilize o fio flexível de 1,0 mm para conectar a lâmpada e a ventoinha aos termostatos (controladores de temperatura digitais), permitindo ligar e

desligar automaticamente. Conecte a extensão de fio para ligar todo o sistema à tomada.

Controladores de temperatura: Instale os dois controladores de temperatura digitais. Eles devem ser configurados para monitorar a temperatura interna e acionar a ventoinha ou a lâmpada automaticamente, mantendo o ambiente dentro de uma faixa desejada de calor.

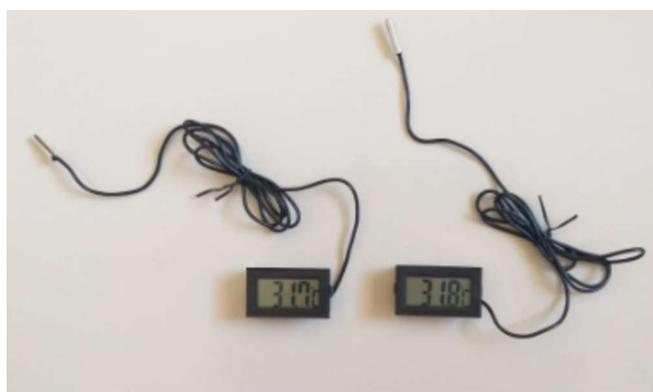
Figura 40 – Controlador de temperatura (termostato)



Fonte do autor, 2023

Instalação dos termômetros: Coloque os dois termômetros digitais dentro da estufa em pontos estratégicos para monitorar a temperatura interna. Isso ajudará a garantir que a miniestufa esteja mantendo as condições ideais para o cultivo das plantas.

Figura 41 – Termômetros



Fonte do autor, 2023

Ventilação: Fixe a ventoinha (cooler) em uma das laterais da caixa para garantir a circulação de ar. Conecte-a ao controlador de temperatura para que seja acionada quando o ambiente estiver muito quente, evitando superaquecimento.

Figura 42 – Ventoinha (cooler)



Fonte do autor, 2023

Figura 43 – Ventoinha instalada



Fonte do autor, 2023

Testes finais: Ligue o sistema e observe o funcionamento dos componentes, ajustando a temperatura conforme necessário. A miniestufa estará pronta para abrigar as plantas e criar um ambiente controlado. Essa miniestufa permitirá o controle da temperatura e da circulação de ar, promovendo um ambiente adequado para o cultivo de plantas em pequenos espaços.

Figura 44 – Miniestufa



Fonte do autor, 2023

Materiais utilizados:

- Uma caixa organizadora transparente;
- Dois termômetros digitais;
- Uma ventoinha (cooler);
- Dois controladores de temperatura digitais (termostato);
- Uma lâmpada incandescente;
- Um suporte para lâmpada;
- Um soquete bocal para lâmpada;
- Um interruptor;
- Fio flexível de 1,0 mm;
- Uma extensão de fio;

Figura 45 - Experimento da miniestufa



Fonte do autor, 2023

Figura 46 - Experimento da miniestufa



Fonte do autor, 2023

6.6 EXPERIMENTO DAS TRÊS VASILHAS

O experimento das três vasilhas com água quente, água natural e água fria é uma demonstração simples de como a nossa percepção da temperatura é relativa. Nessa atividade experimental vamos explorar os conceitos de sensação térmica, equilíbrio térmico, temperatura e calor. Aqui estão os passos para realizá-lo:

Materiais:

- Três vasilhas grandes
- Água quente (não fervendo, mas quente o suficiente para causar contraste)

- Água em temperatura ambiente (natural)
- Água fria (pode adicionar gelo para esfriar mais)
- Um cronômetro ou relógio para contar o tempo

Instruções:

Prepare as vasilhas:

- Encha uma vasilha com água quente (mas não tão quente que possa causar queimaduras).
- Encha a segunda vasilha com água em temperatura ambiente.
- Encha a terceira vasilha com água fria (pode adicionar gelo para esfriar bem).

Coloque as mãos nas vasilhas:

- Coloque uma mão na água quente e a outra mão na água fria ao mesmo tempo. Deixe as mãos submersas por cerca de 30 segundos a 1 minuto. Isso vai permitir que as suas mãos se ajustem às temperaturas.

Transfira as mãos para a água natural:

- Depois de passado o tempo, tire as mãos da água quente e fria e coloque ambas na vasilha com água em temperatura ambiente ao mesmo tempo.

Observe a sensação:

A mão que estava na água quente vai sentir que a água em temperatura ambiente está fria, enquanto a mão que estava na água fria vai sentir que a água em temperatura ambiente está quente.

Figura 47 - Experimento das três vasilhas



Fonte do autor, 2023

Figura 48 - Experimento das três vasilhas



Fonte do autor, 2023

6.7 AVALIAÇÃO DA UEPS PELOS ESTUDANTES

Essa avaliação foi aplicada no “Google Forms”, segue logo abaixo as 10 questões respondidas pelos alunos e comentadas, tendo como objetivo avaliar a aceitação e verificar quais foram os pontos fracos da sequência didática do ponto de vista do estudante. A seguir estão as dez questões que os alunos responderam num prazo de dois dias.

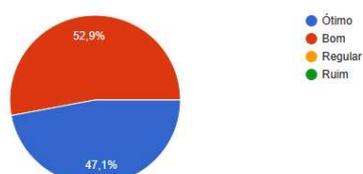
As respostas das questões objetivas, da primeira até a oitava, se comparada com os resultados obtidos com o questionário final (Pós-teste), estão em consonância, pois os resultados percentuais estão próximos. Isso prova que do ponto de vista dos estudantes houve uma boa aceitação que indica intencionalidade em responder as situações-problemas com ânimo em aprender. Na questão 2, com 88,2% indicando ótimo, fica evidente que os materiais utilizados nos experimentos despertaram o interesse dos estudantes e isso provoca uma reação positiva no processo cognitivo do aprendiz. Além disso, fica evidenciado que os materiais foram potencialmente significativos, pois esses materiais contribuíram de forma prática para que os conhecimentos prévios relacionassem com os novos conhecimentos de maneira significativa.

Na questão 9 pedimos para que os alunos abordassem os pontos fortes da sequência didática e verificamos que aceitação foi muito boa, pois eles mencionaram com muita frequência, como ponto positivo, a utilização da miniestufa como recurso pedagógico e conseqüentemente foi um material que demonstrou um grande potencial para explorar os conceitos da Termodinâmica.

Em contrapartida, na questão 10 pedimos para que os alunos abordassem os pontos fracos da sequência didática. Podemos verificar que os alunos pediram mais aulas prática durante a sequência e mais atividade no caderno.

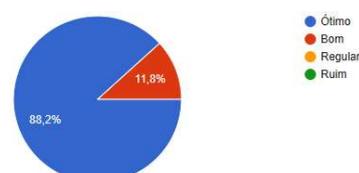
1. Como você avaliaria sua compreensão dos conceitos de Termodinâmica, calor, temperatura e equilíbrio térmico após as aulas?

17 respostas



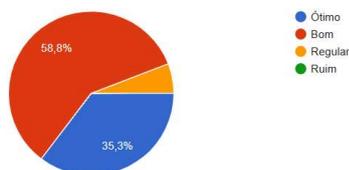
2. Os experimentos realizados em sala de aula contribuíram para potencializar seus conhecimentos sobre o tema trabalhado?

17 respostas



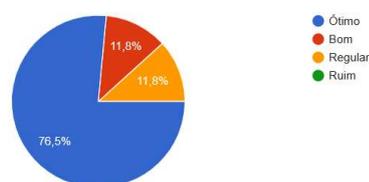
3. Sobre os materiais didáticos utilizados nas aulas, e sua clareza na explanação dos conteúdos estudados, você avalia que estes materiais foram:

17 respostas



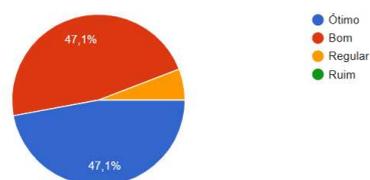
4. Na sua concepção, a miniestufa contribuiu de maneira significativa para assimilar os conteúdos de Termodinâmica?

17 respostas



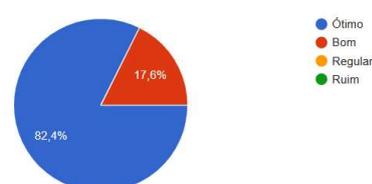
5. Na sua concepção, os simuladores computacionais ajudaram a entender melhor os conceitos da Termodinâmica?

17 respostas



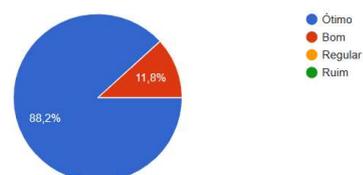
6. Como você avaliaria a explanação do professor sobre a relação do efeito estufa com a miniestufa?

17 respostas



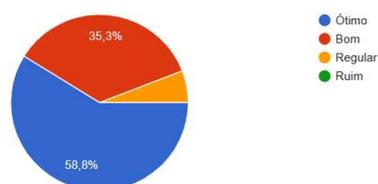
7. Na sua concepção, como foi a abordagem sobre as definições de calor, temperatura e equilíbrios térmicos explicada pelo professor?

17 respostas



8. Considerando as aulas como um todo, como você avaliaria a sequência didática?

17 respostas



QUESTÃO 09.

Pontos fortes da Sequência Didática: Descreva alguns fatos ocorridos durante as aulas que te despertou interesse e melhorou sua aprendizagem.

16 respostas:

- “Como funciona a estufa Como e que ocorre a troca de calor Como que ocorre o infravermelho.”

- “O momento em que o professor fez associação da miniestufa com os conceitos da termodinâmica. Assim como o simulador a ele levou para uma melhor compreensão em sala de aula. Isso ajudou bastante a compreensão dos fatores que a termodinâmica abrangem.”

- “Um dos pontos que me deu interesse foram os experimentos da 3 Unidade, despertou em mim um gosto maior sobre a Física, melhorando assim meu aprendizado e conhecendo coisas que nunca imaginava.”

- “Os experimentos e os simuladores computacionais realizados na sala de aula me despertou grande interesse no conteúdo, gerando um melhor aprendizado a respeito

do tema, além de abordar questões atuais sobre o efeito estufa, criei uma concepção para sensação térmica após o experimento da água quente, morna e fria, e consegui compreender os conceitos da termodinâmica pela explicação do professor.”

- “Sobre as estufa e a miniestufa eu gostei muito.”
- “Abriu meu conhecimento sobre termodinâmica.”
- “Aulas práticas, experimentos, miniestufa, avaliações escritas, mapas mentais, explicações do professor.”
- “Quando o professor levou a miniestufa para sala de aula, foi algo muito interessante que chamou bastante a minha atenção e quis aprender mais sobre esse assunto.”
- “O experimento com a miniestufa.”
- “Os slides bem detalhados e o modo do professor de explicar.”
- “O fato de levar a explicação para a prática, torna mais interessante e dinâmico.”
- “O professor abordou de forma prática a definição de efeito estufa como ocorre o fenômeno, deixando assim a aula mais dinâmica.”
- “Eu achei bem interessante quando o professor levou uma miniestufa para sala de aula, e com a explicação dele eu consegui compreender melhor os conceitos da termodinâmica, e também achei interessante outro experimento que o professor fez com água gelada e água quente, e acredito que todos da sala gostaram desse experimento”.
- “O professor mostrando os experimentos e deixando ver de perto e como funciona”
- “O experimento feito em sala de aula da água fria, quente e natural. Também teve o termômetro”.
- “Os experimentos”

QUESTÃO 10.

Pontos fracos da Sequência Didática: Descreva alguns pontos das aulas que não foram muito legais e podem melhorar e/ou cite algumas sugestões que possam ser acrescentado nesta sequência didática.

14 respostas:

- “Mais aulas práticas durante a sequência didática.”

- “Um dos pontos que não foram legais foram os conteúdos da 2 Unidade, e reconheço que devo melhor mais nesses conteúdos.”
- “Na minha concepção, não houve pontos negativos.”
- “Nenhuma.”
- “Não teve nenhum.”
- “As poucas aulas que o professor pode utilizar, com mais aulas haveria a possibilidade de aprofundar mais no conteúdo.”
- “As aulas de física do professor sempre foram muito boas, mas uma sugestão que deixaria melhor ainda, é ele em cada unidade puder fazer algum experimentos, pois isso chama bastante a atenção dos alunos.”
- “Não teve.”
- “Ter mais atividades no caderno para fixar o assunto.”
- “Nenhum ponto negativo.”
- “Adicionar as aulas como se produz a miniestufa.”
- “No meu ponto de vista, não teve pontos fracos nessas aulas, pois eu consegui compreender o conteúdo, e os experimentos levados na sala despertou o interesse de todos, nos ajudando a entender melhor os assuntos abordados na sala.”
- “Foi tudo muito bom e deu para compreender o único ponto negativo foi os alunos que”
- “Não teve nenhum ponto ruins nas aulas, todos os pontos foram positivos, e que ajudou muito na compreensão do conteúdo, não tenho nada a acrescentar, porque já estar muito bom do modo que está sendo feito.”

Para fins explicativos, seguem alguns relatos feitos pelos alunos através do Google Forms.

“Os experimentos e os simuladores computacionais realizados na sala de aula me despertou grande interesse no conteúdo, gerando um melhor aprendizado a respeito do tema, além de abordar questões atuais sobre o efeito estufa, criei uma concepção para sensação térmica após o experimento da água quente, morna e fria, e consegui compreender os conceitos da termodinâmica pela explicação do professor.”

“Quando o professor levou a miniestufa para sala de aula, foi algo muito interessante que chamou bastante a minha atenção e quis aprender mais sobre esse assunto.”

“Um dos pontos que me deu interesse foram os experimentos da 3 Unidade, despertou em mim um gosto maior sobre a Física, melhorando assim meu aprendizado e conhecendo coisas que nunca imaginava.”

Os relatos comprovam que o trabalho desenvolvido nessa turma impactou positivamente no processo de ensino - aprendizagem despertando o interesse e apreciação pela Física.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para superar as dificuldades dos alunos e oferecer uma estratégia de ensino que contemplem as necessidades deles implantamos a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na Aprendizagem Significativa de Ausubel com a implementação de uma miniestufa para abordar e explorar conceitos físicos que faz sentido para a vida desses estudantes do campo. Utilizando todas essas estratégias metodológicas corretamente não significa que todas as amostras da pesquisa vão mostrar eficiência na sua totalidade, pois o processo de ensino-aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo são progressivos e demanda muito tempo para sua efetivação. Apesar dessa limitação, as análises dos resultados nos levam acreditar que a maioria dos estudantes compreendeu de forma significativa os conteúdos de Termodinâmica explorados durante todo o processo, sobretudo na miniestufa.

Os processos metodológicos aplicados na sequência didática, pautado na UEPS de Moreira (2016), conhecimentos prévios, organizadores prévios, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, situações-problemas e atividades colaborativas, todos convergiam para busca de evidências de aprendizagem significativa.

Analisando os dados quantitativos expressos em tabelas e gráficos podem evidenciar um avanço positivo em relação ao entendimento dos conteúdos, isso foi confirmado nas análises qualitativas através da observação, construção de mapas conceituais, atividades colaborativas e a participação dos estudantes durante toda a sequência didática. Com isso podemos concluir que a sequência surtiu efeito positivo na vida dos alunos.

8 REFERÊNCIAS

CASTRO, Ruth Schmitz de - 1993 – **História e Epistemologia da Ciência: Investigando suas contribuições num curso de física de segundo grau.**

GABRIEL, Daniel Antônio, 2017.

GIL, Antonio Carlos, 1946 – **Como elaborar projetos de pesquisa** / Antonio Carlos Gil. – 6. ed. – São Paulo : Atlas, 2017.

HALLIDAY, David, 1916-2010 **Fundamentos de física**, volume 2 : gravitação, ondas e termodinâmica / David Halliday , Robert Resnick , Jearl Walker ; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016.

HEWITT, Paul G. - **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; tradução: Trieste Freire Ricci ; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Noções básicas de Epistemologias e Teoria de Aprendizagem** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V** – Instituto de Física, UFRGS. Artigo.

NEVES, Jefferson Adriano, 2015.

NEVES, Jefferson Adriano; CHARRET, Iraziet da Cunha; CARVALHO, Sylvestre Aureliano, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B.; VALADARES, J. A. **Teoria da Aprendizagem Significativa e o Ensino de História.** São Paulo: Editora Pioneira, 1996. Parte superior do formulário.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés – **Curso de física básica**, 2: fluidos, oscilações e ondas, calor / H. Moysés Nussenzveig. 5. Ed. – São Paulo: Blucher, 2014.

RUBINO, Leandro Nascimento, 2010.

SALINAS, Silvio R. A. – **Introdução à Termodinâmica Estatística** – Instituto de Física da USP, versão preliminar – 2016.

SILVA, Ana Paula Bispo; FORATO, Thaís Cyrino de Mello; GOMES, José Leandro de A. M. Costa – 2013 - **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.**

ANEXOS

ANEXO 1

Texto 1

Efeito Estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural que permite que o planeta se mantenha em uma temperatura adequada para a manutenção da vida.



<https://www.biologianet.com/ecologia/efeito-estufa.htm>

O efeito estufa recebeu esse nome porque apresenta o mesmo mecanismo das estufas agrícolas.

O Sol envia constantemente radiação solar ao nosso planeta. Parte dessa radiação é refletida de volta para o espaço e parte é absorvida pela Terra e irradiada na forma de calor. O gás carbônico, o metano, óxido nitroso, vapor d'água e as nuvens são responsáveis por formar uma barreira que permite a passagem da radiação solar e retém o calor irradiado. O nome desse processo é efeito estufa.

Ao permitir que o calor fique retido, os gases proporcionam o aquecimento da Terra. Esse fato é extremamente importante, pois permite que as formas de vida vivas hoje sobrevivam. Se não houvesse essa barreira de gases, a Terra teria uma temperatura muito baixa, em torno de -18°C , que com toda a certeza levaria várias espécies à extinção.

O efeito estufa recebe esse nome em razão de seu mecanismo ser o mesmo de uma estufa agrícola. Uma estufa de vidro permite que a luz entre, porém impede a passagem das ondas de calor. Isso faz com que ela permaneça aquecida.

Outro exemplo que podemos citar é um carro exposto ao sol. Você já percebeu o aumento da temperatura dentro de um carro após muito tempo ao sol? Isso se deve ao fato de que os vidros do carro impedem a passagem das ondas de calor, aquecendo-o. Se você permanecer nesse mesmo carro com os vidros trancados, sentirá um grande mal-estar em virtude das altas temperaturas. Imagine isso na Terra!

Muitos pesquisadores acreditam que o aumento da emissão dos gases-estufa, como o CO₂, nas últimas décadas está aumentando o efeito estufa. Isso significa que a atividade humana pode estar causando um aumento na temperatura do planeta. Esse processo é conhecido como Aquecimento Global.

É importante salientar que basicamente todas as atividades humanas geram um aumento na produção de gases-estufa. As indústrias e a grande quantidade de carros nas ruas causam um acelerado aumento na quantidade de gás carbônico na atmosfera. As atividades pecuárias também são grandes vilãs, pois animais ruminantes eliminam uma ampla quantidade de gás metano.

Vale destacar que o aumento da temperatura pode levar a consequências graves, não só para os humanos, mas para todos os seres vivos. Pesquisadores acreditam que entre as principais consequências desse aumento de temperatura estão o derretimento das geleiras, aumento do nível dos mares, aumento de tempestades e furacões, desertificação e, conseqüentemente, extinção de diversas espécies de plantas e animais.

Apesar de alguns cientistas acreditarem que o aumento da temperatura é consequência das atividades humanas, outros acreditam que esse é um fenômeno Natural do planeta.

Por Ma. Vanessa dos Santos

ANEXO 2

VÍdeo 1

Efeito Estufa



<https://www.youtube.com/watch?v=m96U0edcRmk&t=70s>

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR

BOTUPORÃ – BA , 20 / 09 / 2023

Eu MARCELO BOMFIM NOBRE, discente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, estarei desenvolvendo Produto educacional (sequência didática) no Colégio Estadual do Campo de Botuporã - BA, tendo como orientador Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem em um encadeamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu _____ fui esclarecido(a) sobre a pesquisa citada acima e concordo com estes dados sejam utilizados na realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

Assinatura do Gestor(a)

Assinatura do Pesquisador

APENDICE B**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caro pai, mãe ou responsável legal, você está sendo consultado(a) sobre a participação do(a) estudante. _____

_____ como voluntário(a), em uma pesquisa educacional. Este estudo pretende investigar a aprendizagem de conceitos científicos em Física, relacionados ao conteúdo de Termodinâmica. Pretendemos investigar como a nossa metodologia de trabalho experimental contribui para a compreensão de conceitos nesse tema. Por se tratar de uma pesquisa, alguns eventos da sala de aula serão registrados em fotos ou em vídeos. É assegurado o anonimato do aluno, sempre que nos referirmos a algum acontecimento da sala de aula que o envolva, em nossas produções científicas. Não há qualquer risco pessoal na participação da pesquisa. Os conhecimentos resultantes desta pesquisa serão divulgados em uma dissertação de mestrado. Além disso, os dados coletados dessa pesquisa serão armazenados por 05 anos e poderão ser utilizados em futuras pesquisas. Depois desse prazo, os dados serão destruídos.

Pesquisador responsável: Prof. Marcelo Bomfim Nobre Tel. (77) 99177-4830.

Mestrado Profissional em Ensino de Física – UESB. email: mnobre81@gmail.com

Orientador da pesquisa: Prof. Dr. Luizdarcy Matos Castro

Departamento de Física – UESB – Vitória da Conquista - BA

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu li e entendi os detalhes descritos neste documento.

Concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Assinatura do responsável:

Botuporã, 19 de outubro de 2023.

APÊNDICE C

	Instituição: Colégio Estadual do Campo de Botuporã		
	Componente Curricular: Física	Professor: Marcelo Bomfim Nobre	
	Estudante:		
	Ano:	Turma:	Turno: Matutino

QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Exprime com suas próprias palavras o conceito de temperatura.



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

2. Exprime com suas próprias palavras o conceito de calor.



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

3. Como você pode explicar por que uma colher esquenta quando é colocada em contato com uma porção de água quente?

4. Como você pode explicar por que a mão de uma pessoa pode esfriar quando entra em contato com um bloco de gelo?

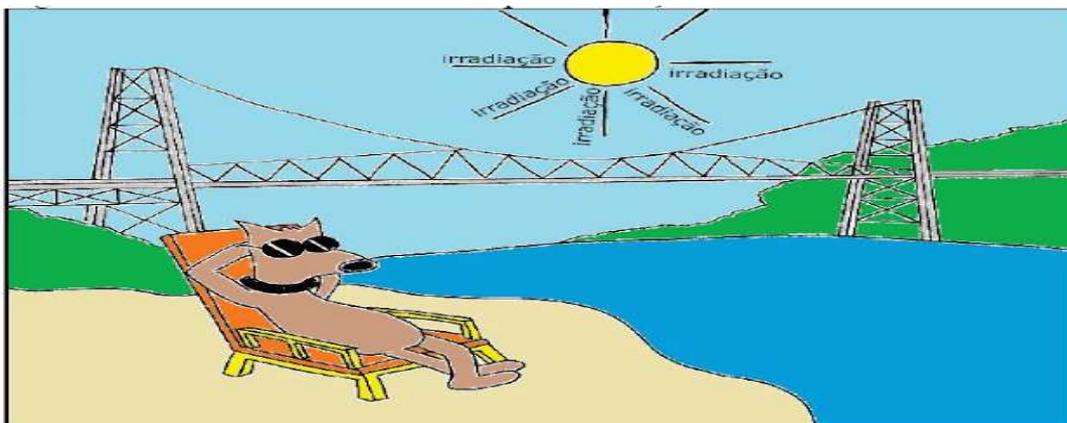
5. É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

6. Na sua concepção o que é energia?

7. Na sua concepção o que é energia térmica?

8. Qual seria a consequência de se eliminar completamente o efeito estufa da Terra?

9. O que é radiação?



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2020/05/davi-goncalves-historias-em-quadrinhos.html>

10. O Efeito Estufa existe? Explique.

APÊNDICE D

	Instituição: Colégio Estadual do Campo de Botuporã		
	Componente Curricular: Física	Professor: Marcelo Bomfim Nobre	
	Estudante:		
	Ano:	Turma:	Turno: Matutino

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.



<https://hquimica.webnode.com.br/charges-humoradas/>

<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

2. Faça a distinção entre calor e temperatura.



<https://www.pinterest.com.mx/gloriamgms54/calor/>

3. Faça a distinção entre calor e energia interna.

4. O que determina o sentido do fluxo de calor?

5. Se você segura na extremidade de uma colher submersa ao gelo, logo essa extremidade ficará fria, isso aconteceu foi por que o frio do gelo passou para sua mão? Explique.

6. O que é equilíbrio térmico e como ele é alcançado entre dois objetos?



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

7. Como a energia térmica é retida dentro de uma estufa e quais os princípios da termodinâmica que explicam esse processo?

8. Duas bolas de ferro, uma pequena e a outra muito grande são retiradas de um forno e elas se encontram a mesma temperatura. Quando mergulhadas em recipientes idênticos contendo água a mesma temperatura, qual delas vai elevar mais a temperatura da água? Explique.

9. Quando dois corpos estão a diferentes temperaturas, podemos afirmar que um deles possui mais calor do que o outro? Explique.

10. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico podemos afirmar que eles tem a mesma energia interna? Explique.

APÊNDICE E

PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA UEPS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DA
CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA**

MARCELO BOMFIM NOBRE

**Vitória da Conquista – Bahia
Setembro de 2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA UEPS PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA ATRAVÉS DA
CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA**

Marcelo Bomfim Nobre

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos

Vitória da Conquista – Bahia

Setembro de 2023

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Caixa organizadora.....	18
Figura 2 Suporte da Lâmpada.....	18
Figura 3 Controlador de temperatura (termostato).....	19
Figura 4 Termômetro.....	19
Figura 5 Ventoinha (cooler).....	20
Figura 6 Ventoinha estalada.....	20
Figura 7 Miniestufa.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Passos metodológicos da UEPS	8
---	---

SUMÁRIO

Apresentação	7
Objetivo Geral	8
Desenvolvimento	8
1º passo – Definição do tema.....	10
Introdução	10
Objetivos	10
Recursos	10
Procedimentos didáticos	11
2º passo – Levantamento dos Conhecimentos Prévios.....	11
Introdução	11
Objetivos	12
Recursos	12
Procedimentos didáticos	12
3º passo - Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento.....	13
Introdução	13
Objetivos	13
Recursos	13
Procedimentos didáticos	13
4º passo Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais.....	14
Introdução	14
Objetivos	14
Recursos	14
Procedimentos didáticos	15
5º passo Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades.....	15
Introdução	15
Objetivos	15
Recursos	16
Procedimentos didáticos	16

6º passo Conclusão da UEPS – Retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa.....	17
Introdução	17
Objetivos	17
Construção da miniestufa.....	18
Recursos	21
Procedimentos didáticos	21
7º passo - Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS.....	22
Introdução	22
Objetivos	22
Recursos	22
Procedimentos didáticos	22
8º passo - Avaliação da UEPS.....	23
Introdução	23
Referências	24
Apêndices.....	25
Apêndice A	25
Apêndice B.....	28
Apêndice C.....	31
Anexos	36
Anexo 1.....	36
Anexo 2.....	38

Apresentação

A Física é uma disciplina muito temida pelos estudantes nas escolas, pois apresenta um formulismo matemático sem ainda ter, na maioria das vezes, uma aplicação baseada na experimentação. O ensino de Física ainda está centrado numa base tradicional, onde o professor passa seus conhecimentos para o aluno somente através de aulas expositivas e memorização de fórmulas, sem ter uma participação ativa do aluno. O presente trabalho está pautado numa sequência didática e traz um enfoque na realidade do aluno através de experimentação baseado na proposta da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Incorporar novos paradigmas metodológicos diante desse cenário carente de cultura científica é um grande desafio que enfrentamos no chão da sala de aula. Pensando nesse contexto é infalível tomar como base a teoria da aprendizagem significativa pautada na UEPS de Marco Antônio Moreira e suas implicações.

A Física por ser uma ciência presente na natureza não se resume somente em meras aplicações de fórmulas ela, sobretudo, é uma ciência que auxilia na evolução de grandes tecnologias a benefícios da humanidade, entretanto, o ensino de física deve estar em consonância com os aspectos de interesse dos estudantes.

A proposta desse trabalho é apresentar uma sequência didática com o intuito de abordar conteúdos da termodinâmica usando como recurso experimental na construção de uma miniestufa de modo que os estudantes se motivam e sentem gosto pela Física. O aluno deve assumir o papel de protagonista da sua aprendizagem de forma investigativa e colaborativa e, sobretudo, com a orientação do professor. Além do mais, essa deve acontecer de forma não mecânica.

Aprendizagem mecânica é aquela na qual o sujeito memoriza novos conhecimentos como se fossem informações que podem não lhe significar nada, mas que podem ser reproduzidas a curto prazo e aplicadas automaticamente a situações conhecidas. Nesse processo, há pouco ou nenhuma interação entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios. Trata-se de uma memorização sem significado, mas que serve para ser reproduzida nas próximas horas ou, talvez, nos próximos dias. Quer dizer, a retenção é muito baixa. (MOREIRA, 2017, p. 142)

É notório que no ensino-aprendizagem de ciências há uma grande necessidade de trabalhar de forma mais atraente, significativa e que desperte a curiosidade do aluno através de aulas mais criativas que inclui o aluno a participar

ativamente das atividades proposta de forma investigativa, que por sua vez acarreta um novo olhar para o processo de aprendizagem.

Objetivo Geral

Avaliar a eficácia da sequência didática que utiliza a abordagem da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e os conceitos físicos presentes em uma miniestufa com o propósito de investigar seu impacto no aprendizado e na motivação dos estudantes, bem como na promoção da compreensão profunda dos conteúdos abordados em sala de aula.

Desenvolvimento

O presente trabalho é um produto educacional que será desenvolvido através de uma sequência didática fundamentada na UEPS de Marco A. Moreira que seguirão oito passos metodológicos conforme segue a tabela abaixo.

Tabela 1 – Passos metodológicos da UEPS

Aulas	Passos	Descrição das atividades
01	1. Definição do tema:	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a proposta de trabalho expondo o tema de forma expositiva sem fazer definições nem conceitos, mas mostrando a importância de trabalhar com experimentos contextualizados mostrando a relevância na vida dos alunos; (30 minutos) • Exposição da miniestufa para investigação; (20 min.)
02 e 03	2. Levantamento dos conhecimentos prévios →	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de um questionário; (50 min.) • Construção de um mapa mental; (30 min.)

	subsunçoes: (o aluno deve externalizar o conhecimento prévio).	minutos) • Debate das respostas do questionário; (20 minutos)
04 e 05	3. Situação – problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento:	• Leitura compartilhada e discussão de um texto; (40 min.) • Exibição de vídeos; (10 min.) • Construção de mapas conceituais a partir do texto abordado. (50 min.)
06 e 07	4. Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais. A partir da diferenciação progressiva:	• Aula expositiva e dialogada partindo dos conceitos históricos de calor e temperatura e experimento das três vasilhas; (50 min.) • Abordar os processos de transmissão de energia térmica. (50 min.)

Aulas	Passos	Descrição das atividades
08 e 09	5. Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades:	• Através do simulador Phet – Moléculas e Luz – Verificar como as moléculas absorvem energia térmica oriunda da luz solar. (50 min.) • Propor uma análise sobre o simulador – Efeito Estufa; (50 min.)
10 e 11	6. Conclusão da UEPS – retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa:	• Realizar uma atividade experimental com materiais de baixo custo – miniestufa; (30 min.) • Explicar por que o vidro e o plástico são opacos para o infravermelho e isso contribui para o efeito de retenção de energia térmica. (20 min.) • Propor um relatório sobre o

		experimento. (50 min.)
12	7. Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS:	• Aplicar um questionário para verificar os novos conhecimentos adquiridos ou reformulados e construção de mapa conceitual. (50 min.)
	8. Avaliação da UEPS:	• Verificar os dados da pesquisa se houve resultados exitosos.

1º passo – Definição do Tema.

Introdução

Nesse primeiro momento será utilizada uma aula onde abordará somente a introdução ao tema. A ideia aqui é iniciar o tema escrevendo a palavra miniestufa no quadro e a partir disso em conjunto com a turma ir traçando as várias relações que esse tema tem com a Física. E com isso pretende – se mostrar o quanto esse tema tem uma relevância tanto para explorar conceitos físicos quanto para a vida cotidiana do aluno. Ainda nesse primeiro momento serão expostos os componentes da construção da miniestufa e o princípio de funcionamento de cada item. O aparato finalizado será exposto somente no sexto passo.

Objetivos

- Criar um compromisso com os alunos em contribuir para um bom andamento dos trabalhos até o final da sequência didática;
- Apresentar a proposta de trabalho e os conteúdos que serão abordados.
- Criar relações entre os objetos de estudos da Física com a miniestufa;

Recursos

- Computador;
- Projetor (data show).
- Materiais que compõe a miniestufa:

Procedimentos didáticos

Nessa primeira aula teremos um diálogo sobre a proposta do trabalho destacando quais conteúdos estudaremos e como serão conduzidos através de experimentação visando despertar a curiosidade do estudante através de situações problemas.

- Receber os alunos de forma acolhedora. Explique que a sequência didática terá como foco a construção e entendimento da miniestufa, com ênfase nas relações com a Física.
- Discutir a importância do compromisso dos alunos com o processo de aprendizagem. Pedir que cada aluno compartilhe uma expectativa ou objetivo pessoal para a sequência didática.
- Apresentar a relevância da estufa na vida cotidiana, destacando seu uso em jardinagem e agricultura. Em seguida, explique como a Física está relacionada à estufa, mencionando que aspectos como calor, temperatura, equilíbrio térmico e propagação de calor serão explorados.
- Apresentar os principais componentes da miniestufa, como o recipiente, o sistema de aquecimento, o sensor de temperatura e o sistema de ventilação. Explicar a função de cada um e como eles se relacionam.

2º passo - Levantamento dos Conhecimentos Prévios.

Introdução

Nessa fase será o momento em que os alunos irão externalizar os seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos que serão abordados durante todo o processo, através de um questionário e mapas mentais com o intuito de conhecer os

subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Segundo Moreira (2017, p. 26) Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, Ausubel enunciaria este: *‘de todos os fatores que influem na aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe. Averigue-se isso e ensine-se de acordo’*. É importante salientar que a aprendizagem significativa se caracteriza entre o conhecimento que o aluno já sabe sobre determinado tema, os subsunçores, com os conhecimentos novos e isso deve se relacionar de forma não arbitrária e não literal.

Objetivos

- Externalizar os subsunçores dos estudantes relacionados à Termodinâmica.
- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de conceitos de temperatura, calor e formas de propagação da energia térmica.

Recursos

Materiais impressos, computador e projetor.

Procedimentos didáticos

Antes de aplicar o questionário inicial, é fundamental despertar a curiosidade dos alunos por meio de uma atividade investigativa envolvendo a miniestufa em pleno funcionamento. Neste contexto, a intenção é proporcionar uma experiência de aprendizado autônoma, na qual os alunos serão incentivados a explorar o funcionamento da estufa, a fim de estimular a externalização dos conhecimentos prévios dos alunos, sem prévia exposição por parte do professor sobre conceitos e definições.

Nessa etapa os alunos responderão um questionário (apêndice A) expondo seus conhecimentos prévios sobre o tema e em seguida farão um mapa mental para melhor externalizar todos seus conhecimentos sobre os conteúdos que serão abordados em uma miniestufa como objeto central do mapa conceitual. Os alunos deverão responder o questionário individualmente sem consulta a qualquer tipo de material.

3º passo – Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento.

Introdução

Nesse estágio da sequência didática serão expostas situações – problemas de níveis mais elementares para incorporar aos subsunçores novos conhecimentos. Segundo (MOREIRA, 2017) essa interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio se dar de forma não literal e não arbitrária, nesse sentido, o novo conhecimento adquire significado para o aluno e o conhecimento prévio fica mais elaborado e rico de significado.

Objetivos

- Potencializar os subsunçores dos alunos e inserir novos significados a sua bagagem.
- Elaborar mapas conceituais a partir do texto estudado abordando o tema decorrente.

Recursos

Computador, projetor e folhas A4.

Procedimentos didáticos

- Será disponibilizado um texto impresso (anexo 1) para cada aluno e após sua leitura haverá uma discussão compartilhada entre os alunos e mediada pelo professor. Esse texto servirá para resgatar os conceitos físicos que iremos trabalhar posteriormente na miniestufa.
- Em seguida os estudantes assistirão a um pequeno vídeo sobre o tema onde iremos tecer um breve comentário e abordando situação-problema para ancorar os conceitos físicos que trabalharemos.
- Com a bagagem adquirida será proposto a elaboração de um mapa conceitual para melhor organização dos novos conhecimentos incorporados.

Texto 1: Efeito Estufa

Disponível: <https://www.biologianet.com/ecologia/efeito-estufa.htm>

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=m96U0edcRmk&t=70s>

4º passo - Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais.

Introdução

Nesse quarto passo da sequência serão abordados os conteúdos destacando os aspectos mais gerais e inserindo termos específicos paulatinamente, ou seja, partindo das ideias mais gerais e inclusivas para depois serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades. A exposição oral e atividades colaborativas em grupos serão utilizadas nessa etapa como estratégias de ensino. Além disso, será feito o experimento das três vasilhas com água em temperaturas diferentes para abordar a sensação térmica como um método não eficiente para medir a temperatura.

Objetivos

- Conceituar temperatura como medida de energia cinética média dos átomos do material;
- Definir o que é equilíbrio térmico;
- Definir sensação térmica como conceito relativo e aparente a uma temperatura;
- Identificar calor como energia transferida entre corpos a temperaturas diferentes;
- Estabelecer diferença entre calor e temperatura;
- Caracterizar a transferência de calor e suas formas de propagação: condução, convecção e irradiação.

Recursos

Computador, projetor, termômetros, água quente, água fria, água a temperatura ambiente e três vasilhas transparentes.

Procedimentos didáticos

- Utilizam-se duas aulas, onde uma será destinada a definições básicas e mais gerais sobre os conceitos históricos de temperatura e calor, destacando a diferença entre eles, além disso, vai abordar o conceito de equilíbrio térmico e sensação térmica.
- Na aula seguinte serão abordados os processos de transmissão de energia térmica com a utilização de slides e logo após, essa explanação, será feito o experimento das três vasilhas contendo em cada uma, água gelada, quente e morna.
- Slides 1

5º passo - Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades

Introdução

Nesse quinto passo serão utilizadas duas aulas, onde retomaremos os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades, aqui serão apresentadas situações - problemas com níveis crescentes de aprofundamento no intuito de promover a reconciliação integradora. O professor terá o papel de mediador e sempre estimulando a negociação de significados. Esse momento será desenvolvido alguns experimentos virtuais através do simulador Phet Colorado.

Objetivos

- Compreender os diferentes processos de propagação do calor;
- Explorar como as moléculas absorvem energia térmica da luz solar;
- Compreender que a atmosfera é transparente para a luz branca, mas relativamente opaca para a radiação infravermelha.
- Utilizar o simulador PhET Colorado - Moléculas e Luz para visualizar a absorção de energia térmica;
- Utilizar o simulador PhET Colorado – Efeito Estufa

Recursos

- Computador ou dispositivo com acesso a internet;
- Projetor;
- Simulador PhET Colorado – Moléculas e Luz:
https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_all.html?locale=pt
- Simulador PhET Colorado – Efeito Estufa:
https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_en.html

Procedimentos didáticos

Na primeira aula será desenvolvida a explanação do conteúdo: Processos de Propagação do Calor de forma mais ampla e aprofundada com o suporte do simulador Phet Colorado - Moléculas e Luz – Onde verificaremos como as moléculas absorvem energia térmica oriunda da luz solar.

- Explicar a importância do estudo dos processos de propagação do calor e como isso afeta nosso dia a dia.
- Mencionar os diferentes modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.
- Mostrar aos alunos como acessar e usar o simulador.
- Introduzir o conceito de absorção de energia térmica pelas moléculas.
- Explicar como a energia térmica é absorvida pelas moléculas e leva ao aumento da temperatura.
- Demonstrar como as moléculas respondem à energia térmica e à luz solar no simulador.
- Realizar experimentos virtuais para observar como diferentes materiais absorvem a energia térmica de maneiras distintas.

Na segunda aula dessa etapa abordaremos o funcionamento do efeito estufa como um processo natural e indispensável à vida na Terra fazendo uma relação equivalente com o efeito contido em uma miniestufa que será abordado na próxima etapa dessa sequência didática. Com o simulador Phet Colorado – Efeito Estufa.

- Será utilizado o projetor em sala de aula e explicados os principais conceitos envolvidos no efeito estufa:

Radiação Solar: A radiação solar entra na atmosfera da Terra.

Absorção e Emissão de Radiação: Parte dessa radiação é absorvida pela superfície da Terra e aquece a terra e os oceanos. A Terra emite radiação infravermelha (energia térmica) de volta para a atmosfera.

Gases de Efeito Estufa: Alguns gases presentes na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o vapor d'água, são chamados de gases de efeito estufa. Esses gases permitem a passagem da radiação solar, mas absorvem grande parte da radiação infravermelha emitida pela Terra.

Reemissão de Radiação: Os gases de efeito estufa absorvem o calor e reemitem parte dele em todas as direções, incluindo de volta para a superfície da Terra. Isso cria um efeito semelhante ao de uma miniestufa, onde o calor é aprisionado.

Equilíbrio Térmico: O resultado é um equilíbrio térmico em que a quantidade de radiação solar que entra é aproximadamente igual à quantidade de radiação infravermelha que sai, mantendo uma temperatura média na Terra adequada para a vida.

- Propor listas de exercícios para os alunos apropriar dos conteúdos.
- Slides 2

6º passo - Conclusão da UEPS – Retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa

Introdução

Conclusão da UEPS – retoma as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa. Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando aos pontos mais relevantes que foram estudados, porém de uma perspectiva integradora incluindo novas apresentações de significados.

A construção da miniestufa serviu como um exemplo prático desse processo. Ao longo da sua elaboração, os estudantes foram capazes de observar na prática os conceitos físicos presente nesse apartado.

Objetivos

- Reconhecer a propagação da energia térmica (calor) por irradiação;
- Explorar o conceito de equilíbrio térmico e sua importância em sistemas;

- Investigar como a irradiação térmica afeta a temperatura dentro de uma miniestufa;
- Saber que a temperatura de um sistema depende do balanço entre a energia que entra e a energia que sai dele.

CONSTRUÇÃO DA MINIESTUFA

Preparar a caixa organizadora: Pegue a caixa organizadora transparente, que servirá como o corpo da miniestufa. A transparência da caixa permitirá a entrada de luz, fundamental para as plantas.

Figura 1 – Caixa organizadora



Fonte do autor, 2023

Instalação da lâmpada: Fixe o suporte para lâmpada na parte externa da tampa da caixa. Conecte o soquete bocal ao suporte e, em seguida, instale a lâmpada incandescente no soquete. A lâmpada será a fonte de calor.

Figura 2 – Suporte da Lâmpada

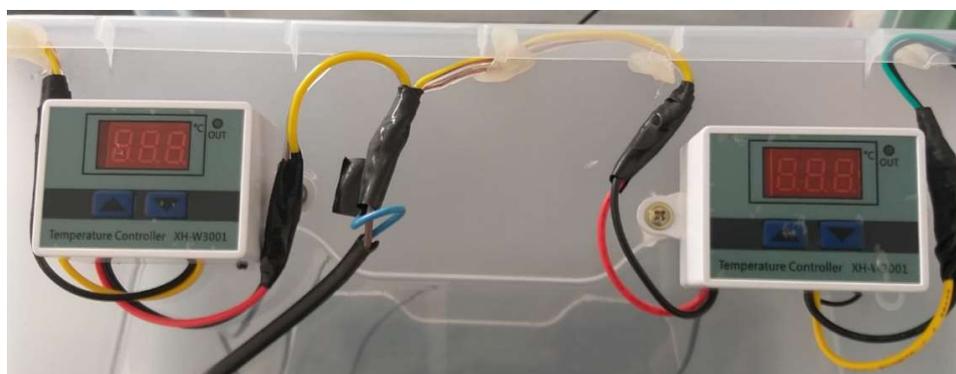


Fonte do autor, 2023

Conexão elétrica: Utilize o fio flexível de 1,0 mm para conectar a lâmpada e a ventoinha aos termostatos (controladores de temperatura digitais), permitindo ligar e desligar automaticamente. Conecte a extensão de fio para ligar todo o sistema à tomada.

Controladores de temperatura: Instale os dois controladores de temperatura digitais. Eles devem ser configurados para monitorar a temperatura interna e acionar a ventoinha ou a lâmpada automaticamente, mantendo o ambiente dentro de uma faixa desejada de calor.

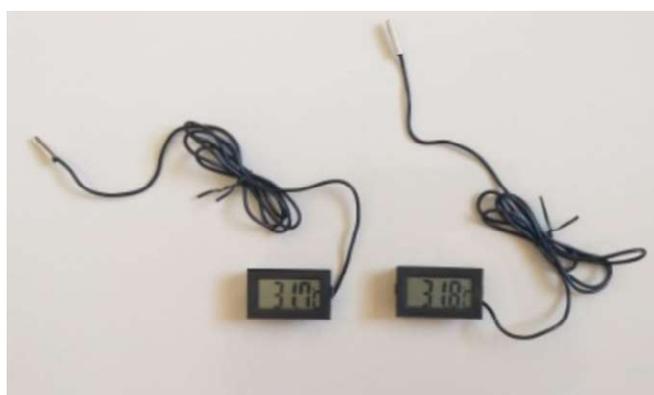
Figura 3 – Controlador de temperatura (termostato)



Fonte do autor, 2023

Instalação dos termômetros: Coloque os dois termômetros digitais dentro da estufa em pontos estratégicos para monitorar a temperatura interna. Isso ajudará a garantir que a miniestufa esteja mantendo as condições ideais para o cultivo das plantas.

Figura 4 – Termômetros



Fonte do autor, 2023

Ventilação: Fixe a ventoinha (cooler) em uma das laterais da caixa para garantir a circulação de ar. Conecte-a ao controlador de temperatura para que seja acionada quando o ambiente estiver muito quente, evitando superaquecimento.

Figura 5 – Ventoinha (cooler)



Fonte do autor, 2023

Figura 6 – Ventoinha instalada



Fonte do autor, 2023

Testes finais: Ligue o sistema e observe o funcionamento dos componentes, ajustando a temperatura conforme necessário. A miniestufa estará pronta para abrigar as plantas e criar um ambiente controlado. Essa miniestufa permitirá o controle da temperatura e da circulação de ar, promovendo um ambiente adequado para o cultivo de plantas em pequenos espaços.

Figura 7 – Miniestufa



Fonte do autor, 2023

Recursos

- Uma caixa organizadora transparente;
- Dois termômetros digitais;
- Uma ventoinha (cooler);
- Dois controladores de temperatura digitais;
- Uma lâmpada incandescente;
- Um suporte para lâmpada;
- Um soquete bocal para lâmpada;
- Um interruptor;
- Fio flexível de 1,0 mm;
- Uma extensão de fio;
- Papel alumínio.

Procedimentos didáticos

Essa sequência didática visa envolver os alunos na aprendizagem de conceitos de Termodinâmica de forma prática e significativa, Além disso, ela se baseia em sólidos princípios pedagógicos, inspirados nas abordagens inovadoras desenvolvidas por Marco Antonio Moreira.

- Introduzir a miniestufa como um ambiente de aprendizado.
- Explicar a função da miniestufa e como ela pode manter uma temperatura mais alta internamente.
- Pedir aos alunos que investiguem como a temperatura dentro da estufa se comporta ao longo do tempo.
- Introduzir a irradiação térmica e como ela afeta a temperatura dentro da miniestufa.
- Usar papel alumínio para refletir ou absorver o calor da fonte de luz (lâmpada) dentro da estufa.
- Fazer medições de temperatura em diferentes pontos da estufa para demonstrar o efeito da irradiação.
- Promover discussões sobre como a irradiação térmica está relacionada aos conceitos de Termodinâmica.
- Reunir os alunos para discutir suas descobertas na miniestufa e como isso se relaciona com a Termodinâmica.

- Incentivar a reflexão crítica sobre como os princípios aprendidos podem ser aplicados na vida real.
- Concluir a sequência didática destacando a importância de compreender a Termodinâmica e seu papel em questões ambientais.

7º passo - Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS

Introdução

Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS, nessa etapa final de avaliação nos permitirá não apenas medir o sucesso da sequência didática, mas também adaptar futuros planos de ensino para atender às necessidades dos alunos de forma mais eficaz. Através da combinação dos questionários e dos mapas conceituais, garantiremos uma avaliação abrangente e significativa da aprendizagem alcançada ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Objetivos

- Verificar se os objetivos de aprendizagem estabelecidos foram alcançados.
- Avaliar o quanto os alunos adquiriram o conhecimento e as habilidades desejadas.
- Verificar os avanços dos mapas conceituais que representem de forma clara e significativa a estrutura conceitual de um tópico específico.
- Aplicar o questionário final para averiguar se obteve êxito.
- Verificar e buscar evidências de aprendizagem com significado.

Recursos

Materiais impressos;

Procedimentos didáticos

Aplicar um questionário (apêndice B) abordando todo o conteúdo trabalhado para verificar a evolução da aprendizagem e se houve resultados exitosos. Além disso, a aplicação de mapas conceituais nessa etapa final ajudará os alunos a organizar e

estruturar seu conhecimento sobre um determinado tópico, tornando-o mais coerente e compreensível.

8º passo - Avaliação da UEPS

Introdução

Analisar os resultados da pesquisa para determinar se foram bem-sucedidos. Neste contexto, vamos examinar os dados relativos ao produto educacional a fim de apresentar os resultados alcançados. Essa abordagem de pesquisa visa reunir informações importantes relacionadas aos principais aspectos do estudo, de modo que possam ser identificadas e aplicadas em futuras atividades.

REFERÊNCIAS

Moreira, M. A.; Massoni, N. T. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

Moreira, M. A.; Massoni, N. T. **Noções básicas de Epistemologias e Teoria de Aprendizagem** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

Moreira, M. A. **Metodologias de Pesquisa e Ensino** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

Moreira, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa** – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

Hewitt, Paul G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt ; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre : Bookman, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A

	Instituição: Colégio Estadual do Campo de Botuporã		
	Componente Curricular: Física		Professor: Marcelo Bomfim Nobre
	Estudante:		
	Ano:	Turma:	Turno: Matutino

QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Exprime com suas próprias palavras o conceito de temperatura.



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

2. Exprime com suas próprias palavras o conceito de calor.



<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

3. Como você pode explicar por que uma colher esquenta quando é colocada em contato com uma porção de água quente?

4. Como você pode explicar por que a mão de uma pessoa pode esfriar quando entra em contato com um bloco de gelo?

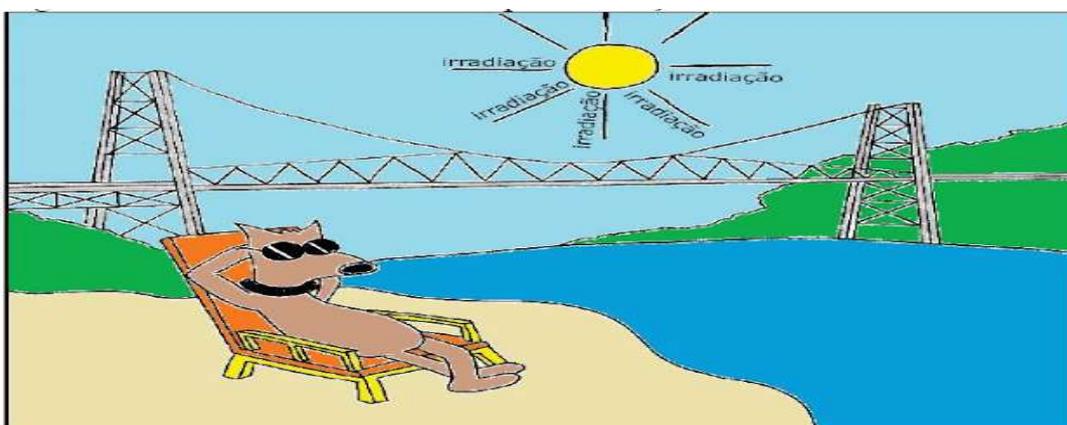
5. É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

6. Na sua concepção o que é energia?

7. Na sua concepção o que é energia térmica?

8. Qual seria a consequência de se eliminar completamente o efeito estufa da Terra?

9. O que é radiação?



<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/05/davi-goncalves-historias-em-quadrinhos.html>

10. O Efeito Estufa existe? Explique.

APÊNDICE B

	Instituição: Colégio Estadual do Campo de Botuporã		
	Componente Curricular: Física	Professor: Marcelo Bomfim Nobre	
	Estudante:		
	Ano:	Turma:	Turno: Matutino

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.



<https://hquimica.webnode.com.br/charges-humoradas/>

<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

2. Faça a distinção entre calor e temperatura.



<https://www.pinterest.com.mx/gloriamgms54/calor/>

3. Faça a distinção entre calor e energia interna.

4. O que determina o sentido do fluxo de calor?

5. Se você segura na extremidade de uma colher submersa ao gelo, logo essa extremidade ficará fria, isso aconteceu foi por que o frio do gelo passou para sua mão? Explique.

6. O que é equilíbrio térmico e como ele é alcançado entre dois objetos?



<https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html?m=1>

7. Como a energia térmica é retida dentro de uma estufa e quais os princípios da termodinâmica que explicam esse processo?

8. Duas bolas de ferro, uma pequena e a outra muito grande são retiradas de um forno e elas se encontram a mesma temperatura. Quando mergulhadas em recipientes idênticos contendo água a mesma temperatura, qual delas vai elevar mais a temperatura da água? Explique.

9. Quando dois corpos estão a diferentes temperaturas, podemos afirmar que um deles possui mais calor do que o outro? Explique.

10. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico podemos afirmar que eles tem a mesma energia interna? Explique.

APÊNDICE C

	Instituição: Colégio Estadual do Campo de Botuporã		
	Componente Curricular: Física		Professor: Marcelo Bomfim Nobre
	Estudante:		
	Ano:	Turma:	Turno: Matutino

LISTA DE EXERCÍCIOS

1. (Enem 2021) Em um manual de instruções de uma geladeira, constam as seguintes recomendações:

- Mantenha a porta de seu refrigerador aberta apenas o tempo necessário;
- É importante não obstruir a circulação do ar com a má distribuição dos alimentos nas prateleiras;
- Deixe um espaço de, no mínimo, 5 cm entre a parte traseira do produto (dissipador serpentinado) e a parede.

Com base nos princípios da termodinâmica, as justificativas para essas recomendações são, respectivamente:

- a) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador de calor e o ambiente.
- b) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a convecção do ar interno, garantir o isolamento térmico entre a parte interna e a externa.
- c) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.
- d) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.

e) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e garantir o isolamento térmico entre as partes interna e externa.

2. (UEPB 2009) Uma criança que gostava de brigadeiro decidiu fazer este doce, e para isso começou a separar os ingredientes e utensílios. Inicialmente pegou a lata de leite condensado, o chocolate em pó e a margarina, depois uma panela e colher de aço e um abridor de latas. A criança fez um furo na lata, a fim de fazer escoar para a panela o leite condensado. Sua mãe, ao ver aquela atitude, sugeriu que o filho fizesse outro furo na lata, pois assim ele conseguiria retirar aquele líquido com mais facilidade. Ao levar a panela ao fogo para mexer o brigadeiro, a criança sentiu que, depois de alguns minutos, o cabo da colher tinha se aquecido e reclamou: “Mãe, a colher está queimando a minha mão”. Então, sua mãe pediu que ele fizesse uso de uma colher de pau, para evitar uma queimadura.

Sobre o aquecimento da colher evidenciado na reclamação da criança de que sua mão estava queimando, podemos afirmar que

a) com a colher de pau, que é um excelente isolante térmico, esta aquece-se mais rápido que a colher de aço.

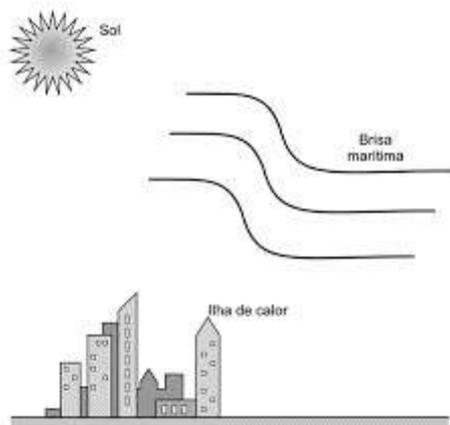
b) acontece porque as partículas que constituem a colher criam correntes de convecção, aquecendo-a por inteiro, de uma extremidade à outra.

c) devido a irradiação a colher se aquece por inteiro, de uma extremidade à outra.

d) com a colher de pau, que é um excelente condutor térmico, esta aquece-se mais rápido que a colher de aço.

e) acontece porque as partículas que constituem a colher passam a conduzir de uma extremidade a outra o calor ali absorvido.

3. (Enem 2021) Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



Esses mecanismos são, respectivamente:

- a) irradiação e convecção.
- b) irradiação e irradiação.
- c) condução e irradiação.
- d) convecção e irradiação.
- e) convecção e convecção.

4. Quando estamos com frio, usamos roupas de lã porque:

- a) ela é uma fonte de calor.
- b) ela é um bom absorvente de calor.
- c) é um bom condutor de calor.
- d) ela impede que o calor do corpo se propague para o meio exterior.

5. O calor é definido como uma energia térmica que flui entre os corpos. O fluxo de calor entre dois corpos em contato se deve inicialmente a

- a) temperaturas dos corpos serem iguais.
- b) temperatura dos corpos serem diferentes.
- c) os corpos estarem muito quentes.
- d) os corpos estarem muito frios

6. Selecione a alternativa que completa as lacunas das afirmações seguintes:

I - O calor do Sol chega até nós por _____.

II - Numa barra metálica aquecida numa extremidade, a propagação do calor se dá para a outra extremidade por _____.

- a) convecção - radiação.
- b) radiação - condução.

c) () convecção - condução.

d) () condução - radiação.

7. (Acafe – SC) O efeito estufa é essencial à manutenção do equilíbrio térmico do nosso planeta porque sem ele a temperatura da Terra seria de aproximadamente - 15 °C. Um dos gases mais importantes nesse processo é o gás carbônico, no entanto, um aumento de 10% na sua concentração faria a temperatura média do planeta aumentar aproximadamente 3 °C, trazendo graves consequências para o nível dos oceanos e para o clima. Essa participação do gás carbônico se dá porque ele é _____ às radiações visíveis e _____ às radiações infravermelhas.

A alternativa que completa o enunciado acima, em sequência, é:

a) opaco – opaco

b) opaco – transparente

c) transparente – opaco

d) transparente – transparente

e) absorvente – transparente

8. (UFG – GO) Estufas rurais são áreas limitadas de plantação cobertas por lonas plásticas transparentes que fazem, entre outras coisas, com que a temperatura interna seja superior à externa. Isso se dá porque:

a) o ar aquecido junto à lona desce por convecção até as plantas.

b) as lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às radiações infravermelhas.

c) um fluxo líquido contínuo de energia se estabelece de fora para dentro da estufa.

d) a expansão do ar expulsa o ar frio para fora da estufa.

e) o ar retido na estufa atua como um bom condutor de calor, aquecendo o solo.

9. A transmissão de calor por convecção só é possível:

a) no vácuo

b) nos sólidos

c) nos líquidos

d) nos gases

e) nos fluidos em geral.

10. **(UFT-TO)** Uma sala de estúdio é mantida à temperatura de 20 °C e encontra-se separada de uma sala vizinha, à temperatura ambiente de 30 °C, por uma janela retangular de vidro, de 8,0 mm de espessura, 1,0 m de altura por 1,5 m de largura. Sabendo que a condutividade térmica do vidro é 0,80 W/m.K, o total de calorias transmitidas pela janela, após 4,2 minutos é de, aproximadamente:

- a) 1,50 kcal.
- b) 37,8 kcal.
- c) 60,0 kcal.
- d) 90,0 kcal.
- e) 126 kcal.

ANEXOS

ANEXO 1

Texto 1

Efeito Estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural que permite que o planeta se mantenha em uma temperatura adequada para a manutenção da vida.



<https://www.biologianet.com/ecologia/efeito-estufa.htm>

O efeito estufa recebeu esse nome porque apresenta o mesmo mecanismo das estufas agrícolas.

O Sol envia constantemente radiação solar ao nosso planeta. Parte dessa radiação é refletida de volta para o espaço e parte é absorvida pela Terra e irradiada na forma de calor. O gás carbônico, o metano, óxido nitroso, vapor d'água e as nuvens são responsáveis por formar uma barreira que permite a passagem da radiação solar e retém o calor irradiado. O nome desse processo é efeito estufa.

Ao permitir que o calor fique retido, os gases proporcionam o aquecimento da Terra. Esse fato é extremamente importante, pois permite que as formas de vida vivas hoje sobrevivam. Se não houvesse essa barreira de gases, a Terra teria uma temperatura muito baixa, em torno de $- 18^{\circ}\text{C}$, que com toda a certeza levaria várias espécies à extinção.

O efeito estufa recebe esse nome em razão de seu mecanismo ser o mesmo de uma estufa agrícola. Uma estufa de vidro permite que a luz entre, porém impede a passagem das ondas de calor. Isso faz com que ela permaneça aquecida.

Outro exemplo que podemos citar é um carro exposto ao sol. Você já percebeu o aumento da temperatura dentro de um carro após muito tempo ao sol? Isso se deve ao fato de que os vidros do carro impedem a passagem das ondas de calor, aquecendo-o. Se você permanecer nesse mesmo carro com os vidros trancados, sentirá um grande mal-estar em virtude das altas temperaturas. Imagine isso na Terra!

Muitos pesquisadores acreditam que o aumento da emissão dos gases-estufa, como o CO₂, nas últimas décadas está aumentando o efeito estufa. Isso significa que a atividade humana pode estar causando um aumento na temperatura do planeta. Esse processo é conhecido como Aquecimento Global.

É importante salientar que basicamente todas as atividades humanas geram um aumento na produção de gases-estufa. As indústrias e a grande quantidade de carros nas ruas causam um acelerado aumento na quantidade de gás carbônico na atmosfera. As atividades pecuárias também são grandes vilãs, pois animais ruminantes eliminam uma ampla quantidade de gás metano.

Vale destacar que o aumento da temperatura pode levar a consequências graves, não só para os humanos, mas para todos os seres vivos. Pesquisadores acreditam que entre as principais consequências desse aumento de temperatura estão o derretimento das geleiras, aumento do nível dos mares, aumento de tempestades e furacões, desertificação e, conseqüentemente, extinção de diversas espécies de plantas e animais.

Apesar de alguns cientistas acreditarem que o aumento da temperatura é consequência das atividades humanas, outros acreditam que esse é um fenômeno Natural do planeta.

Por Ma. Vanessa dos Santos

Disponível: <https://www.biologianet.com/ecologia/efeito-estufa.htm>

ANEXO 2

VÍdeo 1

O Efeito Estufa



<https://www.youtube.com/watch?v=m96U0edcRmk&t=70s>