

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA MULTI-INSTRUMENTO
PARA O ENSINO DOS CONCEITOS INICIAIS DE TERMODINÂMICA
NO ENSINO MÉDIO**

VITÓRIA
2019

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA MULTI-INSTRUMENTO
PARA O ENSINO DOS CONCEITOS INICIAIS DE TERMODINÂMICA
NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Gimenes
Alvarenga

Vitória
2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

A473p Alvarenga, Luciana Vianna Gomes, 1971-
Uma proposta de sequência didática multi-instrumento para o ensino dos conceitos iniciais de termodinâmica no ensino médio / Luciana Vianna Gomes Alvarenga. - 2019.
253 f. : il.

Orientador: Rodrigo Dias Pereira.
Coorientador: Flávio Gimenes Alvarenga.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Calor. 2. Temperatura. 3. Processos de Transmissão de Calor. 4. Termodinâmica. 5. Teoria da Aprendizagem Significativa. 6. Ensino em física. I. Pereira, Rodrigo Dias. II. Alvarenga, Flávio Gimenes. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. IV. Título.

CDU: 53



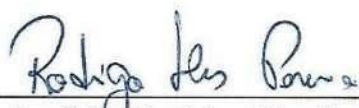
**"UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA MULTI-INSTRUMENTO
PARA O ENSINO DOS CONCEITOS INICIAIS DE TERMODINÂMICA NO
ENSINO MÉDIO"**

Luciana Vianna Gomes Alvarenga

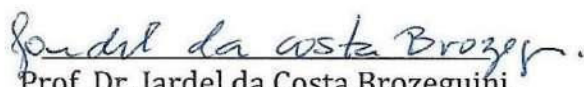
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 16 de agosto de 2019.

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira
(Orientador PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. Jardel da Costa Brozeguini
(Membro Externo/UFES)



Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui. Ao meu pai Carlos pela sua preocupação em mostrar-me o quanto o estudo é valioso. À minha mãe Laura pelo seu amor, cuidado e carinho e que, apenas através de seu olhar e seu inesquecível sorriso, conseguiu dizer-me tantas palavras de incentivo, encorajamento e o quanto se sentia orgulhosa pela minha trajetória no mestrado.

Ao meu esposo, Paul Allan, amigo e companheiro de todas as horas, que com sua serenidade, encorajou-me e incentivou-me a continuar a jornada. Sem você eu não conseguiria!

Aos meus filhos, Danilo e Marina, amores da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização desta pesquisa.

Agradeço especialmente ao meu orientador Rodrigo Dias Pereira, que acreditou no meu trabalho e, com maestria, contribuiu para a concretização desta dissertação.

Ao meu coorientador Flávio Gimenes Alvarenga, pela gentileza e disponibilidade.

Ao amigo Josias Dioni Bravim, grande incentivador do meu ingresso no PPGEnFis, que mesmo quando eu ainda não acreditava, acreditou em mim.

À Escola Estadual Rômulo Castello, em especial à Sandra Maria Vaz Trindade, que possibilitou a realização desta pesquisa e ao professor Márcio Oliveira da Rocha, por compartilhar seus conhecimentos que contribuíram para minha escrita.

Aos meus queridos alunos das turmas da 2ª série do ensino médio do ano de 2018, pelo carinho, alegria e interesse na participação do trabalho.

Aos meus colegas da turma de 2017 que contribuíram de forma positiva na evolução de minhas práticas docentes com parcerias nos estudos e trabalhos. Ao colega André Henrique Muller, agradeço em especial, e deixo meu sincero reconhecimento pelo seu incentivo, sugestões e críticas, que só contribuíram para o enriquecimento desta dissertação..

Aos meus professores do programa, pelos ensinamentos, e por serem responsáveis pelo enriquecimento e evolução das minhas práticas no processo formativo, o meu muito obrigada!

*“Saber não é o bastante, necessitamos aplicar o conhecimento.
Querer não é o bastante, necessitamos realizar”.*

Leonardo da Vinci

RESUMO

Este trabalho é uma pesquisa-ação de caráter qualitativo por meio do qual foi investigada uma proposta de ensino sobre os conceitos de Termodinâmica, especificamente os relacionados aos processos de transmissão de calor. Fundamentou-se na Teoria de Aprendizagem Significativa (AS) de David Ausubel (2003), que afirma que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa. Por toda a pesquisa, priorizou-se abordagens que estabelecessem relações entre os conceitos ensinados e o cotidiano dos alunos. Para o desenvolvimento metodológico, utilizou-se diferentes materiais instrucionais como simulador computacional, textos, experimentos, jogo didático, aquecedor solar de baixo custo e produção de vídeos, cujo objetivo era a ocorrência da aprendizagem significativa de uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual. Desenvolveu-se a pesquisa em quatro etapas que se entrelaçaram e convergiram para a promoção da aprendizagem significativa. Nos pré-testes, primeira etapa da pesquisa, realizou-se a coleta de dados a respeito dos conhecimentos prévios. Na etapa seguinte, aplicou-se os materiais instrucionais. Na sequência implementou-se as atividades motivadoras, cuja ideia era verificar se propostas com essas características poderiam promover contribuições na apropriação de conhecimentos e na interação entre os alunos. Na quarta etapa aplicou-se os pós-testes, para coleta de dados e verificação de aprendizagem, fornecendo também, material para as análises e a conclusão da pesquisa. Para a análise de dados dos pré e pós-testes com questões objetivas, usou-se o método conhecido como Alfa de Cronbach (AC) e fez-se uma verificação da consistência estatística dos resultados. Para as análises dos demais materiais instrucionais, considerou-se uma perspectiva essencialmente qualitativa. Como resultado geral, pode-se afirmar que, o material utilizado, mostrou-se potencialmente significativo, contribuindo para evolução correta desses conceitos, além de possibilitar aos alunos a capacidade de estabelecer relações entre o conteúdo estudado e os fenômenos observados no seu dia a dia, bem como identificar e diferenciar as três formas de transferência de energia.

Palavras-chave: Calor. Temperatura. Processos de Transmissão de Calor. Materiais instrucionais. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This work is a qualitative research-action, through which a teaching proposal about the concepts of Thermodynamics, specifically those related to heat transfer processes, was investigated. It was based on David Ausubel's Theory of Significant Learning (AS), which states that there is only teaching when there is learning and it must be meaningful. Throughout the research, prioritized approaches that established relationships between the concepts taught and the students' daily lives. For the methodological development, different instructional materials were used as computational simulator, texts, experiments, didactic game, low cost solar heater and video production, whose objective was the occurrence of the significant learning of a 2nd grade high school class of a state public school. The research was developed in four stages that became intertwined and converged to promote meaningful learning. In the pre-tests, the first stage of the research, data collection was carried out regarding previous knowledge. In the next step, the instructional materials were applied. In the sequence, the motivating activities were implemented, whose idea was to verify if proposals with these characteristics could promote contributions in the appropriation of knowledge and in the interaction among the students. In the fourth stage the post-tests were applied, for data collection and verification of learning, also providing material for the analysis and the conclusion of the research. For the analysis of pre and post test data with objective questions, the method known as Afla de Cronbach was used and a statistical consistency of the results was verified. For the analysis of other instructional materials, an essentially qualitative perspective was considered. As a general result, it can be affirmed that the material used was potentially significant, contributing to the correct evolution of these concepts, as well as allowing students the ability to establish relationships between the content studied and the phenomena observed in their daily life , as well as identifying and differentiating the three forms of energy transfer.

Keywords: Heat. Temperature. Heat Transmission Processes. Instructional materials. Meaningful Learning.

SIGLAS

AC	Alfa de Cronbach
ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Custo
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
MI	Material Instrucional
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPGEnFis	Programa de Pós Graduação em Ensino de Física
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais problemas e possíveis soluções para o ensino de Física.....	25
Figura 2 - Evolução do número de publicações nas revistas pesquisadas.	31
Figura 3 - Evolução do número de publicações sobre Termodinâmica nas revistas pesquisadas.	32
Figura 4 - Esquema da organização do trabalho.....	46
Figura 5 - Atividade experimental realizada durante o pré-teste.	54
Figura 6 - Tela inicial da simulação.	56
Figura 7 - Experimento "Botando para derreter".	58
Figura 8 - Experimento "Que calor é esse?"	59
Figura 9 - Experimento "Quem sobe, quem desce?" "Diz aí!"	60
Figura 10 - Medida de temperatura em diferentes materiais.	61
Figura 11 - Etapas da montagem do painel solar.....	63
Figura 12 - Jogo didático Passa e Repassa.....	65
Figura 13 - O aquecedor finalizado.	66
Figura 14 - Montagem inicial do experimento realizado no pré-teste I.....	70
Figura 15 - Parte final do experimento realizado no pré-teste I.....	71
Figura 16 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que a temperatura pode ser quente ou fria.	73
Figura 17 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que temperatura e calor são sinônimos.	73
Figura 18 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que calor e frio são propriedades de um corpo.....	74

Figura 19 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos não relacionam diferença de temperatura com trocas de calor.	74
Figura 20 - Concepção alternativa do pré-teste I.	75
Figura 21 - Resposta que mais se aproximou da definição Física de calor.	76
Figura 22 - Concepção alternativa do pré-teste I.	76
Figura 23 - Questão 2 do pré-teste II	77
Figura 24 - Gabarito de três alunos da turma T4, que exemplifica o padrão de respostas diversificado.	79
Figura 25 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T1.	81
Figura 26 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T2.	81
Figura 27 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T3.	82
Figura 28 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T4.	82
Figura 29 - Charge utilizada na questão 1, no pré-teste II – parte discursiva.	84
Figura 30 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	85
Figura 31 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	85
Figura 32 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	85
Figura 33 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	85
Figura 34 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	86
Figura 35 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.	86
Figura 36 - Questão 2 do pré-teste II – parte discursiva.	87

Figura 37 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II	87
Figura 38 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.	88
Figura 39 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.	88
Figura 40 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.	88
Figura 41 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.	88
Figura 42 - Questão 3 do pré-teste II – parte discursiva.	89
Figura 43 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	90
Figura 44 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	90
Figura 45 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	90
Figura 46 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	91
Figura 47 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II	91
Figura 48 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II	91
Figura 49 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II	92
Figura 50 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II	92
Figura 51 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II	92
Figura 52 - Questão 4 do pré-teste II – parte discursiva.	93
Figura 53 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II	93
Figura 54 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II.	94
Figura 55 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II.	94
Figura 56 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	94
Figura 57 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.	95

Figura 58 - Questão 5 do pré-teste II – parte discursiva.	95
Figura 59 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	96
Figura 60 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	96
Figura 61 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	96
Figura 62 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	96
Figura 63 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	97
Figura 64 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	97
Figura 65 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	97
Figura 66 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.	97
Figura 67 - Percentual das respostas dos alunos sobre o resfriamento das latas antes da apresentação do experimento.	101
Figura 68 - Percentual das respostas dos alunos sobre o resfriamento das latas após a apresentação do experimento.	101
Figura 69 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T1.	111
Figura 70 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T2.	111
Figura 71 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T3.	111
Figura 72 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T4.	112
Figura 73 - Questão discursiva 1 do pós-teste.	114
Figura 74 - Resposta da questão discursiva 1 do pós-teste.	115
Figura 75 - Resposta da questão discursiva 1 do pós-teste.	115

Figura 76 - Questão discursiva 2 do pós-teste.....	116
Figura 77 - Resposta da questão discursiva 2 do pós-teste.....	116
Figura 78 - Resposta da questão discursiva 2 do pós-teste.....	117
Figura 79 - Questão discursiva 3 do pós-teste	117
Figura 80 - Resposta da questão discursiva 3 do pós-teste.....	118
Figura 81 - Questão discursiva 4 do pós-teste.....	118
Figura 82 - Resposta da questão discursiva 4 do pós-teste.....	119
Figura 83 - Questão discursiva 5 do pós-teste.....	120
Figura 84 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.....	120
Figura 85 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.....	120
Figura 86 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.....	120
Figura 87 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.....	120
Figura 88 - Questão discursiva 6 do pós-teste.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consistência interna do questionário segundo o valor de Alpha de Cronbach.....	78
Tabela 2 - Valores do AC obtidos por cada turma.....	79
Tabela 3 - Porcentagem de acertos das questões do pré-teste II das turmas T1, T2, T3 e T4.....	80
Tabela 4 - Concepções alternativas da questão discursiva 2 do pré-teste II	87
Tabela 5 - Concepções alternativas da questão discursiva 3 do pré-teste II	90
Tabela 6 - Concepções alternativas da questão discursiva 4 do pré-teste II.	93
Tabela 7 - Concepções alternativas da questão discursiva 5 do pré-teste II.	95
Tabela 8 - Comparação entre os AC dos pré e pós-testes.	109
Tabela 9 - Porcentagem de acertos dos pós-teste das turmas T1, T2, T3 e T4.	110
Tabela 10 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T1.....	169
Tabela 11 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T2.....	170
Tabela 12 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T3.....	171
Tabela 13 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T4.....	172
Tabela 14 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T1.....	173
Tabela 15 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T2.....	174

Tabela 16 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T3.....175

Tabela 17 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T4.....176

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mapeamento dos artigos.....	33
Quadro 2 - Resumo da sequência didática proposta.	68
Quadro 3 - Concepções alternativas sobre temperatura e calor do pré-teste I.	72
Quadro 4 - Relação ente as questões dos pré e pós-testes.	109

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1 A dificuldade de lecionar Física e a importância da conexão da Física da sala de aula com a Física do cotidiano.	23
1.2 Objetivos.....	27
1.2.1 Objetivo Geral	27
1.2.2 Objetivos Específicos	27
1.3 Organização do trabalho.....	27
2. A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO E ALGUNS RESULTADOS REPORTADOS NA LITERATURA SOBRE O TEMA TERMODINÂMICA	28
2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais, Matriz de Conhecimento da SEDU e a Base Nacional Comum Curricular.....	28
2.2 Breve revisão bibliográfica sobre a temática Termodinâmica	30
3. REFERENCIAL TEÓRICO	36
3.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa	36
3.1.1 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica.....	38
3.1.2 Condições para ocorrência da Aprendizagem Significativa	39
3.1.3 Diferenciação progressiva e Reconciliação integradora.....	39
3.1.4 Organizadores Prévios.....	41
3.2 Unidades de Ensino Potencialmente Significativo	41
3.3 Concepções Alternativas de Calor e Temperatura	43
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
4.1 Os sujeitos da pesquisa.....	46
4.2 Tipo de Pesquisa	47
4.3 Etapas do trabalho.....	47
4.3.1 Pré-testes.....	48
4.3.2 Materiais instrucionais (MI)	48

4.3.3 Atividades motivadoras	50
4.3.4 Pós-testes	51
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	52
5.1 Planejamento e sequência das aulas	52
5.1.1 Aula 01: Apresentação da pesquisa e pré-teste i.....	53
5.1.2 Aula 02: Pré-teste II.....	54
5.1.3 Aula 03: O simulador computacional.....	55
5.1.4 Aula 04: Os experimentos	56
Experimento I: “Botando para derreter”	57
Experimento II: “Que calor é esse?”	58
Experimento III: “Quem sobe, quem desce?” “Diz aí!”	59
5.1.5 Aula 05: Texto 1 – “Energia solar, uma solução eletrizante”.....	60
5.1.6 Aula 06: Montagem do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC)	62
5.1.7 Aula 07: Jogo didático passa e repassa	63
5.1.8 Aula 08: Apresentação do aquecedor	65
5.1.9 Aula 09: Aplicação do pós-teste	67
5.4 Cronograma de aplicação da UEPS	67
6. RESULTADOS E ANÁLISE.....	69
6.1 Pré-testes	69
6.1.1 Pré-teste I – Experimento das bacias.....	70
6.1.2 Pré-teste II – Parte objetiva.....	77
6.1.3 Pré-teste II – Parte discursiva	84
6.2 Materiais instrucionais e atividades motivadoras.....	99
6.3 Pós-testes	108
6.3.1 Pós-teste – Questões objetivas.....	108
6.3.2 Pós-teste – Questões discursivas	114
7. CONCLUSÃO.....	123

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	132
APÊNDICE B – PRÉ-TESTE I.....	133
APÊNDICE C – PRÉ-TESTE II	134
APÊNDICE D – SIMULADOR	139
APÊNDICE E – EXPERIMENTOS	141
APÊNDICE F – TEXTO 1.....	144
APÊNDICE G – ATIVIDADE NÃO PRESENCIAL	146
APÊNDICE H – TEXTO 2.....	147
APÊNDICE I – CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR.....	150
APÊNDICE J – JOGO PASSA E REPASSA.....	154
APÊNDICE K – AULA DIALÓGICA.....	158
APÊNDICE L – PÓS-TESTES	161
APÊNDICE M – TABELAS COMPLETAS.....	169
APÊNDICE N – PRODUTO EDUCACIONAL.....	177

1. INTRODUÇÃO

Desde as antigas máquinas a vapor, fundamentais para a revolução industrial ocorrida em meados do século XVIII, os estudos da Termodinâmica possibilitaram um avanço tecnológico que garantiram melhoria na qualidade de vida da sociedade.

O conceito de calor explicado pelo britânico James Prescott Joule (1818-1889) a partir do século XIX por meio de suas experiências, mostraram que calor é uma forma de energia, contrapondo às ideias anteriores que o consideravam como um fluido, com peso desprezível, invisível e presente no interior dos corpos.

Modernamente com o conhecimento de que a matéria é formada por átomos e partículas ainda menores que estão em constante movimento, sendo que o calor está relacionado a agitação dessas partículas, pôde-se compreender fenômenos físicos e desenvolver tecnologias. Entender as leis e os fenômenos físicos é essencial na formação cultural do indivíduo para que ele possa acompanhar o desenvolvimento científico, compreendendo o mundo que o rodeia.

Nesse sentido, optou-se ao desenvolver estes trabalhos, um ensino que priorizasse o cotidiano do aluno, com conexão entre o conceito científico ensinado na sala de aula e sua aplicabilidade na vida real. É notório que o conhecimento físico permeia o dia a dia do ser humano.

A garrafa térmica, a panela de pressão, o refrigerador, o ar condicionado, motores mais eficientes, as aplicações dos raios infravermelho, o aquecedor solar são exemplos de contribuições desenvolvidas através de conhecimentos físicos que fazem parte do cotidiano e que podem ser trabalhados na sala de aula para o ensino dos conceitos de temperatura e calor, tópicos abordados nesta pesquisa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) indicam a importância e a necessidade de um ensino da Termodinâmica voltado para uma abordagem conectada com as experiências vivenciadas no dia a dia do aluno e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destaca a importância de um ensino cuja abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Diante dessa perspectiva, nesta pesquisa, adotou-se uma

metodologia que prioriza um ensino conceitual sobre os processos de transmissão de calor que contribua para a aprendizagem significativa por meio de apresentação de situações concretas.

Considerando a premissa de que alunos aprendem de formas diferentes, elaborou-se uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), de acordo com as orientações de Moreira (2011), utilizando diferentes materiais instrucionais, com estratégias diversificadas para criar condições para que a aprendizagem significativa fosse acessível a todos os alunos.

Segundo Moreira é necessário que se ensine “utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa”. Nesse contexto, utilizar exemplos em sala que tenham conexões com o cotidiano dos estudantes, são estratégias que podem despertar a curiosidade e o interesse dos alunos.

Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho para o ensino e a aprendizagem dos conceitos da Termodinâmica, especificamente os relacionados aos processos de transmissão de calor, fundamentou-se na Teoria de Aprendizagem Significativa (AS) de David Ausubel, que afirma que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa.

1.1 A DIFICULDADE DE LECIONAR FÍSICA E A IMPORTÂNCIA DA CONEXÃO DA FÍSICA DA SALA DE AULA COM A FÍSICA DO COTIDIANO

A experiência em sala de aula demonstra que a Física é muitas vezes vista como uma disciplina difícil e sem aplicabilidade. Como fazer o aluno entender a importância da disciplina? Por que a maioria dos alunos diz não gostar de Física? De onde vêm essas concepções? O que se constata é que os alunos têm dificuldade em relacionar o que aprendem em sala de aula com o que ocorre em seu dia a dia.

Neste sentido é importante que o professor considere essas perguntas e tente modificar esse quadro de preconceitos. Desmistificar esse senso comum não é tarefa fácil para o professor.

Segundo BONADIMAN E NONENMACHER (2007), as causas que costumam ser apontadas para explicar as dificuldades na aprendizagem da Física são múltiplas e as mais variadas.

Eles destacam a ênfase excessiva na Física clássica e o quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na matemática para resolução de problemas em detrimento de uma Física mais conceitual. Outro fator a considerarmos é o distanciamento entre os conceitos físicos como ensinados tradicionalmente e o cotidiano dos alunos.

Apontam também a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno e a própria visão da ciência e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado.

Esses problemas destacados por Bonadiman e Nonenmacher (2007), também são apontados nos PCN's como dificuldades para fazer com que o aluno desperte interesse pela disciplina.

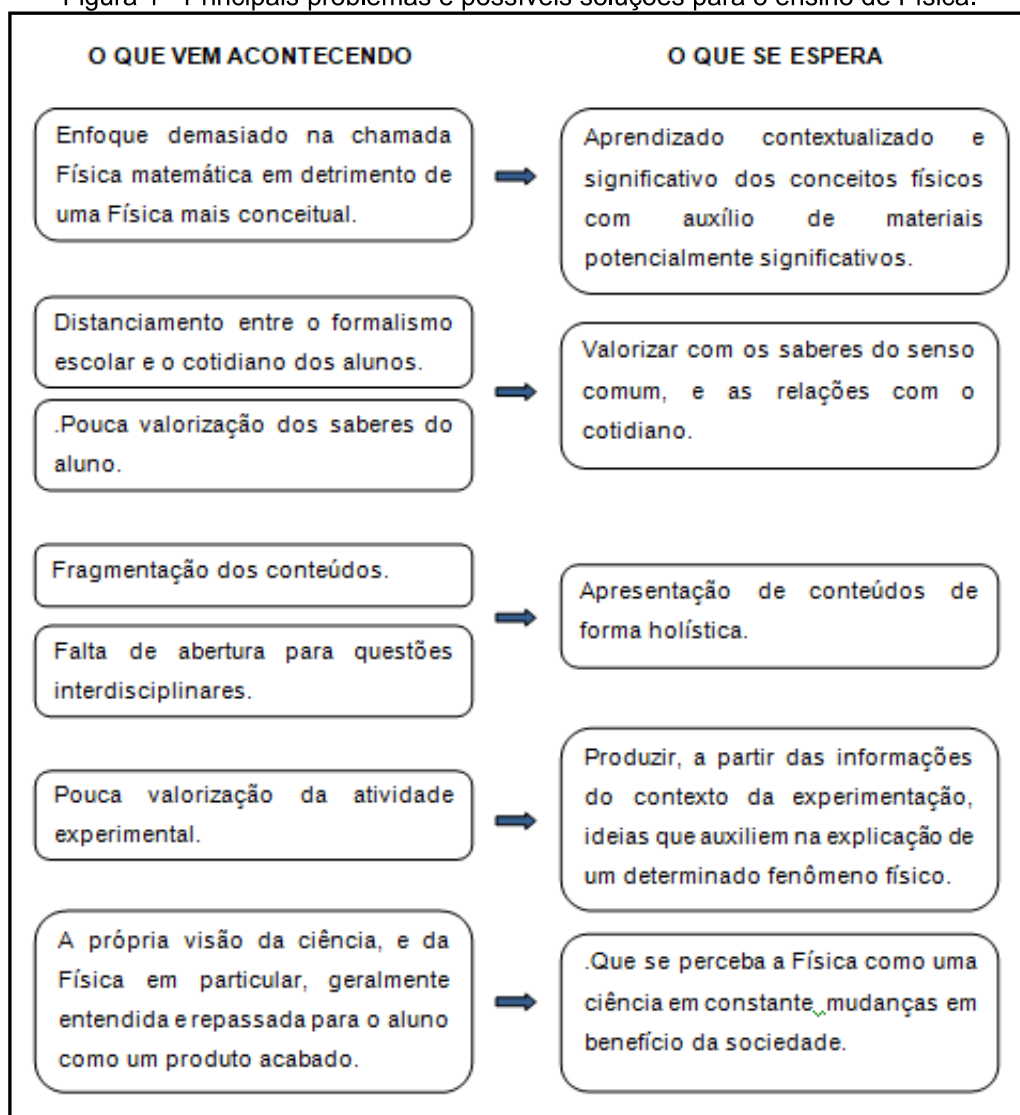
O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (BRASIL, 2000, p. 22).

Desta maneira é que, por vezes, a ideia do desinteresse perpetua e se propaga ao longo dos anos, sempre que o aluno se depara com esse ensino diretivo. Todos esses elementos geram vazios de significados que acabam por priorizar a aprendizagem mecânica em detrimento de um desenvolvimento gradual de compreensão dos conhecimentos e não contribuem para que o aluno se aproprie de conhecimentos básicos que acabam por levar a um resultado de baixo interesse e rendimento escolar. Diante desses problemas que dificultam o processo de ensino e aprendizagem, a pergunta é o que fazer para modificar esse quadro.

Segundo os PCN's (2002), é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabe-se que não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso, mas diante dessa realidade, em um primeiro momento, cabe ao professor, escolher a melhor proposta pedagógica que priorize os conhecimentos prévios dos alunos e desenvolva atividades que problematizem os conceitos científicos relacionando-os com situações que sejam familiares.

Na Figura 1, apresenta-se um resumo dos principais problemas apontados na literatura a respeito do ensino de Física, e as possíveis soluções para minimizar essa realidade.

Figura 1 - Principais problemas e possíveis soluções para o ensino de Física.



Fonte: Produzida pela autora.

Abordar os conceitos da Física de forma clara e objetiva, aplicando as considerações apresentadas no Quadro 1 sobre o que se espera do ensino, podem diminuir esse afastamento entre o aprendiz e o que se quer ensinar.

Um dos aspectos fundamentais no ensino da Física, que é de cunho teórico-metodológico, capaz de motivar o aluno para o estudo e, deste modo, propiciar a ele condições favoráveis para o gostar e para o aprender, está relacionado com a percepção que o estudante tem da importância, para a sua formação e para a sua vida, dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula. (BONADIMAN; NONENMACHER. 2007, p.198),

Dessa forma, apresentou-se os conceitos da Física térmica e seus processos de transmissão de calor, com aproximação do cotidiano, destacando algumas abordagens como o congelador nos refrigeradores, o porquê de não colocar roupas atrás pra secar e nem toalhas em suas prateleiras, citamos os utensílios de cozinha, categorizando os materiais como isolantes ou condutores térmicos, explicamos sobre a localização ideal do ar condicionado e porque não é aconselhável usar roupas escuras no verão, esclarecemos sobre a Física na garrafa térmica, sobre o guarda sol de carros, a estufa de plantas e o efeito estufa na Terra, as brisas marítimas e terrestres, inversão térmica, o uso do espeto na carne para fazer o churrasco, o aquecedor solar e outros exemplos típicos do dia a dia do aluno.

O aprender Física está associado ao gostar, que por sua vez tem muito a ver com a forma de como é ensinada e particularmente, com as ênfases veiculadas no fazer pedagógico do professor.

Uma modalidade de uso da experimentação que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes relaciona-se a ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.186).

O desenvolvimento deste trabalho priorizou um ensino que amenizassem as dificuldades dos alunos em aprender Física, por meio de uma mediação que valorizasse os saberes dos alunos, fazendo uma conexão entre o que se aprende em sala de aula e o que se presencia no dia a dia. Para isto, aplicou-se diferentes estratégias de ensino, abordando os conceitos físicos de forma contextualizada e holística, na perspectiva de que a aprendizagem fosse acessível aos estudantes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar os impactos de uma proposta de ensino relacionado aos processos de transmissão de calor fundamentada nas premissas da aprendizagem significativa.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Esquematizar uma UEPS segundo os princípios propostos por Moreira;
2. Avaliar a proposta de ensino e o material instrucional utilizado durante a intervenção para a abordagem da Física;
3. Verificar a ocorrência de aprendizagem significativa durante e após a aplicação da UEPS.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Apresenta-se no **Capítulo 2** estado da arte sobre o tema de Termodinâmica entre os anos de 2007 e 2017, pesquisado nas principais revistas de Ensino e Pesquisa. Após o mapeamento, fez-se um levantamento quantitativo para avaliar a pertinência da discussão dos conceitos relacionados ao tema escolhido.

No **Capítulo 3**, apresenta-se uma síntese do referencial teórico que deu suporte e balizou nossa pesquisa norteada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003) e as contribuições de Moreira (2011) para a elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Faz também uma breve explanação sobre as concepções alternativas de calor e temperatura.

Em seguida no **Capítulo 4**, descrevem-se os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa e apresenta os recursos metodológicos aplicados na investigação e os instrumentos de coleta de dados utilizados.

No **Capítulo 5**, apresentam-se os dados coletados dos testes diagnósticos e as análises de seus resultados em uma perspectiva essencialmente qualitativa.

No **Capítulo 6**, apontam-se as considerações finais buscando evidenciar se os objetivos deste trabalho foram atingidos.

2. A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO E ALGUNS RESULTADOS REPORTADOS NA LITERATURA SOBRE O TEMA TERMODINÂMICA

2.1 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, MATRIZ DE CONHECIMENTO DA SEDU E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), os objetivos do Ensino Médio em cada área de conhecimento devem envolver o desenvolvimento de conhecimentos práticos e contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos (BRASIL, 2000, p. 6).

A Física, categorizada como Ciências da Natureza, deve proporcionar uma aprendizagem que possa contribuir para a formação de uma cultura científica que permita ao aluno interpretar fenômenos, fatos e processos naturais que sejam úteis à sua vida e ao trabalho em sociedade, para isso é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade.

Recomendam ainda que a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2002, p. 59).

Em relação à temática Termodinâmica, os PCN's apontam a importância e a necessidade do ensino. Além disso, quando se observam os PCN's nota-se que tal temática, é trabalhada essencialmente na disciplina de Física. Em todos os processos que ocorrem na natureza, o calor está direto ou indiretamente presente.

O seu estudo pode desenvolver competências para identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em residências ou outros locais, através da escolha adequada de materiais, tipo de iluminação e ventilação, pode, também, promover competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo

elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações. (BRASIL, 2002 p. 73).

Sendo que toda relação didática está definida dentro da escola, a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para poder se relacionar com o mundo. Num tempo posterior, a escola e o professor saem de cena, e espera-se que o aluno continue a manter uma relação independente com os saberes escolares construídos. (BRASIL, 2006, p. 48).

Diferentemente do que se aplica em sala de aula, em relação ao ensino tradicional com excessiva matematização e desconexão da vida do aluno, buscamos dar uma abordagem para Termodinâmica, a partir das orientações dos PCN'S, contextualizando e apresentando relações com o cotidiano, aplicando a esses conceitos, fenômenos que envolvem o calor, trocas de calor e de transformação da energia térmica em mecânica, que abram espaço para uma construção ampliada do conceito de energia aplicável a qualquer tempo após seu período escolar.

A Base Curricular da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo propõe para o ensino médio, a formação de um indivíduo com conhecimentos científicos suficientes para que possa participar, intervir e modificar o mundo ao seu redor, a sua cidade e sua comunidade, a sua família e por fim, a sua vida e a dos que o rodeiam e segundo seus objetivos de forma geral para o ensino de Física, destaca a importância de se reconhecer a disciplina de forma holística, despertando curiosidades, possibilitando ao aluno o reconhecimento entre as inter-relações com os vários campos da Física e dessa com outras áreas de conhecimento.

A metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem de conceitos físicos tem por objetivo organizar as diferentes etapas de atividades de aprendizagem, a partir do conhecimento do contexto histórico e dos saberes trazidos pelos alunos. (ESPÍRITO SANTO, 2009 pg. 81).

Neste contexto, aplicou-se para este trabalho abordagens com estratégias diversificadas com instrumentos que fossem relevantes para o ensino dos processos de transmissão de calor.

Ainda em processo de formação e elaboração até a presente data, é importante considerar o documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que traz uma nova ação para as políticas educacionais. Segundo o próprio texto da BNCC, ela seria “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver

ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017, p. 7). O documento destaca que, aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC, define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2017, P. 547).

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. (BRASIL, 2017, P. 551).

Articulou-se o trabalho desta pesquisa de forma que o protagonismo dos estudantes, o envolvimento no processo de aprendizagem, nos desafios propostos e o estímulo da curiosidade, estivessem inseridos durante todo o processo e atendessem ao que é proposto neste documento.

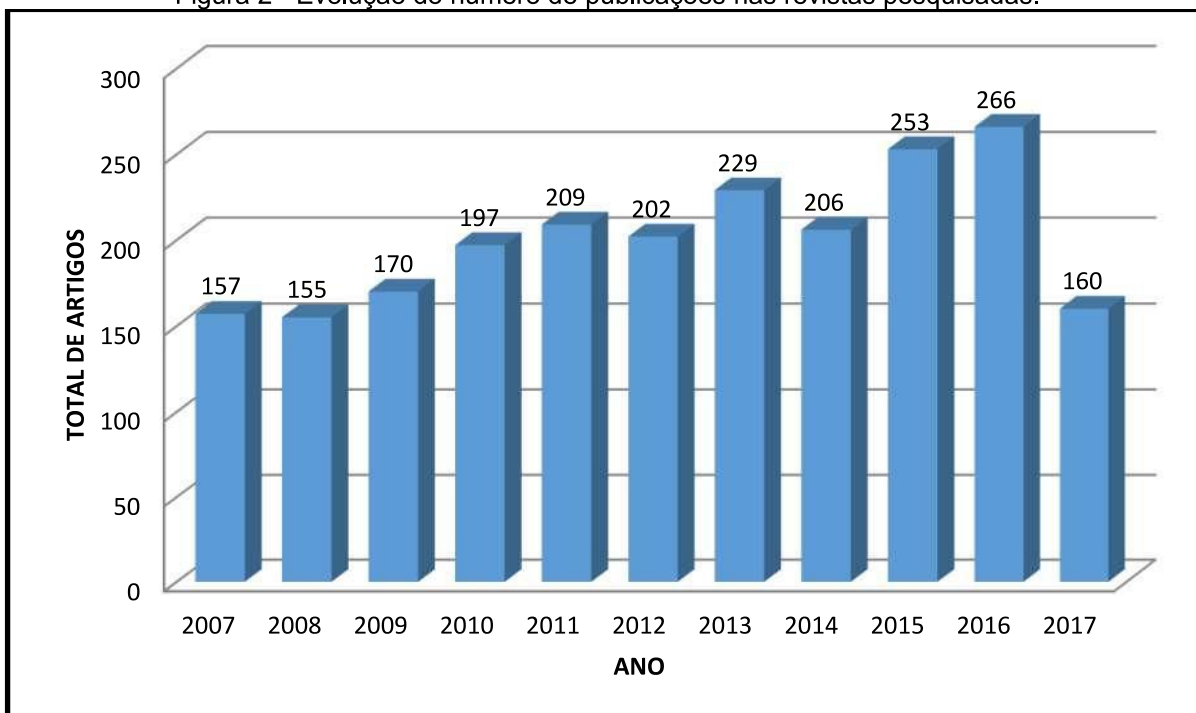
2.2 BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A TEMÁTICA TERMODINÂMICA

Embora os conceitos básicos de Termodinâmica sejam tradicionalmente abordados nas salas de aula do ensino médio, verificou-se após uma revisão bibliográfica, que a quantidade de artigos científicos que tratam de Termodinâmica para o ensino médio é muito pequena, principalmente quando comparados com o total de artigos científicos publicados sobre ensino de Física.

Esse levantamento foi feito a partir de leitura preliminar de artigos pesquisados nas seguintes revistas: Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT), Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Experiências em Ensino de Ciências (REEC), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista A Física na Escola (RFE), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), publicados entre os anos de 2007 a 2017 utilizando a palavra-chave “Termodinâmica”.

No período analisado foram contabilizados 2204 (dois mil duzentos e quatro) artigos. Na Figura 2, apresenta-se a distribuição do número de artigos publicados por ano, no período e revistas pesquisadas.

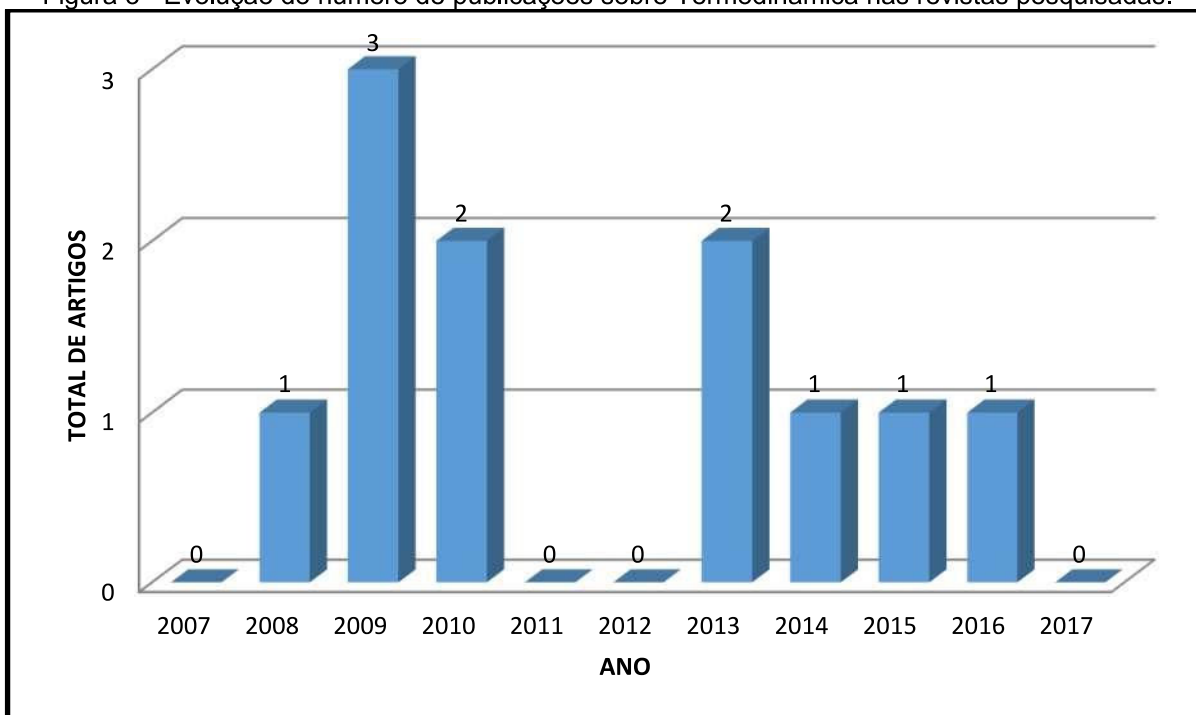
Figura 2 - Evolução do número de publicações nas revistas pesquisadas.



Fonte: Produzida pela autora.

Através da análise da Figura 2 observa-se que o número de artigos publicados cresceu até o ano de 2016, e apresentou uma queda no ano de 2017. Contabilizou-se que deste total, apenas 11 (onze) artigos abordam algum aspecto relacionado à Termodinâmica. Além disso, dos 11 (onze) artigos, 6 (seis) deles consideram e discutem os conceitos de calor e temperatura, destes somente 2 (dois) artigos discutem temas que se aproximam do tema deste trabalho. A distribuição do número de artigos publicados no período pesquisado é apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Evolução do número de publicações sobre Termodinâmica nas revistas pesquisadas.



Fonte: Produzida pela autora.

Os números apresentados na Figura 3 representam aproximadamente apenas 0,50 % do total de artigos publicados, além disso, não é observado qualquer tendência de crescimento de publicações na temática pesquisada. Os títulos, autores e ano de publicação destes 11 (onze) artigos estão sumarizados no Quadro 1.

Dos trabalhos relacionados, os que mais se aproximaram do nosso objetivo foram os trabalhos dos autores Quadros, Marranghello e Dorneles (2010) e Moro, Neide, Rehfeldt (2016).

Quadro 1 - Mapeamento dos artigos.

REVISTAS	ARTIGOS	AUTORES	ANO
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Atividades experimentais e simulações computacionais integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.	F. T. Moro; I. G. Neide; M. J. H. Rehfeldt	2016
	Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.	A. P. B. Silva; T. C. M. Forato; J. L. A. M. C. Gomes	2013
	Proposta de atividade para abordagem conceito de entropia.	M. A. A. Monteiro; J. S. E. Germano; I. C. C. Monteiro; A. Gaspar.	2009
	Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula.	O. H. M. Silva; C. E. Laburu; R. Nardi.	2008
Revista Física na Escola	Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento.	A. Medeiros	2009
Revista Brasileira de Ensino de Física	Ensinando a natureza estatística da segunda lei da Termodinâmica no ensino médio.	P. V. S. Souza; P. M. C. Dias; F. M. P. Santos	2013
	Um experimento para o ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de Física.	E. Ludke; A. G. R. Ardones; C. A. Gomes; R. B. Ardones	2013
	Os experimentos de Joule e a primeira lei da Termodinâmica.	J. C. Passos	2009
Revista Experiências em Ensino de Ciências	Calor, temperatura, porções e magias: O uso do RPG como ferramenta avaliativa em aulas de Física no ensino médio.	M. A. S. Souza; B. V. C. Silva	2014
	O aquecedor solar na sala de aula.	L. A. Q. Dworakwski; G. F. Marranghello; P.F. T. Dorneles	2010
	Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em Física Térmica.	N. L. R. Marques; I. S. Araújo	2010
Revista Investigações em Ensino de Ciências	****	****	****
Revista Brasileira em Ensino de Ciência e Tecnologia	****	****	****

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Quadros, Marranghello e Dorneles (2010) trataram do uso de um aquecedor solar de baixo custo na sala de aula como um laboratório para o ensino de Física, com objetivo de criar alternativas didáticas para a contextualização de temas como energia e meio ambiente, além de estudos socioculturais, propiciando um ambiente para a prática interdisciplinar. Nesse trabalho há um enfoque qualitativo e quantitativo. Sob foco qualitativo foram utilizados seminários, palestras e oficinas; sob foco quantitativo, foram utilizados pré-testes e pós-testes.

Esse trabalho foi desenvolvido para uma turma de 8º ano do ensino fundamental e as três séries do ensino médio. A aproximação desse trabalho como o nosso projeto, acontece pelo fato de se entender que a construção de um Aquecedor Solar é um instrumento de grande potencial no ensino de conceitos físicos como calor, temperatura, pressão atmosférica, densidade, dilatação térmica, espectro eletromagnético, efeito estufa, consumo de energia, quantidades de calor trocadas entre meios, conversão de unidades de medidas e processos de transmissão de calor que é um dos focos da nossa pesquisa.

Os resultados encontrados pelos autores através da avaliação do pós-teste, demonstram que houve uma ampliação de conhecimento dos alunos a partir da construção do Aquecedor Solar e da mediação realizada na sala de aula pelo professor.

O artigo dos autores Moro, Neide, Rehfeldt (2016), trata de uma pesquisa qualitativa que visa investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa sobre transferência de calor a partir dos conhecimentos prévios dos alunos sobre calor e temperatura, baseando-se nos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na qual nosso projeto também se apoia.

Para análise dos resultados de forma qualitativa, os autores fazem uso de diário de bordo, juntamente com a construção de Mapas Conceituais por considerarem instrumentos que auxiliam e que averiguam se a proposta metodológica aplicada foi potencialmente significativa para os estudantes. Os dados coletados indicam segundo os autores, que a utilização de atividades experimentais e simulações computacionais contribuem para um aumento conceitual sobre o tema.

Sobre os demais trabalhos destacam-se os que tratam do conceito de calor e temperatura: Silva, Naburu e Nardi (2008); Silva, Forato e Gomes (2013); Medeiros (2009); Souza, Silva (2014). Silva, Naburu e Nardi (2008) trazem um trabalho sobre reflexões dos conceitos de calor, temperatura e transferência de calor, com questionamentos sobre concepções alternativas de alunos de ensino médio, para levantar as questões das dificuldades conceituais existentes, trazem também uma breve discussão sobre a evolução do conceito de calor que permite esclarecer um pouco as razões dos entendimentos confusos a seu respeito.

O texto de Silva, Forato e Gomes (2013) é uma narrativa histórica voltada para professores e constitui parte de uma pesquisa que desenvolveu uma metodologia para inserção da história da Termodinâmica na escola básica. Faz uma análise do termo calor em diferentes interpretações e as mudanças de conceitos ao longo dos contextos históricos.

Em Medeiros (2009) tem-se um texto que visa estabelecer bases para a compreensão da equivalência entre calor e energia dando origem a Termodinâmica.

Já Souza e Silva (2014) publicaram um artigo que usa um jogo RPG como uma proposta de se ensinar conteúdos básicos de Termodinâmica para uma turma de 2ª série do ensino médio de uma escola pública estadual, tais como transferência de calor, temperatura, escalas termométricas, equilíbrio térmico, capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor. Essa proposta também se aproxima da nossa pesquisa pelo fato de usar um instrumento que no caso do artigo ser um jogo de RPG e no nosso ser um jogo didático nomeado de passa e repassa com a finalidade de ensinar esses conteúdos que envolvem Termodinâmica.

Quanto aos demais trabalhos encontrados na busca pela palavra-chave “Termodinâmica”, Monteiro, Germano e Gaspar (2009); Souza, Dias e Santos (2013); Passos (2009) são trabalhos que tratam da Primeira e da Segunda Lei da Termodinâmica que não são focos do nosso trabalho.

O trabalho de Ludke, Adornes e Gomes (2013) apresentam um tema relacionado com o assunto em questão, mas não será considerado no nosso estudo por fazer uma abordagem voltada para o Ensino Superior.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, descreve-se alguns aspectos gerais da teoria e das estratégias utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, ressalta-se que o trabalho foi desenvolvido com a utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003) e pela sequência didática sugerida por Moreira (2011), conhecida como Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Além disso, apresenta-se também alguns exemplos de concepções alternativas sobre os conceitos de calor e temperatura e como essas concepções interferem na aprendizagem.

3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria de David Ausubel (2003) cujo conceito central é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), surgiu na década de 60, sendo divulgada e difundida através do livro *“The Psychology of Meaningful Verbal Learning”*.

Em sua teoria Ausubel, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, apresentando a ideia de que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental do aprendiz e com isso, tornando possível a capacidade do indivíduo relacionar e acessar novos conteúdos.

De acordo com, Moreira (2016) é nessa relação entre organização e integração das informações na estrutura cognitiva do indivíduo que ocasionam a organização das ideias.

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos (MOREIRA, 2016, p.14).

Ausubel, propõe quatro princípios que devem ser levados em consideração para que o professor planeje, desenvolva e elabore estratégias em suas atividades com o propósito de alcançar a Aprendizagem Significativa, a saber: Diferenciação Progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização sequencial e Consolidação. Estes princípios serão discutidos posteriormente.

Para Ausubel, o fator relevante é aquilo que o aprendiz já sabe e segundo Moreira (2011) a interação entre o que o aprendiz já sabe e os novos conhecimentos, caracteriza a aprendizagem significativa, observando sempre que essa interação deve ser não literal e não arbitrária. Não literal, porque não é considerada de maneira estritamente denotativa e não arbitrária, significando que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com conhecimentos relevantes já consolidados.

Na Aprendizagem Significativa, essa nova informação adquire significado para o sujeito através de um tipo de “ancoragem” em conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A esse conhecimento específico existente na estrutura de conhecimento do indivíduo que permite dar significado a um novo conhecimento, Ausubel nomeou de subsunçor.

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. (MOREIRA, 2011, p. 14).

A presença desses subsunçores promovem a viabilização da aprendizagem significativa e à medida que novos conhecimentos vão surgindo, a facilidade de assimilação é aumentada. Segundo Ausubel, o subsunçor ou ideia-âncora é a variável isolada mais importante para a Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos e pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental ou uma imagem.

Por exemplo, no estudo sobre funcionamento de um Aquecedor Solar, espera-se que na estrutura cognitiva do aluno existam subsunçores que podem ser utilizados como ancoras para compreensão de conceitos relativos a energia térmica. Inicialmente, deseja-se que o aluno, através de suas percepções prévias, seja capaz de: descrever relações entre energia e aquecimento da água; diferenciar condutores e isolantes térmicos e conceituar calor e temperatura, mesmo que não seja de forma científica. Após a verificação da existência ou não de tais subsunçores, desenvolver-se-á as etapas seguintes do trabalho.

3.1.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E APRENDIZAGEM MECÂNICA

Ausubel (2003) considera dois os tipos de aprendizagem: a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Mecânica.

A Aprendizagem Significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que no caso são os subsunçores existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso os conhecimentos prévios (conhecimentos que os alunos já possuem) têm um papel fundamental, pois é a partir deles que é estabelecida uma ponte que relaciona o que se conhece com o novo conhecimento.

A aprendizagem baseada na memorização, sendo a aprendizagem mais frequente nos espaços educacionais, é denominada por Ausubel como Aprendizagem Mecânica. Ele a define como uma aprendizagem de forma arbitrária e literal. Arbitrária porque o indivíduo aprende, mas a informação não lhe traz nenhum significado, de forma literal quando ele apenas reproduz exatamente como lhe foi ensinado, não sendo capaz de expressar seu conhecimento à sua maneira. Entretanto, a aprendizagem Mecânica não deve ser descartada no processo de aprendizagem, pois mesmo adquirindo informações que não interagem com outras já conhecidas, essa aprendizagem forma elementos na estrutura cognitiva que acabam servindo de âncora para assimilação de novos conceitos, podendo assim ser válida, atingindo o objetivo maior que é o da Aprendizagem Significativa.

Segundo Moreira (2011), essa transição da passagem da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa não é natural, é necessária uma articulação do professor a partir de estratégias facilitadoras para que isso aconteça, caso contrário, os conceitos não serão internalizados na estrutura cognitiva do aluno.

3.1.2 CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo Ausubel (2003), são duas as condições essenciais que influenciam no processo de aprendizagem. A primeira condição pressupõe o material de aprendizagem deve se relacionar de forma não arbitrária e não literal com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz.

A segunda condição estabelece que a estrutura cognitiva do aprendiz contenha conhecimento prévio (subsunçores) que seja relevante para que possa se relacionar com o novo material. Moreira (2016) acrescenta para a primeira condição, que o material só pode ser potencialmente significativo, não só significativo. A respeito da segunda condição estabelecida por Ausubel, Moreira acrescenta que o aprendiz deve apresentar uma predisposição em aprender, que implica querer relacionar os novos conhecimentos de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios.

3.1.3 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

Para a ocorrência da Aprendizagem Significativa, Ausubel (2003), propõe dois processos que direcionam a maneira e a sequência dos conceitos a serem trabalhados em aula: a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa. De acordo com Moreira (2016), diferenciar progressivamente consiste em introduzir determinado conteúdo, partindo das ideias mais gerais e inclusivas e progressivamente diferenciá-los com detalhes mais específicos. Para que isso ocorra, deve ser considerada a forma de como o conhecimento é apresentado e organizado na estrutura cognitiva do aprendiz.

A reconciliação integradora é outro processo que participa do processo de aprendizagem significativa que tem como função fazer uma interligação entre os diferentes conteúdos apresentados, relacionando e apontando as semelhanças e diferenças das proposições e conceitos.

Em contrapartida aos princípios estabelecidos por Ausubel, temos os livros didáticos que apresentam os conteúdos fragmentados, cujos programas de ensino normalmente são oferecidos de forma sequencial. O que se observa é que existe

uma tentativa de interligação entre os conteúdos que estão naturalmente conectados, entretanto o que existe não representa as proposições da diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Devem-se evitar oferecer aos alunos conteúdos específicos fragmentados ou, em muitos casos, técnicas de resolução de exercícios, já que o retorno será isso mesmo: conteúdos reprodutivos, na melhor das hipóteses, de pouca utilidade fora dos bancos escolares. (BRASIL, Ministério da Educação Básica, 2006, p.47).

O fato do ensino aplicado nas salas de aula privilegiar a memorização de forma isolada, implica no adiamento de uma compreensão mais profunda para outros níveis de ensino. Promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida do aprendiz facilita uma Aprendizagem Significativa e para que essa aprendizagem aconteça, a atuação do professor é imprescindível através de uma estruturação sequencial que permita facilitar a organização dos subsunçores do aluno hierarquicamente.

Respeitando a sequência desse processo, o sucesso para uma efetiva aprendizagem pode ser verificado, visto que cada incremento novo de conhecimentos serve como uma função para aprendizagens subsequentes. “Isto pressupõe, como é óbvio, que se consolide sempre, minuciosamente, o passo antecedente” (AUSUBEL, 2003, p.171).

Além dos princípios diferenciação progressiva e reconciliação integradora que direcionam para uma organização eficiente de conteúdos, Ausubel (2003) propõe mais dois princípios facilitadores para uma aprendizagem significativa: a organização sequencial e a consolidação.

Consolidar conhecimento busca garantir que a aprendizagem esteja bem resolvida na estrutura cognitiva do indivíduo, para que o próximo conceito seja aceito de forma espontânea e evolutiva. Para Moreira (MOREIRA, 2011), a consolidação, é uma consequência imediata da teoria: se o conhecimento prévio é a variável que mais influência na aquisição significativa de novos conhecimentos, é por ela que devemos buscar para iniciar os conteúdos.

3.1.4 ORGANIZADORES PRÉVIOS

Caso não possua subsunçores que sirvam de ponte para facilitar a aprendizagem de novos conhecimentos, Ausubel (2003) propõe a utilização de Organizadores Prévios. Moreira (2016) define como função do Organizador Prévio, preencher a lacuna do que o aluno já sabe e o que ele precisa saber, a fim de que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa.

O uso de Organizadores Prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. (MOREIRA, 2016, p.21)

Segundo Moreira (2011), o organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem e deve ser apresentado antes de se iniciar o conteúdo, esse organizador pode se apresentar com uma pergunta, um experimento, uma situação-problema, um texto, um filme ou uma simulação, depende do que o professor tem disponível.

Caso o material seja totalmente novo, ou seja, não familiar para o aluno, deve-se usar como estratégia subsunçores relevantes que promovam ou se aproximem e se relacionem de forma ordenada com o novo material a ser introduzido.

3.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), é uma sequência de ensino voltada para a aplicação em sala de aula, que tem como prioridade a Aprendizagem Significativa. São sequencias de estratégias que auxiliam o aluno a assimilar e organizar novos conceitos. Com base nesses princípios, Moreira (2011) recomenda que sejam seguidos passos para a construção de uma UEPS:

- (1) definir e identificar o tópico a ser apresentado, identificando os aspectos mais declarativos e procedimentais;
- (2) coletar dados através de instrumentos que identifiquem os conhecimentos prévios dos alunos;

(3) propor situações-problema levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos a fim de prepará-los na inserção de conteúdo específicos, podendo essas situações-problema funcionarem como organizadores prévios que pode ser: experimentos, simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

(4) uma vez trabalhada as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando dos aspectos mais gerais para os mais específicos;

(5) retomar os aspectos mais gerais diversificando com outros instrumentos de ensino com um maior grau de complexidade, destacando semelhanças e diferenças às novas situações apresentadas, a fim de promover a reconciliação integradora, após essa apresentação, propor outra atividade que propicie uma interação social entre os alunos para que eles negociem significados tendo o professor como mediador;

(6) dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, buscando a reconciliação integrativa, isso deve acontecer através de um outro instrumento de ensino que pode ser uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio visual etc.

Após esse recurso, deve ser sugerida novas situações-problema que devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

(7) A avaliação da aprendizagem deve ser frequente e progressiva na busca de evidências da Aprendizagem Significativa. A avaliação deve ser recursiva e formativa, dando oportunidade ao aluno de reconhecer seus erros e corrigi-los. Nessa etapa, o papel de mediador do professor novamente é o de mediar o processo e promover a negociação de significados;

(8) O êxito de uma UEPS, só poderá ser certificado se a avaliação dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Moreira (2011) acrescenta mais três aspectos transversais a serem considerados:

(1) em todos os passos os materiais e estratégias de ensino devem ser diversificados, estimulando o aluno a encontrar soluções para as questões apresentadas;

(2) sugerir aos alunos que proponham situações-problema ao assunto em questão;

(3) além de promover atividades em grupos, a UEPS pode também prever momentos de atividades individuais.

Para a construção do nosso trabalho, levamos em conta principalmente as estratégias de ensino que foram utilizadas a fim de encontrarmos a melhor maneira que fosse acessível para os alunos em uma perspectiva de uma aprendizagem significativa. Nesse aspecto é imprescindível considerar as contribuições e questionamentos dos alunos.

3.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE CALOR E TEMPERATURA

Através das experiências adquiridas na interação com o seu meio, um indivíduo constrói uma visão de mundo com representações a respeito dos eventos que ocorrem ao seu redor (KÖHNLEIN, 2002 p.13).

Segundo Mortimer e Amaral (1998 p.31), “é inviável querer extinguir as concepções espontâneas dos alunos sobre calor e temperatura, enraizadas que estão na linguagem cotidiana, dada a existência de um grande número de situações a que essas concepções são aplicadas com sucesso”.

Apesar de serem incoerentes do ponto de vista científico, fazem sentido para o aluno, porque costumam ter bastante poder de predição em relação aos fenômenos cotidianos. Apesar de o aluno ter contato com a instrução científica, ainda assim esses conhecimentos prévios são resistentes à mudança. Em lugar de tentar suprimir essas concepções, o ideal seria oferecer aos alunos condições para tomar consciência de sua existência e saber diferenciá-las dos conceitos científicos.

No entanto, em alguns casos o conhecimento prévio pode ser bloqueador, impeditivo da aprendizagem significativa [...] o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem, mas nem sempre essa influência é construtiva. [...] Calor é outro exemplo: no cotidiano é uma espécie de fluido invisível, na Física é energia em trânsito. (MOREIRA, 2011, p.90-91)

Um exemplo de como isso acontece, pode ser descrito na maneira como lidamos com “calor” na vida cotidiana. No dia a dia é comum as pessoas assimilarem a frase “faz muito calor” com o aumento da temperatura, esses entendimentos fazem com que os conceitos de calor e temperatura sejam muitas vezes considerados idênticos e tentar superar esses conhecimentos é algo que dificilmente ocorrerá.

Silva (1997), faz uma síntese das concepções espontâneas que alunos de Ensino Médio apresentam antes do ensino:

A respeito de calor:

(i) é entendido como uma substância; (ii) é uma espécie de fluido; (iii) está associado às temperaturas altas; (iv) está relacionado somente a corpos quentes; (v) tem o mesmo significado que temperatura; (vi) é um processo interno do atrito entre as partículas.

A respeito de temperatura:

(i) é a medida do calor de um corpo; (ii) é uma propriedade dos corpos e sinônimo de energia.

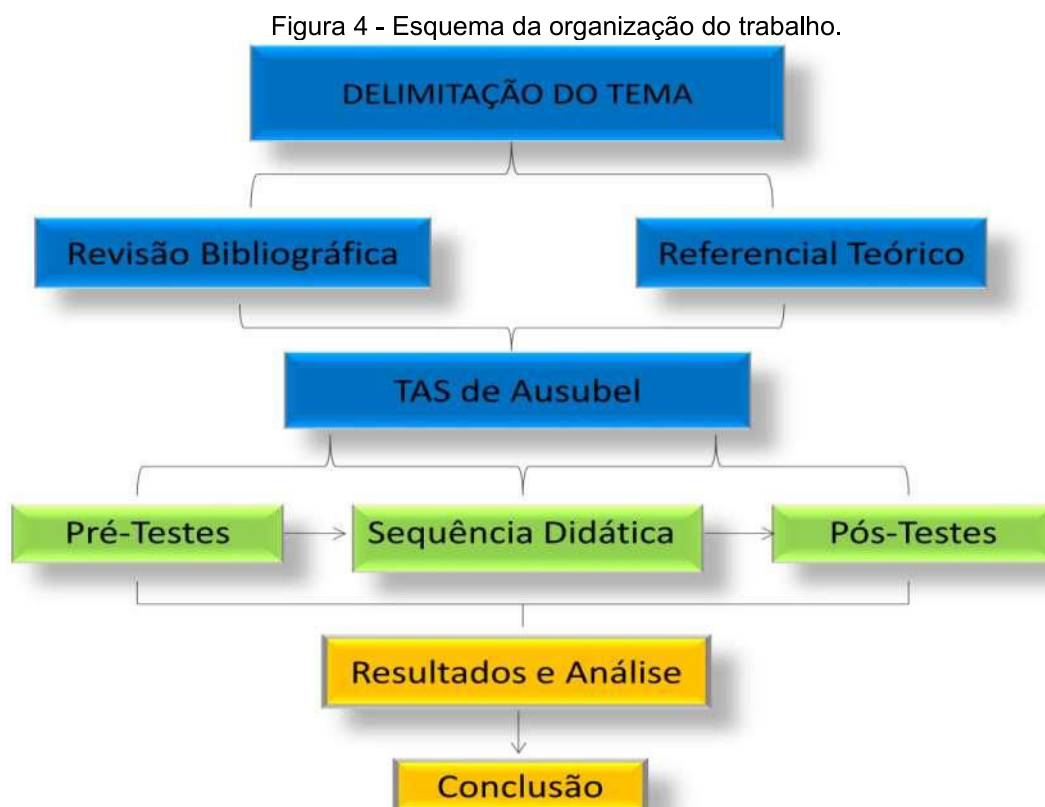
Para o professor preocupado com a aprendizagem efetiva é importante saber que o aluno pensa a respeito de determinado conceito e o que faz cometer tais erros. De fato, de posse dessa informação, o professor poderá organizar o conteúdo da sua disciplina procurando reelaborar os conceitos que os alunos têm, em vez de ignorá-los tentando introduzir modelos coerentes já organizados da disciplina em questão. (PACCA; VILANNE e HOUSOME, 1983, p.3).

Identificar como os fenômenos físicos são entendidos a partir das concepções alternativas dos alunos, oportuniza ao professor uma reelaboração e organização didática para dar seguimento à sua aula. Cabe ao professor identificar de acordo com a realidade de seus alunos e estrutura da escola, a melhor e mais adequada forma de elaborar sua aula pensando em como trabalhar a partir das concepções alternativas dos alunos.

É importante que o professor pense em como será iniciado o assunto e quais materiais instrucionais serão relevantes. Nessa perspectiva, desenvolveremos nosso trabalho tendo como ponto de partida o levantamento das concepções espontâneas dos alunos sobre calor e temperatura, com o propósito de promover o desenvolvimento conceitual nos estudantes, e criar condições para que o aluno reelabore os seus conceitos e possa utilizá-los nas situações em que o domínio do conhecimento científico seja o adequado.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na Figura 4, apresenta-se uma síntese da organização do trabalho, para que os leitores possam se situar na sua estruturação.



Fonte: Produzida pela autora.

4.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Realizou-se toda pesquisa em uma escola estadual de ensino médio, localizada no município de Serra, em quatro turmas da segunda série do turno matutino, que possuem alunos com idade média entre 15 e 18 anos. O total de alunos que participaram de todas as etapas do trabalho foi igual a 100 (cem).

Com relação à infraestrutura, a escola possui ambientes climatizados que permitem atividades extraclasse como laboratório de informática, laboratório de Ciências (Física, Química e Biologia), auditório com função multiuso e biblioteca. Para análise qualitativa da pesquisa, foram consideradas apenas as respostas dos alunos que participaram de todos os pré e pós-testes.

4.2 TIPO DE PESQUISA

Segundo Malheiros (2011), a pesquisa-ação é dividida em dois tipos de pesquisa: pesquisa diagnóstica e pesquisa terapêutica. Na pesquisa diagnóstica há uma intervenção na realidade com o objetivo de identificar as causas dos eventos em estudo. Na pesquisa terapêutica o objetivo é avaliar a situação problema que foi diagnosticada para, a partir desses resultados, encontrar a melhor proposta que possa solucionar o problema encontrado.

Na primeira compreende-se quais são os conhecimentos prévios do aluno e o contexto do problema, na segunda implementa-se uma intervenção a partir do diagnóstico para aplicação de uma ação que tenha como objetivo a solução do problema. A pesquisa-ação normalmente é constituída em duas partes e atrela o diagnóstico à terapêutica.

De maneira geral, pode-se dizer que a pesquisa-ação sempre implica um plano de ação baseado em objetivos de mudança (melhora), a implementação e controle desse plano através de fases de ação, assim como a descrição concomitante do processo cíclico resultante (MOREIRA, 2011 p.93).

Neste trabalho, a pesquisa-ação evidenciou-se através da intervenção na forma de pré-testes viabilizando um diagnóstico para a compreensão da essência do problema, servindo também como subsídio às futuras hipóteses de intervenção a partir de adequações nos métodos de ensino focados nos conteúdos.

4.3 ETAPAS DO TRABALHO

Desenvolveu-se a pesquisa em quatro etapas que se entrelaçam e convergem para a promoção da aprendizagem significativa.

Nos pré-testes (**APÊNDICES B e C**), primeira etapa da pesquisa, realizou-se a coleta de dados a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos. Na etapa seguinte, aplicou-se os materiais instrucionais. Na sequência implementou-se as atividades motivadoras, cuja ideia era verificar se propostas com essas características poderiam promover contribuições na apropriação de conhecimentos e na interação entre os alunos. Na quarta etapa aplicou-se os pós-testes, para coleta

de dados e verificação de aprendizagem. A comparação dos resultados dos pós-testes com as dos pré-testes permitiu analisar o “efeito” das etapas 2 e 3 no processo de aprendizagem, fornecendo material para as análises e a conclusão da pesquisa.

4.3.1 PRÉ-TESTES

Na perspectiva de uma aprendizagem significativa, seguiu-se as orientações de Ausubel, que destaca a importância de se conhecer o que o aluno já sabe, para dar início ao processo de ensino. Iniciou-se esta etapa com uma conversa com os alunos a respeito do desenvolvimento de um projeto coletivo a ser desenvolvido por todas as turmas. Durante as conversas, foi possível identificar alguns subsunçores que serviram de base para o desenvolvimento de 2 (dois) pré-testes, sendo um fechado e outro aberto.

Na aplicação dos pré-testes, buscou-se principalmente mapear as ideias dos alunos sobre do tema de estudo. Posteriormente, utilizou-se os resultados da aplicação dos pré-testes no desenvolvimento do material instrucional. Nesta etapa, usou-se um experimento, questões discursivas e objetivas.

4.3.2 MATERIAIS INSTRUCIONAIS (MI)

De acordo com Moreira (Moreira, 2011), basta que sejam definidos os conceitos e tópicos específicos que o aluno deve se apropriar, oportunizando discussões e questionamentos com inserção de situações-problema.

Seguindo as orientações de Ausubel, aplicou-se cada instrumento de ensino em nível crescente de complexidade, levando em conta os subsunçores do aluno, preparando-o para receber novas informações. Dividiu-se os instrumentos de ensino em 9 (nove) atividades, compreendendo problemas reais e desafiadores que pudessem possibilitar reflexões acerca dos conceitos estudados.

Especificamente, usou-se como MI: 1(um) simulador computacional (MI 1) **(APÊNDICE D)**, 3 (três) experimentos (MI2) **(APÊNDICE E)**, 1 (um) texto de revista de Ciências (MI3) **(APÊNDICE F)**, uma atividade não presencial, (MI4)

(APÊNDICE G), 1 (um) texto do livro texto adotado na escola (MI5) **(APÊNDICE H)**, a construção de um aquecedor solar feito com materiais de baixo custo (MI6) **(APÊNDICE I)** e 1 (um) jogo didático, intitulado “Passa e Repassa” (MI7) **(APÊNDICE J)**.

Durante a aplicação de cada atividade, retomavam-se os conceitos apresentados, com um nível de complexidade mais alto em relação ao anterior. Destaca-se que durante esse processo, cabe ao professor mediar o processo, avaliando a qualquer tempo a forma de como os alunos se envolvem e se estão se apropriando dos conhecimentos.

Os MI devem dar suporte para que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ocorram de modo gradativo e ao mesmo tempo de modo simultâneo. Apresentam-se semelhanças e diferenças entre as situações de forma que os estudantes possam compreender situações não familiares, dando suporte para que ocorra a ancoragem do conceito em sua estrutura cognitiva.

Para que o MI cumpra seu papel como apoio no ensino para que a aprendizagem evolua com sucesso, é necessário que exista uma organização sequencial dos conteúdos e que se faça cumprir a todo o momento o princípio que Ausubel chama de consolidação. Dessa forma, a construção do conhecimento é mais natural para o aluno se os tópicos a serem aprendidos dependerem naturalmente daqueles que os antecederam e se os conceitos forem retomados a todo o momento, insistindo nos domínios apresentados antes de prosseguir para o seguinte.

Por toda a proposta, privilegiou-se a adoção de MI que exclusivamente apresentasse um ensino conceitual, contextualizado, motivador, com inserção de elementos concretos, presentes no cotidiano dos estudantes e sem o uso do formalismo matemático. Os MI foram adaptados a nossa realidade com anseios de que outro profissional da educação possa utilizá-lo a fim de facilitar ou até mesmo melhorar o ensino desse conteúdo.

A importância de se oferecer uma diversidade nas maneiras de ensinar, propicia que a aprendizagem aconteça em meio a maiores possibilidades de negociação de significados.

Caso isso não aconteça ou não esteja de acordo com os significados contextualmente aceitos, o professor deve apresentá-los outra vez, de outra forma, de maneira que o aluno adquira a compreensão adequada. Isso pode ocorrer várias vezes até que o aprendiz venha a compartilhar os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, (MOREIRA, 2011).

Diversas estratégias de ensino vinculadas às novas formas de organização do currículo, assim como o uso de estratégias metacognitivas, podem contribuir para os estudantes tomarem consciência das limitações de suas ideias prévias a fim de explicar situações em outros contextos, que exigem outras formas de explicar e trabalhar elementos que favorecem a construção de novas representações sobre o objeto de estudo. (Silva & Núñez, 2013, p.12).

A importância de se buscar diferentes instrumentos avaliativos está também na ampliação de possibilidades que permitam ao aluno externar os significados adquiridos ao objeto de estudo, direcionando o professor para uma melhor análise dos resultados encontrados.

4.3.3 ATIVIDADES MOTIVADORAS

Esperar que o aluno tenha pré-disposição em aprender não é tarefa fácil, uma vez que, estão disponíveis tantos outros recursos mais atrativos do que aqueles que são oferecidas na sala de aula. Torna-se praticamente impossível uma competição justa entre o obrigatório e o que desperta prazer.

Por outro lado, uma das condições para que haja a aprendizagem significativa, é o pressuposto de que o aluno esteja disposto a aprender. Independentemente do quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é simplesmente a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem, como seu produto serão mecânicos e sem significados, (Moreira 2016, p.24). Ciente desse pressuposto, inseriu-se atividades motivadoras que atendessem e gerassem condições para a promoção da aprendizagem significativa.

Entre as estratégias propostas por Bzuneck (2010) para despertar ou manter a motivação dos alunos para a aprendizagem, podemos citar a utilização de “embelezamentos” motivacionais. Essa prática defendida por ele consiste na adoção de táticas de ensino que devam proporcionar ao aprendiz a manipulação de objetos, o conflito cognitivo, trabalhos em grupo, introdução de novidades entre outros.

A utilização de tal estratégia pode tornar o conteúdo mais interessante e atraente para o aluno. Basicamente essas atividades quebram a mesmice e suavizam o caráter obrigatório. No entanto esses “embelezamentos” devem ser considerados apenas como aditivos que incluímos como uma das etapas com caráter motivador.

Fizeram parte dessa etapa, a construção do aquecedor solar de baixo custo (ASBC) (**APENDICE I**), jogo passa e repassa (**APENDICE J**), e a produção de vídeos sobre o funcionamento do aquecedor solar com os aspectos físicos abordados nas aulas.

O objetivo dessas atividades era fortalecer a interação com os colegas, estimular a participação nas práticas adotadas e mostrar para os estudantes o quanto é agradável aprender quando se tem predisposição para tal. Atividades colaborativas com essas características oportunizam a inclusão de forma espontânea.

O aluno é atraído diretamente quando ele participa ativamente ou indiretamente, quando ele observa e acompanha o evento. Assim, ele participa da proposta que foi direcionada a eles que são complementares, porém não dispensam outras estratégias motivacionais, como por exemplo, mostrar o valor da aprendizagem.

4.3.4 PÓS-TESTES

Na última etapa aplicou-se um pós-teste (**APÊNDICE L**) com questões similares às que já haviam sido apresentadas nos pré-testes. Apenas as questões relacionadas ao aquecedor solar eram inéditas. Os exercícios selecionados para essa atividade correspondiam aos do pré-testes, porém sofreram algumas adaptações para que não parecessem reprisados.

Nesta etapa objetivou-se avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos acerca dos conceitos apresentados durante toda a pesquisa. As análises têm como proposta verificar a ocorrência de aprendizagem conceitual após comparações entre os pré e pós-testes.

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

5.1 PLANEJAMENTO E SEQUÊNCIA DAS AULAS

Elaborou-se um planejamento das aulas de forma que o avanço do conteúdo pudesse ocorrer gradativamente na sua especificidade e complexidade, para que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ocorressem de forma simultânea e progressiva à medida que novos conhecimentos eram oferecidos com diferentes abordagens através de diferentes materiais instrucionais. A expectativa era de que os alunos estabelecessem relações de semelhanças e diferenças entre as situações apresentadas pelos diferentes materiais instrucionais e assim ser possível, a ancoragem na sua estrutura cognitiva.

Utilizou-se os resultados obtidos pelos alunos nos pré-testes, pois com base neles, foi possível verificar a presença de conhecimentos prévios. Observou-se também, que não existia uma homogeneidade com relação a tais conhecimentos, por este motivo recorreu-se a diferentes materiais instrucionais para o ensino de Termodinâmica, especificamente em relação aos tópicos de transferência de calor.

Optou-se preferencialmente por aulas com abordagem conceitual próxima ao cotidiano do aluno, valorizando saberes e priorizando aprendizagens contextualizadas. Fizeram-se necessárias nove aulas de cinquenta e cinco minutos, sendo duas aulas para coleta de conhecimentos prévios (pré-teste), e uma para avaliação de aprendizagem (pós-teste). As demais destinaram-se para aplicação dos materiais instrucionais, que totalizaram 9 atividades que se diversificavam em recursos como: simulador computacional, experimentos, utilização de textos, jogo didático, construção de um aquecedor solar e produção de um vídeo.

Os espaços para o desenvolvimento das atividades variavam entre a sala de aula, laboratório de informática, laboratório de ciências, pátio da escola e biblioteca. Optou-se pela proposta de diversificar espaços, na intenção de modificar a rotina da sala de aula. A mudança de ambientes provocou nos alunos entusiasmo e curiosidade nas atividades que desenvolveram.

5.1.1 AULA 01: APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E PRÉ-TESTE I

Na primeira aula, objetivou-se: (a) apresentar para os alunos o objetivo da pesquisa e a metodologia a ser adotada; (b) explicar sobre a importância da participação dos alunos nas atividades; (c) entregar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e (d) Aplicar o pré-teste.

No primeiro momento, apresentou-se para os alunos participantes do trabalho, a proposta da pesquisa e a metodologia a ser trabalhada. Foi entregue o (TCLE) **(APÊNDICE A)** para que os responsáveis tivessem ciência da participação do aluno na pesquisa e autorizassem ou não possíveis exposições em fotos, vídeos e em redes sociais.

Esclareceu-se que nem todas as atividades seriam avaliativas como nota trimestral, porém era necessário a participação de todos os alunos nas atividades propostas. Ressalta-se que todos os alunos entregaram os TCLE devidamente preenchidos e assinados pelos responsáveis legais.

Após todos os esclarecimentos feitos, aplicou-se primeiro pré-teste **(APÊNDICE B)**, não avaliativo, que consistia em um experimento relacionado aos conceitos de temperatura e sensações térmicas.

O objetivo específico desta atividade era fazer o aluno perceber que a sensação de quente ou frio é subjetiva, que o tato não é indicado para avaliar temperatura. A atividade favorece uma percepção espontânea entre a diferença de calor e temperatura que posteriormente vêm facilitar a introdução desses conceitos.

Para realização da atividade usou-se três recipientes (tipo bacias), um contendo água fria com gelo, outro contendo água quente e outro contendo água à temperatura ambiente, tudo conforme Figura 5. Para realização da atividade, cada estudante seguiu os seguintes procedimentos: colocar uma das mãos na água fria, a outra mão na água quente, esperar por mais ou menos um minuto e em seguida colocar as duas mãos no recipiente contendo água à temperatura ambiente. Após participação no experimento, os alunos responderam um questionário do pré-teste sobre as sensações que tiveram.

Figura 5 - Atividade experimental realizada durante o pré-teste.



Fonte: Produzida pela autora.

No final da aula, pediu-se aos alunos que reservassem garrafas pet de 2 litros e caixas de leite longa vida para posteriormente serem usadas na construção de um aquecedor solar.

5.1.2 AULA 02: PRÉ-TESTE II

Na segunda aula, objetivou-se: (a) aplicar o segundo pré-teste e (b) discutir e contextualizar a experiência da aula anterior.

No início desta aula, entregou-se o segundo pré-teste (**APÊNDICE C**) constituído de 10 questões objetivas e 5 questões discursivas. Essa atividade assim como a primeira, também não tinha caráter avaliativo.

Finalizado o teste, retomou-se a aula anterior, interrogando-os novamente sobre as sensações que tiveram durante a execução do experimento. Aproveitou-se o momento para estabelecer relações entre o as sensações que tiveram e algumas situações do cotidiano.

Discutiu-se sobre diferenças entre temperatura, calor e sensações térmicas, trazendo algo familiar como a sensação que os alunos têm ao entrar e sair do mar em um dia ensolarado. As sensações de “mais frio” e “mais quente” são identificadas nessa situação similar. Apontar situações familiares é uma forma de despertar o interesse e estabelecer diálogos sobre o assunto.

A importância de se fazer um elo entre o conteúdo apresentado e o que o aluno vivencia, o aproxima da ciência e o faz perceber que existe uma relação entre o que se aprende na sala de aula e o que eles presenciam no dia a dia. Esses diálogos onde são inseridas novas linguagens podem ser assimilados com mais naturalidade e, portanto, mais fácil de aprender significativamente.·.

5.1.3 AULA 03: O SIMULADOR COMPUTACIONAL

Nesta terceira aula, objetivou-se: (a) conceituar e diferenciar calor de temperatura; (b) introduzir novos conceitos físicos como energia térmica, transferência de calor; equilíbrio térmico e materiais isolantes e condutores térmicos através de um simulador computacional; (c) aplicar atividade em grupo e (d) verificar através do questionário se os significados captados pelos alunos estão devidamente coerentes com o que foi ensinado.

A aula teve início com a apresentação do primeiro material instrucional (Figura 6), o simulador computacional (**APÊNDICE D**), que apresenta uma simulação sobre Formas de Energia e Transformações, disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/energy-forms-and-changes>. No primeiro momento apresentou-se o simulador, explorando seus comandos e introduzindo o conteúdo a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

Nesta atividade é possível ao aluno visualizar as transferências de energia térmica de um corpo para outro. Durante a execução apresentou-se conceitos não familiares como energia térmica, equilíbrio térmico, materiais condutores e isolantes térmicos e os conceitos sobre condução, convecção e radiação térmica. Objetivou-se para esta atividade que o aluno conseguisse prever como energia térmica fluirá quando os objetos são aquecidos ou resfriados, identificando o processo de transferência e relacionando os fenômenos com exemplos da vida cotidiana. Enfatizou-se na explicação que a energia térmica se transfere espontaneamente de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura através de processos distintos, e que, somente pelo motivo da diferença de temperatura, acontecem as transferências de calor.

Esta atividade pode ter como função ser um organizador prévio, sendo contextualizada a partir de situações familiares para permitir que o aluno faça comparações entre o conceito científico apresentado e algo já conhecido por ele.

No segundo momento, formou-se grupos com três alunos em média para realização de um roteiro com uma sequência de comandos sobre o simulador e um questionário. A aula aconteceu na sala de informática, e a formação de grupos se deve ao fato de não haver disponibilidade de um computador para cada aluno.

Figura 6 - Tela inicial da simulação.



Fonte: <https://phet.colorado.edu/translation/115/simulation/energy-forms-and-changes>.

5.1.4 AULA 04: OS EXPERIMENTOS

Na quarta aula, objetivou-se: (a) evidenciar os três processos de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação) através de três experimentos; (b) introduzir termos cientificamente corretos aprofundando conhecimentos; (c) explicar sobre a absorção e reflexão de calor; (d) contextualizar os eventos observados levando em conta as diferenças entre eles e (e) verificar através do questionário se os alunos ainda apresentam inconsistências na aprendizagem dos conteúdos apresentados.

Iniciou-se a aula com a apresentação do segundo material Instrucional: experimentos (**APÊNDICE E**) sobre os processos de transmissão de calor. Realizou-se a aula no laboratório de ciências da escola, enfatizando que a transferência de calor, ou melhor, a transferência energia térmica de um corpo para outro, poderia ocorrer de três modos distintos e que espontaneamente acontecia de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.

Realizou-se aprofundamentos de conhecimento, retomando conceitos de densidade de um líquido, condutores e isolantes térmicos, equilíbrio térmico, processos de transmissão de calor e radiação de corpo negro. Essas três atividades levam em conta a diferenciação progressiva, considerando que iniciamos com aspectos mais gerais, e em sequência introduzindo aspectos mais específicos com maior grau de complexidade.

Foram três experimentos demonstrativos sobre os processos de transmissão de calor acompanhados dos respectivos questionários. Para cada experimento foi entregue um questionário, no qual procurou-se nomear os experimentos de forma que o título não induzisse as respostas corretas e despertasse a curiosidade dos alunos. O primeiro experimento sobre condução, demos o nome de “BOTANDO PARA DERRETER”, o segundo sobre irradiação “QUE CALOR É ESSE?” E o terceiro sobre convecção, “QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AI!”

Após a demonstração de cada experimento, entregou-se um questionário a respeito do que havia sido apresentado. Discutiu-se cada processo de transferência de calor de forma contextualizada para que os alunos fossem capazes de relacioná-los à eventos já presenciados ou conhecidos por eles. A tarefa do questionário, que tinha caráter avaliativo, permitiu a negociação de significados nos casos onde as respostas não foram consideradas adequadas.

EXPERIMENTO I: “BOTANDO PARA DERRETER”

O primeiro experimento (Figura 7) sobre condução de calor teve como objetivo, discutir de que maneira esse processo de transmissão acontece destacando que o calor flui de uma parte para outra do material, por isso ocorre predominantemente nos sólidos.

O artefato é composto por um fio de cobre, pedaços de parafina cortados de uma vela, um cano de PVC, um maçarico ou por uma vela. O fio é preso em uma das extremidades de um cano de PVC. No fio são fixados pedaços de parafina que irão derreter sequencialmente à medida que o fio se aquece. A outra extremidade livre é aquecida por um maçarico, podendo ser substituído por uma vela. Dessa forma a energia térmica (calor) vai se propagando pelo fio, que por sua vez transmite para a parafina que vai derretendo uma a uma. No questionário, foi perguntado sobre o que aconteceria se substituíssemos o fio de cobre por madeira. Essa pergunta possibilitou contextualizar sobre materiais condutores e isolantes térmicos.

Citou-se alguns exemplos onde se aplicava esse processo como a necessidade dos cabos de panela serem de materiais isolantes, sobre a panela de barro ser feita de material isolante, sobre as espessuras de cobertores, descansos e pegadores de panela e a necessidade do contato do termômetro com o corpo para medir a temperatura.

Para perceberem que existem materiais bons e maus condutores de calor foi proposta uma simples atividade em que eles utilizariam o tato para relatarem o porquê de ser ter sensações diferentes ao tocar a maçaneta metálica da porta e a parte feita de madeira. Foi retomado o exercício 3 (questão discursiva) do pré-teste II para confrontar com a resposta dada por eles.

Figura 7 - Experimento "Botando para derreter".



Fonte: Produzida pela autora.

EXPERIMENTO II: “QUE CALOR É ESSE?”

Nesse experimento (Figura 8) abordou-se sobre transmissão de calor por irradiação e aproveitou-se para verificar experimentalmente como se comportam corpos negros em relação ao aquecimento e resfriamento.

Esta atividade consistiu de um aparato formado por duas latas de alumínio contendo água, duas lâmpadas e um termômetro. Uma das latas foi pintada de preto e a outra sem pintura e ambas recebiam a irradiação proveniente das lâmpadas.

O objetivo era verificar que mesmo submetidas ao mesmo tempo de aquecimento, a água contida no interior da lata escura atingia para o mesmo intervalo de tempo uma temperatura maior que a lata que não foi pintada.

Durante a execução do experimento, aproveitou-se para verificar que após o desligamento das lâmpadas, a lata escura resfriava mais rápido. Enfatizou-se que para corpos escuros, quanto maior a taxa de aquecimento, maior será a taxa de resfriamento.

Após responderem os questionários, fez-se algumas contextualizações como: porque não é aconselhável usar roupas escuras em um dia ensolarado, porque não se deve pintar um ambiente de cores escuras, e por qual motivo o protetor solar de carro fica com a parte brilhante voltada para fora.

Figura 8 - Experimento “Que calor é esse?”



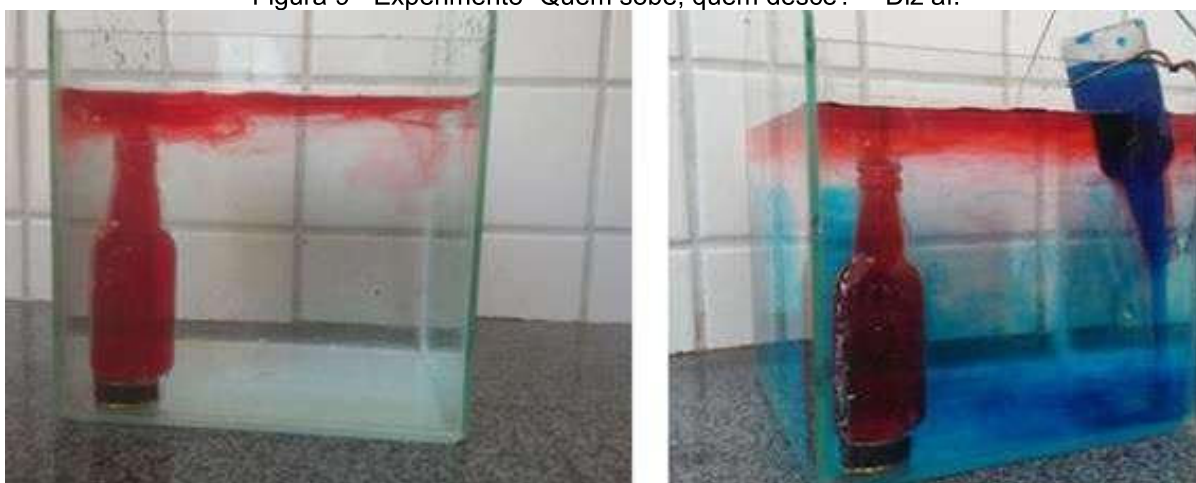
Fonte: Produzida pela autora.

EXPERIMENTO III: “QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AÍ!”

A demonstração do terceiro experimento (Figura 9) referiu-se à transmissão de calor por convecção térmica. Nessa atividade experimental usou-se um recipiente de vidro transparente (aquário), com água à temperatura ambiente e dois recipientes pequenos, um contendo água fria tingida de azul e outro contendo água aquecida tingida de vermelho.

Primeiro inseriu-se no aquário, o recipiente contendo água quente (vermelha) e observamos o que acontecia. Em seguida introduziu-se o recipiente de água fria (azul). Neste observou-se as correntes de convecção e reforçou-se sobre o conceito de densidade de fluidos quando submetidos a diferenças de temperatura. Após os alunos finalizarem o questionário correspondente ao experimento, contextualizou-se esse fenômeno com os eventos do cotidiano semelhantes tais como: brisas marítimas e terrestres, movimento da água fervendo, trocas de calor num ambiente devido ao ar condicionado ou aquecedor, resfriamento dos alimentos na geladeira.

Figura 9 - Experimento “Quem sobe, quem desce?” “Diz aí!”



Fonte: Produzida pela autora.

5.1.5 AULA 05: TEXTO 1 – “ENERGIA SOLAR, UMA SOLUÇÃO ELETRIZANTE”.

Nesta aula, objetivou-se: (a) corrigir e discutir as respostas dos roteiros da aula anterior; (b) revisar os processos de transmissão de calor; (c) apresentar um texto para leitura e interpretação sobre a energia solar.

Iniciou-se a aula com uma revisão sobre os processos de transmissão de calor, e enfatizou-se sobre os conceitos e as diferenças entre eles. Avaliou-se a atividade com caráter formativo que serviu como subsídio para verificação de ocorrência ou não de aprendizagem.

Em seguida aplicou-se o princípio da recursividade, devolvendo os questionários para que os alunos pudessem refazer as questões, caso fosse necessário. De forma dialógica, levantou-se exemplos de eventos onde ocorrem trocas de calor e questionou-se qual ou quais processos se estavam relacionados e de que forma aconteciam. Esta prática é a etapa que Ausubel define como reconciliação integradora, que é a fase da exploração de relações entre proposições e conceitos, chamando atenção para diferenças e similaridades importantes.

Na aula anterior, pediu-se que os alunos tocassem na parte metálica e na madeira de uma porta e perguntou-se se as temperaturas eram as mesmas. Mesmo já explicado sobre equilíbrio térmico, os alunos insistiam em afirmar que as temperaturas eram diferentes e que a maçaneta era mais fria.

Na tentativa de convencer os alunos que suas concepções não eram corretas, realizou-se o seguinte experimento: mediu-se a temperatura de dois objetos de materiais diferentes (Figura 10), um cano de metal e outro de plástico. Os alunos puderam verificar que apesar de suas sensações térmicas indicarem que o metal estava a uma temperatura mais baixa que o plástico, o termômetro registrava a mesma temperatura para os dois objetos, concluindo, portanto, que sensações térmicas não são confiáveis para verificar temperatura.

Figura 10 - Medida de temperatura em diferentes materiais.



Fonte: Produzida pela autora.

No segundo momento, após a todos os esclarecimentos, entregou-se o terceiro material instrucional: o texto “ENERGIA SOLAR, UMA SOLUÇÃO ELETRIZANTE!” (**APÊNDICE F**). O texto se aplica como um organizador prévio para a próxima etapa que é a construção do aquecedor solar. Nele são narrados de forma simples, objetiva a importância da energia solar para nossas vidas, levantando aspectos relevantes como transformação e economia de energia e a possibilidade de usarmos energia renovável e limpa.

É por esse texto que os alunos têm o primeiro contato com o aquecedor solar, permitindo uma discussão sobre seu funcionamento e os conceitos físicos que participam do processo de aquecimento da água. Feita a leitura e a discussão, pediu-se que escrevessem três perguntas ou fizessem três observações que eles considerassem pertinentes para serem discutidos na próxima aula.

Foi entregue a atividade não presencial (**APÊNDICE G**) com o objetivo de verificar se o estudante tem o domínio do conteúdo, identificando e diferenciando os processos de transmissão de calor que ocorrem no cotidiano.

5.1.6 AULA 06: MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO (ASBC)

Nesta aula, objetivou-se: (a) discutir e comentar as questões trazidas pelos alunos sobre o texto; (b) Construir um aquecedor solar; (c) aprofundar conhecimentos por meio de uma atividade prática e (d) explicar os conceitos físicos envolvidos durante a construção.

Inicialmente, corrigiu-se a atividade não presencial reforçando os conceitos sobre cada processo de propagação de calor e retomou-se o texto da aula anterior e compartilhando os comentários apontados pelos alunos, dando ênfase ao coletor solar, explicando de forma bem geral sobre sua composição e funcionamento. Delegou-se como tarefa não presencial para a aula seguinte, a leitura do texto do livro didático e o questionário correspondente. O texto “O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada” (**APÊNDICE H**) explica detalhadamente de que forma acontecem os processos de transmissão de calor e a finalidade dos materiais utilizados.

No segundo momento, explicou-se o porquê da coleta das garrafas pet e caixas de leite, para que fosse iniciada a construção do ASBC (**APÊNDICE I**).

Para a construção do aquecedor, foram utilizadas as áreas externas da escola como refeitório, a quadra e o pátio. Cada turma foi dividida em quatro grupos, que receberam um manual da construção do aquecedor. À medida que eles executavam a tarefa era explicado qual a função da etapa para o funcionamento do aquecedor, assim como os aspectos físicos envolvidos. As etapas da construção estão representadas na Figura 11. Como eram quatro turmas diferentes, foram dadas tarefas diferenciadas, uma para cada uma. A primeira turma ficou responsável pelos cortes e lixamentos das garrafas pet, a segunda pelo corte e pintura das caixas, a terceira pelo corte e pintura dos canos e a quarta turma pela montagem do coletor e reservatório de água. Cada etapa foi finalizada em uma aula de duração de 55 minutos. Os registros de cada etapa estão disponibilizados no **APÊNDICE I**.

Figura 11 - Etapas da montagem do painel solar.



Fonte: Produzida pela autora.

5.1.7 AULA 07: JOGO DIDÁTICO PASSA E REPASSA

Nesta aula, objetivou-se: (a) comentar e socializar as respostas sobre a atividade da aula anterior e (b) aplicar atividade de competição (jogo didático passa e repassa).

No primeiro momento, foi retomado o texto da aula anterior e reforçado os conceitos sobre os processos de transferência de calor ao mesmo tempo em que fazia a correção do questionário.

Baseando-se nas informações do texto, comparei os dois tipos de aquecedores, o profissional e o de garrafas pet, explicando a equivalência entre os materiais. Ainda sobre o texto, foram levantadas várias situações concretas, buscando modelos para explicar os fenômenos, visando a verificação de aprendizagem.

Os exemplos em diferentes situações, como é posto no texto, enriquece o conhecimento ao mesmo tempo em que mostra as semelhanças e diferenças para cada caso. Por exemplo, o texto explica que o efeito da cor preta desejada no radiador e no coletor, tem diferentes finalidades.

No coletor é o de aquecimento, enquanto no radiador é o de resfriamento. No coletor solar, os tubos por onde passam a água, têm por finalidade a transferência de calor por condução aumentando a temperatura da água. Já no carrinho de água de coco, os tubos metálicos permitem a transferência de calor também por condução da água para a serpentina, diminuindo dessa forma a sua temperatura. Enquanto em um caso, a água é aquecida, no outro é resfriada.

Mais uma vez foi possível aplicar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, a partir do momento que novas ideias que se relacionavam ao conteúdo que já era conhecido por eles.

À medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas alterações (MOREIRA, 2016). No segundo momento foi apresentado o jogo passa e repassa. A turma foi dividida em duas equipes que deveriam ter representantes para responder as questões sobre os conceitos de temperatura, calor, seus processos de transmissão e sobre o aquecedor solar.

Utilizamos para o jogo, um artefato (Figura 12) que foi um dos produtos de uma mostra de Física realizada anos atrás. Esse artefato é opcional e não impossibilita o uso do jogo. As perguntas usadas para o jogo estão disponíveis no **APÊNDICE J**.

A inclusão do jogo foi uma adaptação nos procedimentos metodológicos, visando manter a empolgação que os alunos estavam demonstrando perante as aulas. A ideia do jogo vem atender o que Bzuneck (2010) chama de “embelezamentos” motivacionais, que são estratégias de ensino que contribuem para se conseguir melhorar o envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem. Basicamente essas estratégias são aplicadas como complementos para despertar maior interesse e disposição em aprender.

Figura 12 - Jogo didático Passa e Repassa.



Fonte: Produzida pela autora.

5.1.8 AULA 08: APRESENTAÇÃO DO AQUECEDOR

O aquecedor solar finalizado (Figura 13) foi apresentado aos alunos já em funcionamento. Eles tiveram a oportunidade de compreender o aquecimento da água pelos três processos de transmissão de calor. Foi um momento em que os alunos mostraram-se eufóricos, surpresos e orgulhosos de terem tido participação direta na construção.

No segundo momento, após eles se acalmarem, disse que iríamos explicar juntos o seu funcionamento. Dispondo do instrumento (o aquecedor) como apoio, iniciei uma aula dialógica. Através de um texto (**APÊNDICE K**) previamente elaborado, cujo conteúdo referia-se a um resumo geral de tudo que havíamos visto durante a pesquisa, introduzi uma conversa com a participação dos alunos.

Nessa aula, foram feitos questionamentos sobre o funcionamento do aquecedor entrelaçando com os processos de transmissão de calor envolvidos em todo seu funcionamento e contextualizações com eventos presentes no cotidiano do aluno. Essa última aula, é um encerramento do conteúdo e contempla todas as abordagens feitas nas aulas anteriores.

Toda a conversa foi gravada, e feita a transcrição de algumas frases relevantes. Sempre que a resposta não era adequada, discutíamos até que eles chegassem a resposta correta. O diálogo foi do tipo, as questões eram levantadas e os alunos completavam a frase.

Figura 13 - O aquecedor finalizado.



Fonte: Produzida pela autora.

5.1.9 AULA 09: APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE

Nesta última aula, objetivou-se (a) aplicar o pós-teste e (b) propor aos alunos o desafio da produção de um vídeo sobre o funcionamento do aquecedor.

A aplicação do pós-teste (**ANEXO L**), tinha como objetivo verificar se houve evolução de conhecimentos a respeito dos tópicos de Termodinâmica que foram apresentados durante a pesquisa. A avaliação era composta por 13 questões objetivas e 6 discursivas.

Optamos por selecionar questões similares às questões do pré-teste com abordagens que não se distanciassem das anteriores. As diferenças entre as questões do pré e pós-testes estavam nas opções de respostas oferecidas e a inclusão sobre o assunto do aquecedor solar.

Após finalizarem o teste, lancei o desafio da produção de um vídeo sobre o aquecedor solar, que consistia em uma competição da produção de um vídeo que explicasse os processos de transmissão de calor e outros fenômenos físicos presentes que ocorrem no aquecedor solar construído por eles.

A forma da apresentação ficou a critério de cada turma, e para a premiação, um café da manhã oferecido pela professora. Todos os alunos da escola assistiram aos vídeos, porém só participaram da votação da escolha do melhor vídeo as turmas de 1^{as} e 3^{as} séries do Ensino Médio da escola, que não haviam participado da pesquisa. Essa proposta do vídeo criou um clima de competição e motivação além de oportunizar aos alunos a revisão do conteúdo sem necessariamente se sentirem obrigados a isso.

5.4 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA UEPS

No Quadro 2. Apresenta-se um resumo da aplicação das atividades, dos materiais instrucionais utilizados e dos princípios adotados na perspectiva de se alcançar a aprendizagem significativa na UEPS.

Quadro 2 - Resumo da sequência didática proposta.

AULA	ATIVIDADES	OBJETIVOS	DESCRIÇÃO
Aula 01	Pré-teste	Identificar conhecimentos prévios. (Passo 2 da UEPS)	Atividade experimental
Aula 02	Pré-teste	Identificar conhecimentos prévios. (Passo 2 da UEPS)	Atividade com questões objetivas e discursivas.
Aula 03	Simulador Computacional	Apresentar os conceitos de forma introdutória, com aplicação das primeiras situações-problema. Levantar as primeiras questões sobre o conteúdo. (Passo 3 da UEPS).	Utilização do simulador computacional.
Aula 04	Experimentos Demonstrativos	Sistematizar os conceitos apresentados; consolidar e aprofundar conhecimentos. (Passo 3 e 4 da UEPS)	Experimentos demonstrativos sobre condução, convecção e irradiação térmica/ Introdução de termos científicos.
Aula 05	Texto 1: Energia Solar, uma solução eletrizante. Atividade em grupo Atividade não presencial.	Consolidar e aprofundar conhecimentos. Contextualizar conceitos e verificar aprendizagem através da avaliação formativa e recursiva. (Passo 5 da UEPS).	Leitura de texto sobre transmissão de calor através de um aquecedor solar. Exercícios de verificação de aprendizagem. Entrega da atividade não presencial.
Aula 06	Construção do aquecedor solar.	Consolidar e aprofundar conhecimentos. Apresentação de situações-problema. (Passo 6 da UEPS)	Construção do aquecedor solar com a participação dos estudantes e da professora.
Aula 07	Texto 2: O coletor solar, o radiador e a água de coco. Jogo passa e repassa	Sistematizar e discutir conteúdos; Motivar para a participação; Consolidar conhecimentos e verificar aprendizagem. (Passo 6 e 7 da UEPS)	Atividade de leitura e competição do jogo de passa e repassa.
Aula 08	Apresentação do aquecedor solar.	Revisar e verificar aprendizagem do conteúdo apresentado. (Passo 7 da UEPS).	Apresentação do aquecedor com questionamento e contextualizações sobre o que foi apresentado nas aulas anteriores.
Aula 09	Pós-teste	Verificar aprendizagem (Passo 8 da UEPS)	Teste final com questões objetivas e discursivas. Proposta da produção do vídeo.

Fonte: Produzido pela autora.

6. RESULTADOS E ANÁLISE

Inicialmente, apresenta-se os resultados obtidos através da aplicação de todos os pré-testes. Pontua-se que a análise destes resultados é de fundamental importância, pois objetiva-se inicialmente, fazer um levantamento das principais concepções presentes nos alunos.

Ressalta-se que foram utilizadas diferentes atividades nos pré-testes, deste modo, analisou-se os resultados da atividade experimental de forma prioritariamente qualitativa e os resultados do teste com questões objetivas de forma quantitativa.

É importante ressaltar que, para o teste com questões objetivas fez-se uma verificação da consistência estatística dos resultados, para isso usou-se o método conhecido como Alfa de Cronbach (referência).

Considerando a necessidade de comparação dos resultados dos testes iniciais com os testes finais, somente analisou-se as respostas dos alunos que participaram de todas as etapas do trabalho, totalizando desta forma, 100 (cem) alunos participantes.

6.1 PRÉ-TESTES

A descrição e as análises das respostas dos alunos sobre os pré-testes são apresentadas nessa seção. Partindo do princípio que os conhecimentos empíricos dos alunos já formados devido às interações cotidianas podem ser responsáveis por obstáculos na aprendizagem, é necessário que sejam feitos estudos diagnósticos que mostrem a forma como o aluno pensa a respeito de determinados conceitos para que influências formadas pelo senso comum, tenham a mínima interferência, não prejudicando o aprendizado dos novos conhecimentos.

Desta forma, selecionou-se questões que evidenciassem o cotidiano do aluno para que ele se sentisse à vontade em externar ou sinalizar suas concepções alternativas.

Considerando as diferentes concepções prévias que os alunos podem apresentar, optou-se por utilizar dois instrumentos distintos no levantamento delas. O primeiro instrumento foi um experimento intitulado Experimento das bacias (pré-teste I), que está descrito no Apêndice B e o segundo instrumento foi um teste composto de questões objetivas e discursivas (pré-teste II). Tal teste está apresentado no Apêndice C.

6.1.1 PRÉ-TESTE I – EXPERIMENTO DAS BACIAS

Nesta primeira atividade buscou-se identificar as concepções alternativas relacionadas ao conceito de temperatura e sua relação com as sensações de frio e quente. Pretendeu-se, também verificar se o aluno seria capaz de produzir respostas com a utilização de argumentos científicos relacionando variação de temperatura e/ou equilíbrio térmico.

Para realizar este experimento foram necessários três recipientes: o primeiro contendo água com gelo, o segundo água à temperatura ambiente, o terceiro contendo água aquecida a uma temperatura de aproximadamente 50°C (Figura 14). Pediu-se para cada aluno seguir os seguintes passos:

1) Coloque uma mão na água gelada e a outra na água quente durante 30 s.

Figura 14 - Montagem inicial do experimento realizado no pré-teste I



Fonte: Produzida pela autora.

II) Depois coloque as duas mãos na água à temperatura ambiente pelo mesmo tempo (Figura 15).

Figura 15 - Parte final do experimento realizado no pré-teste I



Fonte: Produzida pela autora.

III) Observe a sua sensação de temperatura ao colocar suas mãos na água morna.

Após a realização do experimento o aluno deveria utilizar as palavras FRIO, QUENTE, CALOR E TEMPERATURA, para responder, em um único parágrafo, as perguntas abaixo:

- a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?
- b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?

Depois de colocar as duas mãos na água morna descreva a sensação que você teve.

- c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?
- d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?

Com relação ao questionário que cada aluno respondeu após a realização do experimento, observou-se que as respostas seguiam um determinado padrão, o que indica a presença de concepções muito presentes e fortes. A perspectiva de resposta era de que os alunos percebessem que as diferenças de temperaturas entre os corpos fossem o motivo das trocas de calor que os levaram a terem sensações de quente ou frio, ou ainda que levantassem a ideia de que o corpo de maior temperatura cede calor para o de menor temperatura.

Das concepções observadas as que ocorreram com maior frequência foram: (i) temperatura pode ser fria ou quente; (ii) calor e temperatura são sinônimos e (iii) frio e calor são propriedades do corpo. Apesar destas 3 (três) serem majoritárias, também se verificou que alguns alunos associaram choque térmico e/ou pressão sobre as mãos na tentativa de explicar variação de temperatura.

Além disso, de acordo com as respostas pode-se dizer que para muitos alunos a diferença de temperatura interferia diretamente na suas sensações de quente e frio, porém, não relacionaram com perda ou o ganho de calor. Outros, de alguma forma fizeram menção ao equilíbrio térmico, quando alegaram adaptação da temperatura da mão à temperatura da água. Apenas 2 (dois) alunos dos 100 que responderam às perguntas fizeram uso do conceito físico adequado a respeito de calor.

Através dessa atividade é possível ao professor mapear qual é o entendimento que os alunos têm sobre os conceitos físicos de calor e temperatura. No Quadro 3, tem-se um resumo das concepções alternativas sobre temperatura e calor manifestadas com maior frequência nas respostas dos alunos.

Quadro 3 - Concepções alternativas sobre temperatura e calor do pré-teste I.

Concepções
Temperatura pode ser fria ou quente.
Calor e temperatura são sinônimos.
Frio e calor são propriedade do corpo.
Mudança de temperatura leva à sensação de choque
Mudança de temperatura leva à sensação de aumento de pressão.

Fonte: Produzido pela autora

Mostra-se na Figura 16, dois exemplos de respostas onde o aluno entende que temperatura pode ser quente ou fria, não relacionando-a como uma grandeza que pode ser medida. As frases “Senti a temperatura da minha mão ficar fria”, e “senti a temperatura da minha mão ficar quente”, evidencia o citado acima.

Figura 16 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que a temperatura pode ser quente ou fria.

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?
 AO COLOCAR MINHA MÃO NA ÁGUA COM GELO SENTI A TEMPERATURA DA MINHA MÃO FICAR FRIA

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?
 SENTI A TEMPERATURA DA MINHA MÃO FICAR QUENTE

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?
 Senti uma temperatura bem fria.

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?
 Senti uma temperatura bem quente.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 17 tem-se uma representação de resposta onde o aluno trata calor e temperatura são sinônimos. Essa ideia aparece com muita frequência na literatura, sendo considerada uma das mais fortes apresentadas. Quando o aluno se expressa como na frase: “Nosso calor corporal se eleva”, ele está considerando o calor como temperatura, atribuindo a esses conceitos o mesmo significado.

Figura 17 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que temperatura e calor são sinônimos.

b) O que acontece quando estamos com febre?
 nosso calor corporal se eleva.

Fonte: Produzida pela autora.

Exemplos de respostas nas quais os alunos apresentam a concepção de que calor/frio são propriedades do corpo são mostrados na Figura 18. Através das análises dessas respostas, observa-se que os alunos entendem que calor e frio

podem ser tratados como estados diferentes da matéria, desconsiderando o conceito correto de que calor como uma forma de energia.

Figura 18 - Exemplos de respostas que evidenciam que o aluno entende que calor e frio são propriedades de um corpo.

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?

Um calor percorrendo a palma da minha mão toda.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?

O frio inteiro passou e a sensação foi de alívio e parecia que o frio estava saindo da minha mão.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 19, têm-se exemplos de respostas que evidenciam que os alunos não relacionam a diferença de temperatura com trocas de calor e sim com a sensação de choque ou pressão sobre as mãos.

Figura 19 - Exemplos de respostas que evidenciam que os alunos não relacionam diferença de temperatura com trocas de calor.

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

minha mão ficou fria, por causa do choque térmico.

b) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

Quando eu coloquei na água com gelo, tive mais um choque térmico porque a minha temperatura ambiente está mesma (estável).

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

Senti que uma sensação de como se minha mão tivesse sendo esmagada uma sensação de pressão.

Fonte: Produzida pela autora.

Pelas respostas apresentadas Figura 20, percebeu-se que os alunos apresentam uma compreensão sobre equilíbrio térmico, porém, por não conhecerem a linguagem própria da Física, apresentam suas próprias explicações para a sensação que tiveram.

Os termos “ajustar temperatura”, “tentar ficar na mesma temperatura” e “neutralizar a temperatura”, utilizados pelos alunos, são representações usadas que traduzem o conceito adequado de equilíbrio térmico.

Figura 20 - Concepção alternativa do pré-teste I.

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?
 A água fria deixa a mão gelada e a
 parte da mão consegue se ajustar a temperatura.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?
 A temperatura dessa mão estava quente, eu acho que
 tive essa sensação porque meu corpo estava tentando
 ficar na mesma temperatura do resto de água fria.

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?
 A temperatura estava mais fria que a água que
 eu coloquei a mão, da mesma forma que escrevi na resposta na
 outra no teste tentou ficar na mesma temperatura
 possível.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?
 minha mão ficou quente por conta que a
 água quente serviu para neutralizar a tem-
 peratura.

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?
 minha mão ficou fria, por conta que a
 água quente serviu para neutralizar a temperatura.

Fonte: Produzida pela autora.

Na figura 21, tem-se a resposta que mais se aproximara do conceito de calor. Ao explicar as sensações térmicas devido às diferenças de temperatura, os alunos externam a ideia de que trocas de calor se relacionam com diferença de temperatura.

Figura 21 - Resposta que mais se aproximou da definição Física de calor.

Depois de colocar as duas mãos na água morna descreva a sensação que você teve.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?
 Senti minha mão esquentar, porque a temperatura da minha mão estava baixa e a temperatura da água morna estava mais alta.

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?
 Senti minha mão esfriar, porque a temperatura da água quente estava muito alta e a da ~~da~~ água (morna) morna estava mais baixa.

Fonte: Produzida pela autora.

Na figura 22, mostra-se um dos exemplos de resposta que se aproxima da resposta correta ao explicar ganho ou perda de calor pela diferença de temperatura entre os corpos.

Figura 22 - Concepção alternativa do pré-teste I.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?
 Quando a temperatura é maior do que do nosso corpo ganhamos calor e uma sensação quente e fria sente a mão e a água.

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?
 E quando a temperatura é menor do que nosso corpo perdemos calor.

Fonte: Produzida pela autora.

Através das análises das respostas apresentadas pelos alunos nessa primeira avaliação diagnóstica (pré-teste I), pode-se detectar alguns dos conhecimentos prévios e dificuldades que os alunos possuem com relação à Termodinâmica. Neste ponto, é importante ressaltar que se utilizou toda essa análise como base para elaboração e desenvolvimento do material utilizado no decorrer da pesquisa.

6.1.2 PRÉ-TESTE II – PARTE OBJETIVA

Neste segundo momento, aplicou-se um teste (**APÊNDICE C**) constituído de 10 (dez) questões objetivas e 5 (cinco) questões discursivas. Nas questões objetivas abordou-se os conceitos de temperatura, calor e suas formas de propagação.

Todas as questões objetivas apresentavam 4 (quatro) alternativas, sendo que nas questões Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, e Q10, tais alternativas eram compostas pelas opções: (a) concordo totalmente, (b) concordo parcialmente, (c) discordo parcialmente e (d) discordo totalmente. As alternativas, (a) concordo totalmente e (d) discordo totalmente, permitem identificar seu grau de confiança na resposta. Já as opções de respostas como as alternativas (c) e (b), mostram que o aluno não tem certeza de sua resposta. Atribuiu-se para as questões Q2 e Q3 duas possibilidades de respostas, considerando que ambas apresentam parcialidade de respostas corretas.

Para exemplificar, a questão 2 deste teste é mostrada na Figura 23. A resposta adequada para essa questão é a opção (a), entretanto, considerou-se que ao apresentar a alternativa (b), o aluno demonstra ter refletido sobre a condição de o cobertor ser um isolante térmico ou o fato do corpo manter a temperatura.

Figura 23 - Questão 2 do pré-teste II


2- Para esquentar meu corpo eu posso usar um cobertor, pois ele isola o calor do meu corpo, mantendo a minha temperatura.

a) concordo totalmente

b) concordo parcialmente

c) discordo parcialmente

d) discordo totalmente



Nesta etapa do trabalho é importante salientar que para análise de respostas das questões objetivas do pré-teste II, utilizou-se o método estatístico Alfa de Cronbach (AC) para se verificar a consistência das respostas dos alunos. Após a aplicação deste método, obtém-se um coeficiente que mede o índice de confiança do resultado do teste.

A partir deste índice, verifica-se a existência ou não de homogeneidade nas respostas dos alunos em relação ao que se quer questionar, ou seja, verifica-se há existência de padrões de respostas.

O coeficiente do AC varia entre 0 e 1, sendo o primeiro valor não representante de nenhuma confiança e o segundo total confiança. Para valores intermediários existem algumas formas de classificação. Tomou-se como referência, os intervalos apresentados na Tabela 1 para classificar o grau de confiabilidade.

Tabela 1 - Consistência interna do questionário segundo o valor de Alpha de Cronbach.

Valor de alfa	Consistência interna
Maior do que 0,80	Quase perfeito
De 0,80 a 0,61	Substancial
De 0,60 a 0,41	Moderado
De 0,40 a 0,21	Razoável
Menor do que 0,21	Pequeno

Fonte: Disponível em: <http://soniavieira.blogspot.com/2015/10/alfa-de-cronbach.html> . Acesso em: 26 dez. 2018.

O valor do AC leva em consideração a consistência que um grupo de pesquisados apresenta ao responder a um questionário, ou seja, a coerência entre as respostas. Porém, em nosso caso somente o valor absoluto do AC não é suficiente para uma análise completa.

Para resultados mais assertivos, deve-se fazer uma análise das respostas, pois existem muitos casos em que um grupo de alunos marcou a mesma alternativa para uma dada questão, tal fato aumenta o valor do AC indicando que existe consistência na resposta e que todos pensam da mesma forma, porém deve-se verificar se a resposta está correta.

Para o preenchimento das tabelas, na identificação das respostas, considerou-se (1) para as respostas corretas e (0) para as incorretas. Para as questões Q2 e Q3 do pré-teste II, considerou-se duas possibilidades de acertos, devido ao fato de uma resposta não necessariamente excluir a outra.

As tabelas com os resultados detalhados por aluno e turma estão disponíveis no Apêndice I. A partir das tabelas de resultados aplicou-se o método de AC e calculou-se o valor do índice do AC.

Apresenta-se os resultados obtidos para o índice AC para cada turma na Tabela 2. De acordo com os valores de referência, tais índices indicam que a consistência interna do questionário pode ser considerada de razoável para moderada.

Tabela 2 - Valores do AC obtidos por cada turma.

Turma	Índice AC
1	0,45
2	0,46
3	0,46
4	0,30

Fonte: Produzida pela autora

Em um primeiro momento, tais valores para AC podem indicar que o questionário não cumpriu o seu objetivo e que os resultados não podem ser utilizados. Porém, é importante observarmos nas tabelas de resultados que o padrão de respostas por alunos é bastante diversificado. Verifica-se mesma pontuação final para as respostas dos alunos, porém, os acertos acontecem em questões distintas. Tem-se como exemplo, a Figura 24.

Este fato implica em um baixo valor de AC e reflete o fato de que apesar da mesma pontuação, estes alunos possuem diferentes concepções do assunto abordado.

Figura 24 - Gabarito de três alunos da turma T4, que exemplifica o padrão de respostas diversificado.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	SOMA
9	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	5
17	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5

Portanto, conclui-se que a heterogeneidade do padrão de respostas foi a responsável pelos baixos valores determinados para o AC. Além disso, é possível observar que cada padrão de respostas está associado a alguns tipos de

concepções, que são refletidas em dificuldades específicas, que por sua vez podem ser mitigadas através de diferentes instrumentos de ensino. É importante pontuar que este foi um dos motivos que exerceu influência na escolha dos materiais instrucionais.

Apresenta-se os percentuais médios de acertos de cada turma em cada questão na Tabela 3. É interessante observar que apesar das turmas apresentarem médias de acertos próximas, a heterogeneidade no padrão de respostas observadas entre os alunos é refletida nas turmas.

Por exemplo, as turmas T1 e T4 apresentaram o maior percentual de acerto na questão Q2, e as turmas T2 e T3 nas questões Q2, Q3 e Q4, respectivamente. Tal comportamento é mais acentuado quando comparamos as questões com menor percentual de acerto, pois as turmas T1 e T3, tiveram seu pior desempenho na questão Q5, a turma T2 nas questões Q9 e Q10 e a turma T4 nas questões Q5 e Q9.

Tabela 3 - Porcentagem de acertos das questões do pré-teste II das turmas T1, T2, T3 e T4.

Turmas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
T1	14%	79%	46%	61%	4%	18%	18%	39%	29%	7%
T2	13%	63%	58%	79%	8%	13%	13%	21%	4%	4%
T3	17%	63%	70%	60%	0%	10%	23%	27%	10%	17%
T4	50%	83%	50%	72%	6%	17%	28%	56%	6%	22%

Fonte: Produzida pela autora.

Para uma melhor compreensão do desempenho de cada turma e uma comparação entre as turmas, apresenta-se nas Figuras 25 – 28, os percentuais médios de acertos por questão de cada turma em forma de um gráfico do tipo radar.

Apesar de tais gráficos não serem iguais, pode-se observar que as questões objetivas com maior número de acertos foram as questões Q2, Q3 e Q4. Uma possível explicação para este fato é que para as questões Q2 e Q3 considerou-se duas opções corretas de respostas, aumentando dessa forma maior probabilidade de acertos.

Em relação à questão Q4, deve-se levar em consideração, o fato de que o enunciado traz uma afirmação correta que é familiar aos alunos e bem aceita no seu dia a dia, o que levou aos alunos responderem com muita segurança resultando em muitos acertos.

Figura 25 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T1.



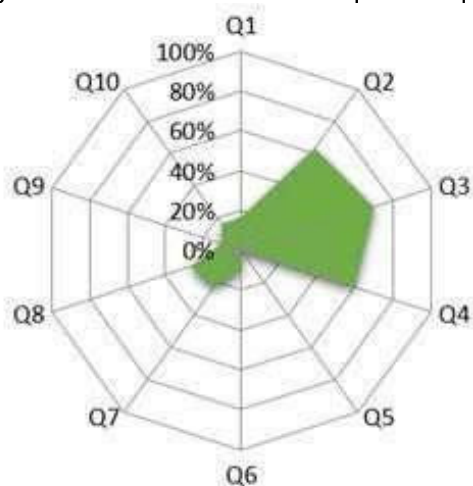
Fonte: Produzida pela autora.

Figura 26 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T2.



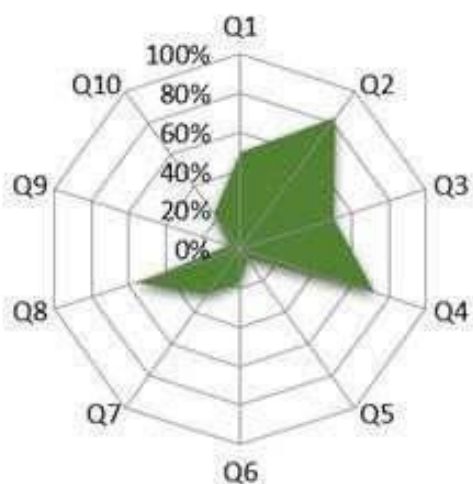
Fonte: Produzida pela autora.

Figura 27 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T3.



Fonte: Produzida pela autora.

Figura 28 - Porcentagem de acertos referentes às questões pré-teste II da turma T4.



Fonte: Produzida pela autora.

Para uma análise qualitativa das questões objetivas, utilizou-se questões que possibilitassem verificar a ocorrência das concepções espontâneas/ alternativas encontradas na literatura. Por exemplo, através das questões Q1, Q2, Q9 e Q10 é possível verificar se os alunos compreendem que calor é propriedade do corpo.

Através da análise das respostas dadas pelos alunos para essas questões, observa-se que eles têm o entendimento que um corpo pode “reter o calor”. Em diversas respostas os alunos associam ao conceito de calor o verbo conter, como se “calor” fosse propriedade do corpo e não uma forma de energia.

Segundo Hülsendeger, Costa Cury, (2006), essas ideias guardam uma estreita relação com uma antiga teoria sobre a natureza do calor: o calórico. Esta teoria enunciada por Wolf no século XVIII, não mencionava átomos e considerava o calor como um fluido hipotético que preenchia os corpos.

De acordo com as respostas das questões Q7 e Q8, identificou-se a presença do conhecimento prévio no qual a temperatura pode ser verificada pelas sensações térmicas, ou seja, identifica-se quente e frio através de suas referências sensoriais, não considerando que tais sensações devem-se ao fato da existência de transferência de calor.

Ao analisar as respostas destas duas questões é importante considerar que em suas experiências diárias, o aluno é capaz de perceber pelo tato diferentes temperaturas. É muito comum usar as mãos para verificar se uma pessoa está febril, se o ferro de passar roupas está quente, se a comida no prato esfriou. Situações assim fortalecem no cognitivo das pessoas as concepções sobre o conceito de temperatura.

Desta forma, é necessário que o aluno não tenha dúvidas de que a temperatura é uma grandeza Física objetiva e que pode ser medida e comparada por um instrumento adequado e que a sensação térmica é algo subjetivo que pode ser influenciada pelo tipo de material, pela sensibilidade de cada pessoa, o clima, o ambiente onde se encontra entre outros.

Pelas respostas dadas nas questões Q3 e Q5 identificou-se o conhecimento prévio no qual para os alunos o calor é proporcional a temperatura. Tem-se a ideia que corpos “quentes”, “têm” mais calor que corpos “frios”. Nessa concepção, frio e calor são propriedades antagônicas.

Como dito anteriormente, na questão Q4, verificou-se um alto percentual de acertos que se justifica pelo fato de que a questão apresenta um enunciado que foi de fácil assimilação pelos alunos. A frase: “A panela cede calor...” não provoca reflexões sobre estar errada, pelo contrário, ao se retomar as questões anteriores, observa-se que os alunos entendem que corpos quentes sempre cedem calor. Quanto a questão Q6, identificou-se que mais da metade dos alunos não reconhecem que corpos escuros absorvem mais calor que corpos claros.

6.1.3 PRÉ-TESTE II – PARTE DISCURSIVA

Nesta seção faz-se a análise das questões discursivas. A primeira questão analisada é a de número 1, que tem como objetivo principal identificar as concepções prévias dos alunos a respeito do conceito de temperatura e sua relação com sensação térmica.

Nesta questão era apresentada uma charge (Figura 29) e três perguntas que deveriam ser respondidas com relação à charge.

Figura 29 - Charge utilizada na questão 1, no pré-teste II – parte discursiva.



- a) *O que levou a menina acreditar que o pai está com febre?*
- b) *O que acontece quando estamos com febre?*
- c) *Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?*

Na primeira pergunta (*O que levou a menina acreditar que o pai está com febre?*), 76 alunos dos 100 que responderam ao questionário, apontaram simplesmente que os ovos estavam fritando, não fazendo nenhuma reflexão científica. Os 24 alunos restantes afirmaram que febre significa aumento de temperatura do corpo.

Na segunda pergunta (*O que acontece quando estamos com febre?*), 67 (sessenta e sete) alunos afirmaram que febre significa aumento de temperatura, 31 (trinta e um) afirmaram que febre significa aumento de calor no corpo e 2 (dois) alunos deram respostas incoerentes.

Na terceira pergunta (*Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?*), 58 (cinquenta e oito) alunos responderam que além do termômetro, o tato é o melhor indicativo para se medir temperatura, 36 (trinta e seis) responderam que tanto o termômetro como o tato serviriam como instrumentos de medida e 6 (seis) alunos responderam que apenas o tato era suficiente.

Na Figura 30, mostra-se a resposta dada por um aluno, que não fez qualquer referência a calor ou temperatura em sua resposta.

Figura 30 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.

: O esse frutendo um resto dele .

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 31, tem-se o exemplo de resposta dada pelos alunos que acreditam na relação direta entre febre e temperatura.

Figura 31 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.

Porque a temperatura dele este alta ao ponto de faltar um erro

Fonte: Produzida pela autora.

As respostas mostradas nas figuras 32 e 33 trazem a ideia de que calor é confundido com temperatura. Neste ponto, é importante ressaltar que as estratégias adotadas para o ensino desses conceitos devem enfatizar que temperatura está presente nos corpos, podendo ser alta ou baixa, e a condição de transferência de calor deve-se a diferença de temperatura entre os corpos.

Figura 32 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.

b) O que acontece quando estamos com febre?
O calor que estava no corpo aumenta.

Fonte: Produzida pela autora.

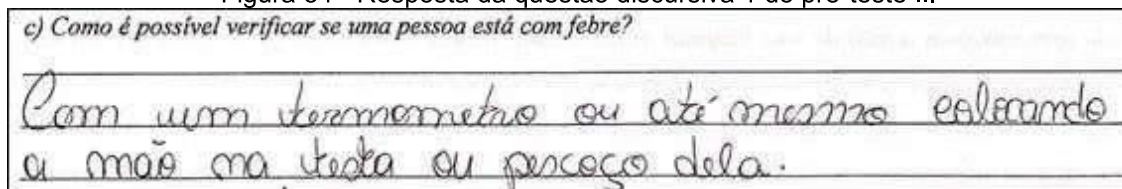
Figura 33 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.

c) Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?
Mede a temperatura do seu corpo, se ela está
num calor mais elevado em normal.

Fonte: Produzida pela autora.

Mostra-se na Figura 34, um exemplo de resposta onde o aluno entende que tanto o tato como o termômetro podem medir temperatura.

Figura 34 - Resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.

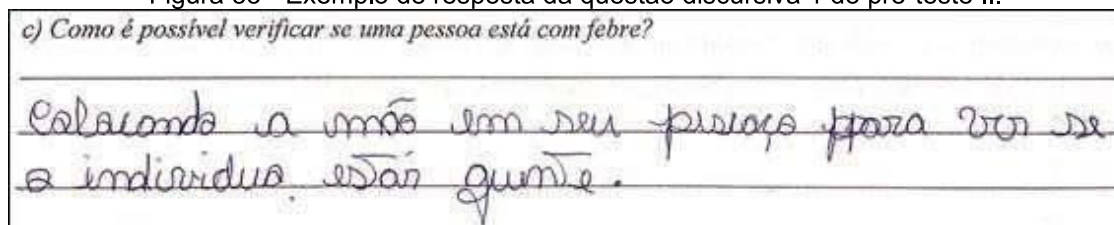


Fonte: Produzida pela autora.

Existem experiências do cotidiano como a de verificar como os dedos se o ferro de passar roupas está quente, usar a palma da mão para saber se o leite do bebê está quente ou mesmo tocar uma lata de refrigerantes para constatar se a temperatura está ideal para que a bebida seja ingerida, que consolidam e asseguram a confiança em medir a temperatura pelo tato.

Como o tato foi um “instrumento” que sempre funcionou em seu dia a dia para verificar a temperatura, os alunos confiam na sua eficiência. Na Figura 35 tem-se um exemplo que reproduz essa ideia.

Figura 35 - Exemplo de resposta da questão discursiva 1 do pré-teste II.




Fonte: Produzida pela autora.

Na questão de número 2 (Figura 36) apresenta-se uma situação cotidiana e faz-se duas perguntas a respeito dela. Com isso, buscou-se avaliar o nível de conhecimento físico dos alunos a respeito da radiação térmica e do efeito estufa.

Figura 36 - Questão 2 do pré-teste II – parte discursiva.

Questão 2

Quem já entrou num carro que tenha ficado estacionado ao Sol por algum tempo vai entender o significado da expressão "Isso está parecendo uma estufa" Se o calor "consegue" entrar no carro, por que ele não sai? Como os materiais "absorvem" e emitem calor?



Do total de 100 (cem) alunos que responderam a este pré-teste, nenhum conseguiu responder à questão utilizando argumentos e linguagem física. Além disso, 22 (vinte e dois) alunos não souberam responder. Na Tabela 4, sumariza-se as principais concepções identificadas nas respostas dos alunos a esta questão.

Tabela 4 - Concepções alternativas da questão discursiva 2 do pré-teste II

Número de alunos	Respostas dos alunos
43	O calor é absorvido, mas tem dificuldade para sair.
11	Os materiais do carro só absorvem calor, não emitem.
06	Não existe passagem para o calor sair
04	O calor entra e não tem força para sair.
22	Não responderam.
14	Respostas fora do contexto.

Fonte: Produzida pela autora

As figuras 37 e 38 são exemplos de respostas onde o aluno entende que o calor é absorvido e tem dificuldade para sair, porém não explica o motivo por que isso acontece.

Figura 37 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II

O material do carro absorve o calor e é difícil de liberar.

Fonte: Produzida pela autora

Figura 38 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.

Por que o metal não deixa o calor sair.
Por que o carro fica fechado a temperatura
do sol entra pelos vidros solares dentro
do carro.

Fonte: Produzida pela autora.

Na resposta ilustrada na Figura 39, ao alegar que “O carro não emite calor”, o aluno sugere entender que só existe transferência de calor do Sol para o carro, não considerando que os objetos no seu interior também transferem calor.

Figura 39 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.

Porque o carro não emite calor, só recebe. Ele não aquece por
alta temperatura.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 40 tem-se uma resposta onde o aluno entende que calor é substância. A ideia de energia não é ainda concebida nessas representações. Na figura 41, mostra-se a resposta onde o aluno menciona a palavra força ao invés de energia.

Figura 40 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.

Por que os raios UV conseguem entrar facilmente nos
carros aquecendo os bancos, volantes, etc. mas o
calor não consegue sair porque não a uma
extremidade que que deixa ele escapar.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 41 - Resposta da questão discursiva 2 do pré-teste II.

porque apesar que o calor dentro ele não
tem a mesma força para estar saindo

Fonte: Produzida pela autora.

Na questão de número 3 (Figura 42) apresenta-se outra situação cotidiana e faz-se uma pergunta a respeito dela. Com isso, buscou-se entender a ideia dos alunos sobre o motivo de se ter diferentes sensações ao tocar objetos que estão no mesmo ambiente e mesma temperatura.

Figura 42 - Questão 3 do pré-teste II – parte discursiva.



Fonte: Produzida pela autora.

Através das respostas obtidas, percebeu-se que os alunos confiam no tato para explicarem a essa questão. Dos 100 (cem) alunos que responderam a esta questão, 19 (dezenove) relataram que as temperaturas do tapete e da cerâmica são as mesmas, mas não conseguiram explicar o motivo.

Apenas, 01 (um) aluno descreve que as temperaturas são diferentes por causa da absorção de calor de cada material. Dentre os 80 (oitenta) alunos que responderam que o tapete e a cerâmica têm temperaturas diferentes, identificamos diferentes explicações. Categorizou-se as principais explicações na Tabela 5.

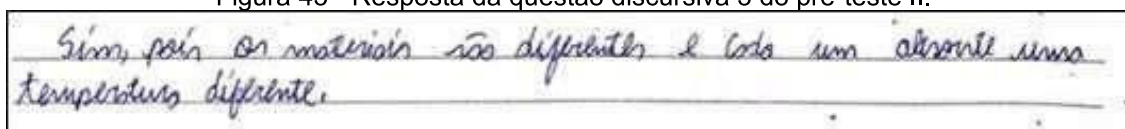
A resposta apresentada na Figura 43 é uma das representações que mostra que apesar dos alunos responderem de forma incorreta que as temperaturas são diferentes, estes apresentam subsunçores corretos quando mencionam que materiais diferentes absorvem calor de forma diferente. São respostas que indicam noções sobre isolantes e condutores térmicos.

Tabela 5 - Concepções alternativas da questão discursiva 3 do pré-teste II

Número de alunos	Categorias de respostas
19	Materiais diferentes absorvem calor de forma diferente.
14	O tapete absorve mais calor que a cerâmica.
11	O pé do menino estava quente, por isso a diferença de temperatura.
09	O tapete retém o calor, a cerâmica não.
07	A cerâmica transmite mais frio que o tapete
05	A cerâmica não absorve calor.
05	A cerâmica absorve mais temperatura que o tapete.
04	O tapete absorve mais temperatura que a cerâmica
02	A cerâmica não transmite calor.
01	A cerâmica retém o calor.
02	Respostas fora do contexto.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 43 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

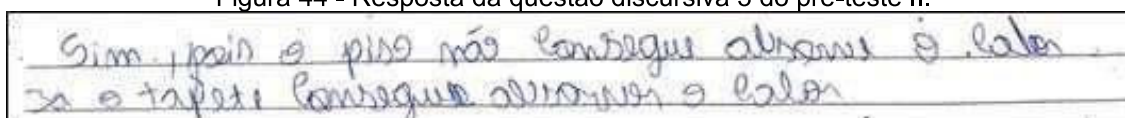


Sim, pois os materiais são diferentes e cada um absorve uma temperatura diferente.

Fonte: Produzida pela autora.

Respostas que explicam que o tapete absorve mais calor que a cerâmica, como mostrada na Figura 44, ou que a cerâmica transmite mais frio que o tapete (Figura 45), que a cerâmica não absorve calor (Figura 46), ou ainda que a cerâmica não transmite calor (Figura 47) indicam que esses alunos confiam no tato como instrumento principal para medir a temperatura.

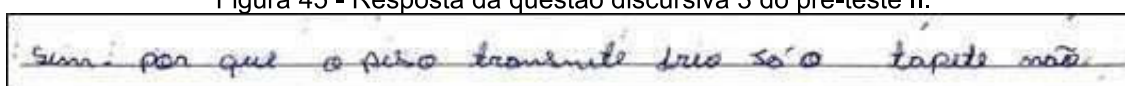
Figura 44 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.



Sim, pois o piso não consegue absorver o calor, mas o tapete consegue absorver o calor.

Fonte: Produzida pela autora.

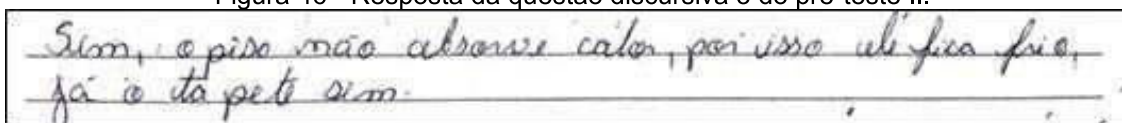
Figura 45 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.



Sim, pois que o piso transmite frio só o tapete não.

Fonte: Produzida pela autora.

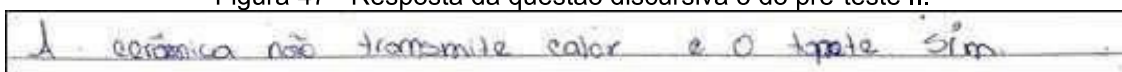
Figura 46 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.



Sim, o piso não absorve calor, por isso ele fica frio, já o tapete sim.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 47 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

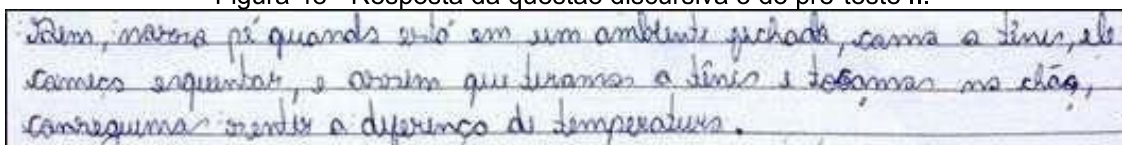


A cerâmica não transmite calor e o tapete sim.

Fonte: Produzida pela autora.

Por outro lado, a diferença entre as temperaturas do tapete e do piso, para alguns alunos, deve-se ao fato de que o pé do menino estar quente. Novamente, verifica-se a utilização do tato como instrumento capaz de medir temperatura. Na Figura 48 tem-se uma das respostas apresentadas.

Figura 48 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.



Sim, porque o pé quando está em um ambiente fechado, como o tênis, ele fica quente, e assim que tiramos o tênis e colocamos no chão, conseguimos sentir a diferença de temperatura.

Fonte: Produzida pela autora.

Assim como observado anteriormente, observa-se que o conceito de calor está associado aos verbos conter, prender, reter, dando a ideia de que o corpo tem a posse do calor. Fica evidente que os alunos consideram que as temperaturas são diferentes, porém as explicações não são as mesmas.

No caso das respostas mostradas na figura 49, está implícito que o aluno acredita que há acúmulo de calor que faz com a temperatura do tapete seja maior. No entanto quando aparecem representações de que a cerâmica retém o calor, Figura 50, o aluno acredita que o tapete tem maior temperatura porque a cerâmica segura o calor, impossibilitando que seja “passada” para outros corpos.

Figura 49 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

Sim, pois o Tapete armazena o calor por mais tempo que a cerâmica.

Por que o fundo do tapete faz com que o calor imbithe nele, já o piso da cerâmica não.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 50 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

Ambos estão em diferente temperatura e piso retém melhor o calor.

Fonte: Produzida pela autora.

Em algumas respostas pode-se observar que os alunos confundem os conceitos de temperatura e calor, dando o mesmo significado para ambos. Na figura 51 equivocadamente, um aluno usa o termo “absorve a temperatura”, no lugar de “absorve calor”, indicando que em sua concepção calor e temperatura são sinônimos.

Figura 51 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

Sim, porque o piso tem uma “capacidade” maior para absorver a temperatura do que o tapete, mas faz com que ambos tenham temperaturas diferentes.

Fonte: Produzida pela autora.

Na questão de número 4 (Figura 52) descreve-se novamente uma situação cotidiana e faz-se uma pergunta a respeito dela. Com isso, buscou-se entender se os alunos fariam referência a mudança de densidade nos líquidos e sua relação com o processo de aquecimento da água. Ressalta-se que nesta questão não é apresentada qualquer tipo de ilustração, pois neste caso, a ilustração poderia induzir o aluno a dar um tipo específico de resposta.

Figura 52 - Questão 4 do pré-teste II – parte discursiva.

Ao aquecer a água em uma panela, a parte da água que está em contato com o fundo da panela se aquece primeiro. Como você explica o aquecimento da água que está na parte de cima da panela?

Fonte: Produzida pela autora.

Nesta questão, nenhum aluno respondeu corretamente a respeito do movimento dos líquidos por diferença de densidade, ou referindo-se à convecção térmica. Na Tabela 6, mostra-se as principais concepções observadas através das respostas dos alunos.

Tabela 6 - Concepções alternativas da questão discursiva 4 do pré-teste II.

Número de alunos	Categorias de respostas
39	A água da parte de baixo cede calor para a de cima
26	O calor vai subindo.
15	O calor se espalha
5	A agitação das moléculas provoca aquecimento
2	A água se aquece por igual.
1	Água fria desce para ser aquecida
9	Respostas fora do contexto
3	Não responderam

Fonte: Produzida pela autora.

Em alguns casos os alunos explicam que a água da parte de baixo cede calor para a de cima (Figura 53), ou seja, indicam que o mecanismo físico envolvido no aquecimento da água é o contato ou a condução.

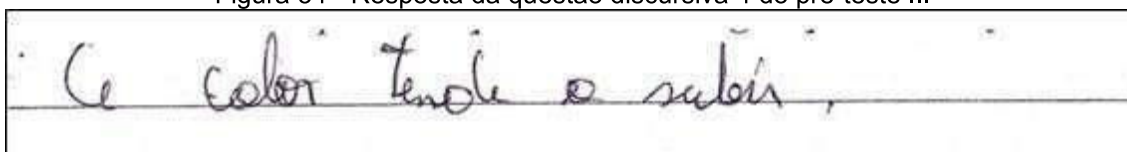
Figura 53 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II

A parte de baixo cede calor para a de cima.

Fonte: Produzida pela autora.

Para outros alunos o aquecimento ocorre porque o calor vai subindo (Figura 54) ou porque o calor se espalha (Figura 55), tais respostas podem ser consideradas parcialmente coerentes, mas não indicam que existam subsunçores adequados por não apresentarem relação com movimento dos líquidos ou mesmo sobre diferença de densidade pela diferença de temperatura. É uma forma de se referir a propagação sem mencionar de que forma está ocorrendo.

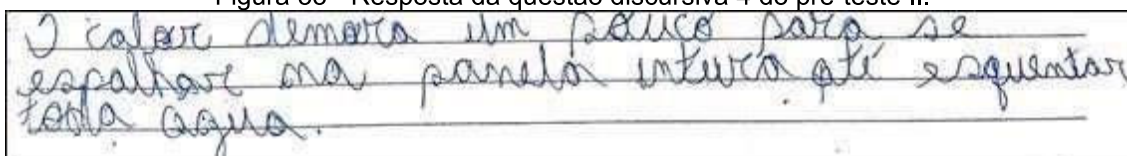
Figura 54 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II.



O calor tende a subir.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 55 - Resposta da questão discursiva 4 do pré-teste II.

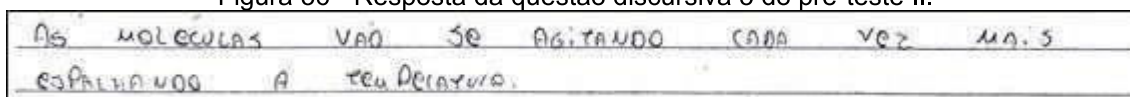


O calor demora um pouco para se espalhar na panela inteira até esquentar toda a água.

Fonte: Produzida pela autora.

Mostra-se na figura 56 um dos exemplos de resposta no qual os alunos revelam indícios de conhecimento sobre relação da agitação das moléculas e aumento de temperatura, porém não conseguem explicar como o aquecimento ocorre.

Figura 56 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

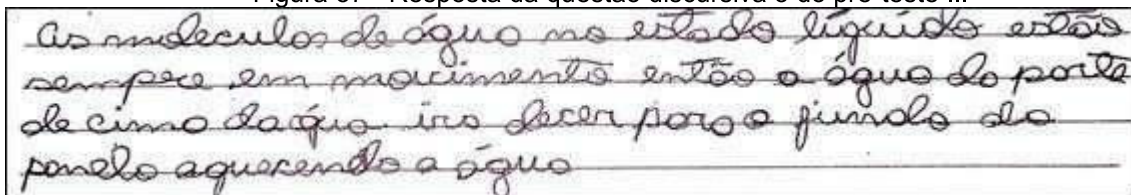


As moléculas vão se agitando cada vez mais espalhando a temperatura.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 57, registra-se uma das respostas que abordou o movimento de matéria para explicar o aquecimento de todo o líquido, ao apresentar a ideia da água de cima descer para aquecer. Apesar da resposta estar parcialmente correta, não se pode considerá-la adequada. Nenhum aluno explicou corretamente sobre como se daria o processo de aquecimento da água por convecção térmica.

Figura 57 - Resposta da questão discursiva 3 do pré-teste II.

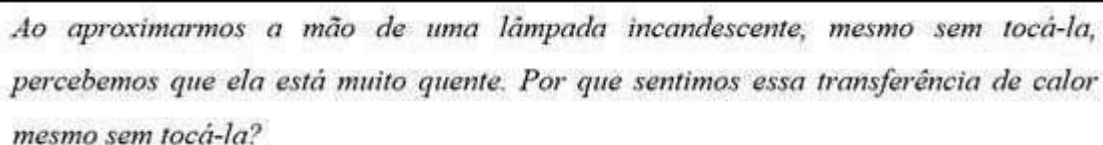


As moléculas de água no estado líquido estão sempre em movimento então o água do parte de cima da água irá descer para o fundo do panelo aquecendo a água

Fonte: Produzida pela autora.

Na questão de número 5 (Figura 58) apresenta-se também uma situação cotidiana e faz-se uma pergunta a respeito dela. Com isso, buscou-se verificar se os alunos possuíam conhecimentos sobre irradiação.

Figura 58 - Questão 5 do pré-teste II – parte discursiva.



Ao aproximarmos a mão de uma lâmpada incandescente, mesmo sem tocá-la, percebemos que ela está muito quente. Por que sentimos essa transferência de calor mesmo sem tocá-la?

Fonte: Produzida pela autora.

Assim como na questão discursiva 2, os alunos tiveram dificuldade de elaborar uma resposta correta. Na concepção dos alunos é necessário o contato para que um corpo seja aquecido por outro, no entanto a situação apresentada contradiz essa ideia. Surgiram explicações que tentaram justificar o aquecimento da mão, porém apenas 3 (três) alunos responderam de forma fisicamente coerente. Destaca-se na Tabela 7 as respostas que apareceram com maior frequência para explicar a situação proposta.

Tabela 7 - Concepções alternativas da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Número de alunos	Categorias de respostas
24	Resposta coerente
20	Pela diferença de temperatura.
12	A luz transmite calor.
11	Ondas de calor.
11	Calor concentrado.
08	Similar com o Sol.
08	A lâmpada transmite temperatura.
06	O vapor produzido.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 59 tem-se um exemplo de uma das respostas consideradas fisicamente coerentes sobre essa questão. Não foi encontrado nenhum registro que explicasse de forma mais detalhada como esse processo ocorre, porém têm-se indícios de que os alunos além de nomearem corretamente, souberam identificar corretamente a situação que este fenômeno está presente.

Figura 59 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Fonte: Produzida pela autora.

Outro exemplo de resposta fisicamente coerente é apresentado na Figura 60. Este tipo de resposta indica que o aluno entende que a diferença de temperatura entre a mão e a lâmpada causa a sensação de calor.

Figura 60 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Fonte: Produzida pela autora.

Na Figura 61, tem-se uma resposta na qual o aluno conceitua luz como uma forma de irradiação, mas não consegue expressar a resposta de forma fisicamente coerente. Nas respostas nas quais os alunos comparam a luz da lâmpada com a luz do Sol, como mostra a Figura 62, têm-se as mesmas concepções.

Figura 61 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Fonte:

Produzida pela autora.

Figura 62 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Fonte: Produzida pela autora.

Nas Figuras 63 e 64, têm-se representações de concepções alternativas muito fortes e frequentes no senso comum das pessoas. Especificamente, na Figura 63, a resposta indica a concepção de que calor e temperatura são sinônimos. Isto é verificado quando o aluno fala em transmissão de temperatura no lugar de transmissão de calor. A concepção de calor como propriedade do corpo, surge novamente nas produções dos alunos.

Na Figura 64, tem-se um registro de um aluno que usa a palavra “isolado” dando a ideia de que a lâmpada tem a posse do calor. Outras palavras como: concentrado, preso e confinado também aparecem para dar a mesma ideia.

Figura 63 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

A temperatura transmitida da lâmpada é muito alta.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 64 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

ACREDITO que é porque o CALOR ESTÁ ISOLADO ALI DENTRO E CADA VEZ AUMENTA MAIS.

Fonte: Produzida pela autora.

Outras referências como “ondas de calor” e “vapor” foram usadas para substituir o conceito físico de radiação. Dois exemplos, destes casos podem ser vistos, nas Figuras 65 e 66, respectivamente.

Figura 65 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Porque ela transmite calor, e como você aproxima a mão do fogo não precisa encostar para que ela esteja quente, ela transmite ondas de calor.

Fonte: Produzida pela autora.

Figura 66 - Resposta da questão discursiva 5 do pré-teste II.

Porque quando a lâmpada está muito quente ela emite um vapor que de tão quente podemos sentir sem tocá-la.

Fonte: Produzida pela autora.

Nos pré-teste utilizou-se questões que possibilitaram a livre manifestação dos alunos, que puderam expressar suas ideias, conceitos e princípios a respeito de cada situação proposta. Através da análise de todas as respostas dadas nos pré-testes, foi possível identificar diversos conceitos trazidos pelos alunos sobre calor e temperatura em suas experiências diárias.

Nas análises do pré-teste I, identificou-se que os conceitos sobre calor e temperatura se confundem, pois, de forma geral os alunos não conseguiram distinguir um do outro. Percebeu-se que para a maioria dos alunos, a grandeza física “temperatura” pode ser transmitida de um corpo para outro. Verificou-se, também que a grandeza física “calor” está inserida nos corpos e caso o corpo estiver quente, ele pode passar este calor.

É notório que os conceitos que eles trazem sobre temperatura e calor interferem o entendimento sobre os processos de transmissão de calor. Constatou-se também que eles não sabem identificar e diferenciar que o calor pode ser transferido por condução, convecção e irradiação. É possível, inferir que a grande parte dos alunos não conhecem os termos físicos apropriados.

Com relação ao pré-teste II, que tratava basicamente dos processos de transmissão de calor, foram poucos os casos nos quais os alunos responderam adequadamente as questões. Neste ponto, é importante ressaltar que de acordo com o referencial teórico utilizado neste trabalho questões que apresentaram respostas parcialmente corretas, com indícios de conhecimentos científicos, não são suficientes para serem consideradas como subsunçores que venham a contribuir para o aprendizado.

A partir dessas análises, desenvolveu-se uma sequência de aulas que priorizasse diminuir a barreira entre as concepções alternativas e o conhecimento científico para que as apropriações corretas fossem efetivadas dando condições para a evolução conceitual dos conteúdos. Além disso, devido a não homogeneidade observada em tais concepções, optou-se por uma sequência que fizesse uso de diferentes instrumentos de ensino.

6.2 MATERIAIS INSTRUCIONAIS E ATIVIDADES MOTIVADORAS

Como dito anteriormente, com base nos resultados obtidos desenvolveu-se uma sequência de aulas, nos quais os materiais instrucionais descritos na seção 4.3.2 deste trabalho foram aplicados. De forma concomitante, aplicou-se e avaliou-se cada MI. Sendo que, o processo de avaliação foi feito através de observações, avaliações e registros.

Através dos resultados das avaliações acompanhou-se a evolução dos alunos durante o processo de instrução e analisou-se a sua contribuição para o desenvolvimento do MI subsequente.

O primeiro MI aplicado após a realização dos pré-teste, foi o simulador computacional (**APÊNDICE D**). Neste MI foi possível apresentar os conceitos físicos de temperatura e calor, diferenciá-los e inserir termos novos como energia térmica, agitação das moléculas, equilíbrio térmico, isolantes e condutores térmicos.

Nessa aula comentou-se sobre as respostas dos pré-testes, apresentando os erros mais comuns e a forma correta de conceituá-los. Através deste MI, foi possível aos alunos visualizarem que o fluxo de energia térmica é sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Com isso foi possível desmistificar a ideia de que o calor fica “preso” no corpo ou que o calor é uma propriedade do material.

A aplicação dessa atividade ofereceu condições para que os conceitos pudessem ser avançados gradativamente. Iniciou-se em seguida um momento dialógico relacionando o conteúdo dessa atividade com questões do pré-teste. Para reforçar os conceitos físicos associados aos isolantes térmicos, foram rediscutidas as questões Q2, Q8 e Q9 do pré-teste I e na sequência refez-se a atividade das três bacias, porém desta vez, fez-se as devidas correções das respostas dadas pelos alunos.

Na aula seguinte (aula 4), após uma breve explicação sobre os fenômenos de condução, convecção e irradiação térmica, aplicou-se o MI 2. Nesta aula, relacionou-se o experimento I, sobre condução térmica, com as questões objetivas Q4, Q5, Q7 e Q8 do pré-teste I e a questão discursiva 3 do pré-teste II. Inicialmente, retomou-se a questão discursiva 3 pedindo que os alunos tocassem uma porta, sendo uma das

mãos na maçaneta (parte metálica) e a outra mão, na parte de madeira. Neste momento, fez-se a seguinte pergunta: As duas partes da porta estão na mesma temperatura?

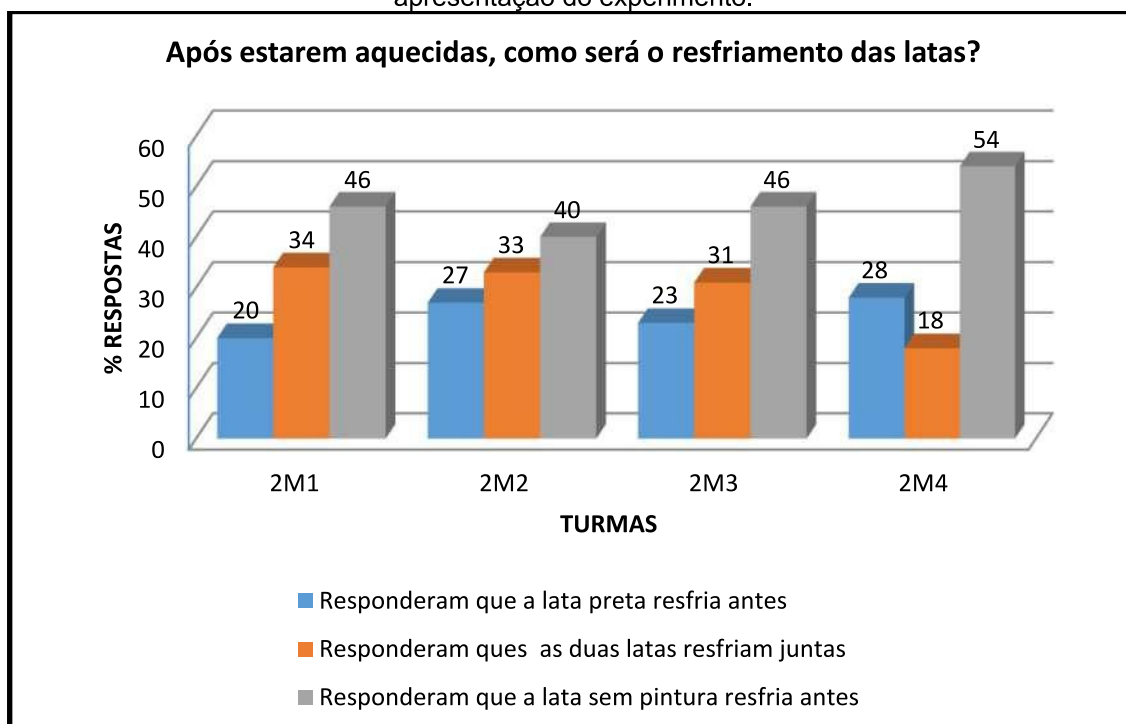
Vale lembrar, que tal pergunta é similar à questão discursiva 3 do pré-teste II. Novamente os alunos responderam que as temperaturas eram diferentes. Com essa resposta, viu-se a necessidade de apresentar outra estratégia para que os alunos entendessem que as temperaturas eram iguais e que as sensações percebidas por eles estavam ligadas a outra grandeza física: a condutibilidade térmica.

Antes de iniciar o experimento II sobre irradiação, lançou-se duas perguntas que buscavam averiguar o que os alunos sabem sobre radiação de corpo negro. Primeiro perguntou-se qual das latas aqueceria mais rápido e em seguida, se as duas latas resfriariam juntas. Desta aula, participaram 108 (cento e oito) alunos, sendo que 87% destes responderam corretamente a primeira pergunta, afirmando que a lata pintada de preto atingiria maior temperatura antes da lata sem pintura. Porém apenas 25 % dos participantes acertaram a segunda pergunta.

Diante deste quadro, realizou-se o experimento e na sequência fez-se as mesmas perguntas. Neste segundo momento verificou-se um aumento significativo nas respostas corretas.

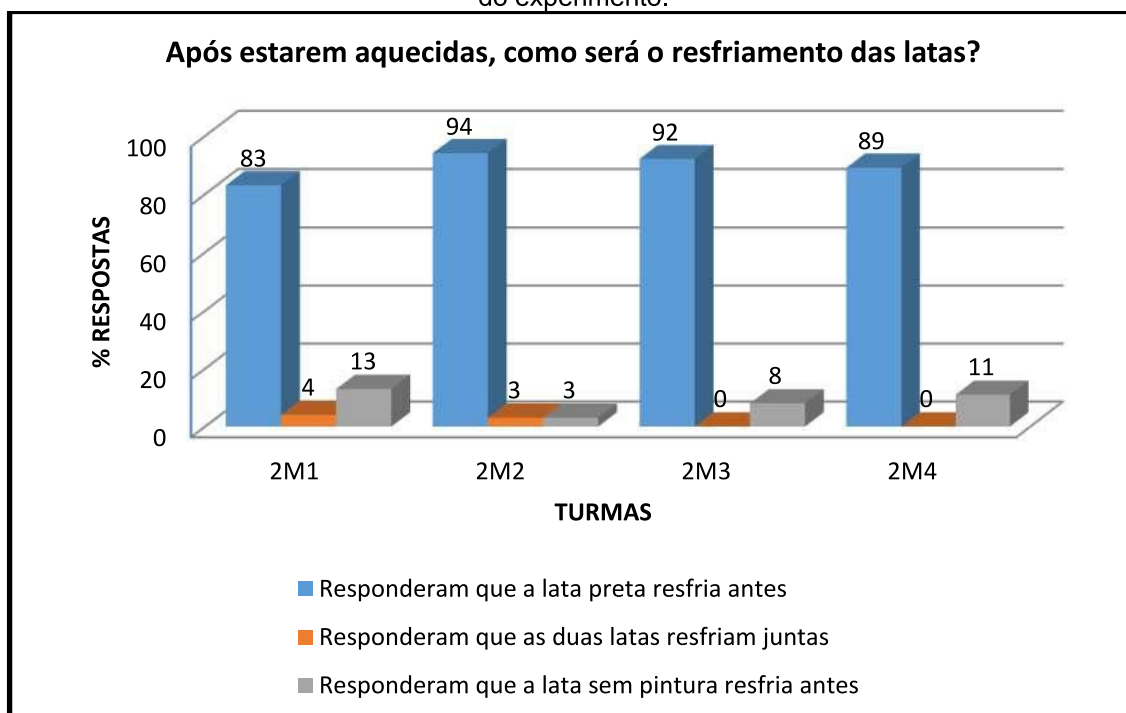
A fim de compararmos melhor os momentos anterior e posterior à realização do experimento, tem-se nas Figuras 67 e 68 um resumo gráfico das respostas dadas pelos alunos para a segunda pergunta (sobre o resfriamento das latas). Ao comparar-se os resultados, verifica-se uma diferença significativa do número de alunos que utilizaram um conhecimento científico para responder tal questão. Percebeu-se que através das atividades experimentais, os alunos conseguiram diferenciar os processos de transmissão de calor, identificando-os e exemplificando situações que estes acontecem.

Figura 67 - Percentual das respostas dos alunos sobre o resfriamento das latas antes da apresentação do experimento.



Fonte: Produzido pela autora.

Figura 68 - Percentual das respostas dos alunos sobre o resfriamento das latas após a apresentação do experimento.



Fonte: Produzido pela autora.

Na sequência, realizou-se o experimento III sobre convecção térmica. Através deste experimento revisou-se os conceitos sobre densidades dos líquidos e aproveitou-se para retomar a questão discursiva 4 do pré-teste II. Em todos os experimentos apresentados, contextualizou-se com eventos familiares aos alunos para que essa aproximação com a realidade contribuísse para um aprendizado não mecânico. A atividade tinha caráter avaliativo e pelos discursos e respostas apresentadas, pôde-se perceber a evolução na compreensão dos conceitos.

É relevante ressaltar que a questão levantada na aula anterior sobre sensações térmicas e sobre as temperaturas da madeira e da maçaneta da porta, ainda não haviam sido assimiladas pelo aluno. Para isso acrescentou-se mais um experimento que a princípio não fazia parte do planejamento, mas que contribuiu de forma eficaz para o ensino e aprendizagem, permitindo avanço na concepção científica e apropriação adequada do conhecimento.

A utilização dessa nova atividade se fez necessária para esclarecer algumas dificuldades conceituais apresentadas na questão 3 discursiva do pré-teste II e a pergunta levantada na aula anterior sobre a temperatura da maçaneta e da parte de madeira de uma porta.

Nessa nova atividade fez-se uso de um cano de PVC e um cano de alumínio. Mediuse a temperatura dos dois objetos e os alunos puderam verificar que as temperaturas eram as mesmas, é importante ressaltar que a reação dos alunos foi de espanto. Só acreditaram porque mediram as temperaturas dos dois objetos. Mesmo verificando o que realmente aconteceu, muitos alunos, ainda duvidaram e a situação de espanto foi “agravada” porque ambos os canos apresentavam a mesma temperatura que o ar condicionado indicava.

Literaturas a respeito de concepções alternativas, informam que não é tarefa fácil superá-las já que os conhecimentos empíricos que os alunos trazem estão fortemente enraizados na sua estrutura cognitiva. Cabe ao professor, usar de recursos e estratégias que ofereçam aos alunos as melhores maneiras de se alcançar um aprendizado efetivo.

Ressalta-se que ao perceber que o conceito ainda não havia sido devidamente assimilado pelos alunos, foi necessário acrescentar um outro recurso e tal fato reitera a ideia de que a utilização de diferentes estratégias/ instrumentos de ensino favorecem o ensino e a aprendizagem.

Não existe garantia de aprendizagem quando se utiliza apenas um método de ensino, o aprendizado pode acontecer para alguns alunos, mas pode não acontecer para outros. Na perspectiva de que o conhecimento deve ser um direito de aprendizagem de todos é necessário que o professor ofereça abordagens, recursos e estratégias diversificadas.

Na sequência aplicou-se: (i) o texto de revista de Ciências (MI 3), (ii) atividade não presencial (MI 4), (iii) texto do livro texto (MI 5), (iv) construção do aquecedor solar (MI 6) e (v) jogo didático “Passa e Repassa” (MI 7) e as análises foram realizadas de forma a verificar a evolução e domínio sobre os conceitos físicos estudados.

Com a aplicação do MI 3, pôde-se exemplificar como os conceitos estudados podem ser aplicados em situações cotidianas, na sequência aplicou-se o MI 4, que aborda os mesmos conceitos do MI 3, porém de forma mais aprofundada e específica.

Nessa atividade, os alunos apresentaram um bom desempenho ao responderem o questionário sobre transferência de calor. É preciso ressaltar a importância de atividades que contenham questões que tragam familiaridade com o cotidiano dos alunos, porque é notório o interesse que os alunos apresentam. Algumas das perguntas feitas nessa atividade foram aproveitadas e aplicadas no MI7 como forma de consolidação da aprendizagem.

Na etapa seguinte aplicou-se o MI 6, que foi o recurso que mais motivou a participação dos alunos e instigou a curiosidade durante a montagem. O fato dos alunos fazerem parte do processo de ensino e aprendizagem trouxe alto nível confiança e autonomia para tentarem resolver os problemas que surgiram durante o processo de montagem.

Durante a execução dessa atividade, questionamentos de alta relevância científica foram levantados pelos alunos e com a orientação da professora, foram compartilhadas com os demais alunos. As dúvidas e observações levantadas pelos alunos foram reaproveitadas na aula 8, na qual apresentou-se o Aquecedor Solar de Baixo Custo(ASBC) pronto.

Objetivando-se fazer uma análise qualitativa esta aula foi gravada, e alguns diálogos foram registrados como diário de bordo para que pudessem ser retomados mais adiante. As conversas transcritas abaixo referem-se principalmente a Turma 2 que ficou responsável pelas pinturas e parte da montagem do aquecedor. Segue a transcrição de alguns questionamentos e diálogos que se apresentaram relevantes.

Professora: *“Por qual energia a água no AS é aquecida?”*

Resposta de um aluno: *“A energia do Sol”.*

Professora: *“Por qual forma de transmissão de calor essa energia chega?”*

Respostas dos alunos: *“Irradiação”.*

Pergunta de um aluno: *“Professora é a energia ultravioleta que faz o aquecedor funcionar?”*

Professora: *“Quais radiações que vocês conhecem que vêm do Sol?”*

Respostas dos alunos: *“Ultravioleta e Infravermelho”.*

Professora: *“A luz visível também está entre as principais radiações que chegam a Terra”.*

Pergunta de um aluno: “As garrafas PET poderiam ser verdes”?

Resposta de outro aluno: “Tem que ser transparente, assim o Sol entra com mais facilidade. Não é professora”?

Professora: “Alguns materiais podem ser transparentes à radiação para determinados tipos de ondas eletromagnéticas que possuem diferentes comprimentos de ondas e serem opacos a outras radiações. A garrafa PET é um bom exemplo de material que se comporta dessa maneira. A garrafa por ser transmissível à radiação emitida pelo Sol permite que essas radiações, principalmente as radiações visíveis entrem com facilidade, porém esta é opaca para as radiações infravermelhas, que são as radiações emitidas pelos corpos aquecidos dentro da garrafa”.

Aluno: “Tipo efeito estufa”?

Professora: “Sim. Nem toda radiação que entra, consegue sair. Por isso o aquecimento. Da mesma forma acontece no nosso planeta. A garrafa transparente faz o papel da atmosfera terrestre”.

Aluno: “Como acontece nos carros que ficam estacionados no Sol”.

Professora: “Verdade. Considerem um carro que está estacionado no Sol. Que material do carro, faz o mesmo papel das garrafas no aquecedor”?

Alunos: “O vidro”!

Pergunta de um aluno: “Professora, será que esse aquecedor funciona mesmo”?

Professora: “Funciona sim. Vamos ver assim que estiver pronto”.

Pergunta de um aluno: “Se não tivesse a garrafa, o cano não iria esquentar da mesma forma? Por que temos que colocá-la”?

Resposta de um aluno: “Deve ser para não deixar o cano estragar”..

Resposta de outro aluno: “Ela deixa o ar lá dentro mais quente”.

Professora: “Esquentaria também. Mas é a garrafa quem garante o efeito estufa.”

Pergunta de um aluno: “Professora essa tinta poderia ser brilhosa”?

Professora: “Vamos recordar sobre o experimento de radiação térmica nas latas. A lata brilhosa sem pintura absorve ou reflete mais o calor”?

Aluno(s): “Reflete”.

Professora: “Algumas pessoas usam protetor solar de carro no para-brisa para evitar que o carro aqueça muito no interior. O lado brilhoso do protetor deve ser voltado para fora do carro. O efeito da tinta brilhosa teria o mesmo efeito se fosse fosca”?

Aluno(s): “Não! A brilhosa iria refletir mais a luz do Sol, e o cano esquentaria menos”.

Pergunta de um aluno: “Se a parte brilhosa da caixa de leite ficasse para fora”?

Resposta do aluno: “A água iria esquentar, mas ia demorar mais não é”?

Pergunta do aluno: “Não seria melhor se os canos fossem de metal”?

Resposta do aluno: “Acho que o problema é o preço”?

Professora: “O metal é um bom condutor de calor, logo esquentaria rápido. A mesma facilidade que esses materiais condutores têm para esquentar têm para esfriar”.

Resposta do aluno: “Então, a noite quando não tivesse mais Sol, o cano iria resfriar logo”.

Professora: “Por qual processo de transmissão de calor a água dentro dos canos é aquecida”?

Respostas dos alunos: “Condução”!

Professora: “O metal é um material bom condutor de calor. Esquenta rápido e esfria rápido também. Fazendo uma comparação, o que vocês podem me dizer da panela de barro”?

Respostas dos alunos: “Sei que demora para esfriar. A moqueca continua fervendo mesmo depois que vai para mesa”.

Professora: “Então o barro é um bom condutor de calor”?

Respostas dos alunos: “Não”!

Professora: “Para quem já cozinhou na panela de barro, sabe que ela demora para esquentar, e conseqüentemente demora para esfriar”.

Professora: “E para o reservatório de água, vocês aconselham que seja de metal que é um bom condutor de calor, ou que seja de plástico”?

Respostas dos alunos: “Plástico”!

Na sequência, aplicou-se o texto 2 (APÊNDICE H), que consistia em uma atividade de sistematização e consolidação dos conteúdos e verificação de aprendizagem. Percebeu-se a estranheza dos alunos em ter que ler textos na disciplina de Física, porém destacou-se para eles a importância da leitura de texto na disciplina de Física.

É importante desenvolver o hábito da leitura, uma vez que, os livros de Física trazem informações relevantes e curiosas que são apresentadas de forma destacada para chamar a atenção dos estudantes. Esses recursos são oportunidades que o professor deve oferecer aos estudantes, aproveitando para ampliar ainda mais seus conhecimentos, já que, tais informações, geralmente fazem conexões entre o está sendo estudado e o concreto.

O segundo recurso mais atrativo foi o MI 7, essa atividade tinha caráter motivador, de consolidação e verificação da aprendizagem. Os alunos demonstraram-se muito empolgados com a ideia da competição e sugeriram que o jogo fosse usado para os próximos conteúdos. Para essa atividade reutilizamos um equipamento, que foi construído pelos alunos em uma feira de Física.

6.3 PÓS-TESTES

Com a aplicação do pós-teste (**APÊNDICE L**), última etapa da pesquisa, objetivou-se procurar indícios que mostrem qual a influência dos materiais instrucionais na evolução de conhecimentos a respeito dos tópicos de Termodinâmica que foram apresentados durante a pesquisa. No pós-teste usou-se 12 (doze) questões objetivas e 6 (seis) discursivas.

Optou-se por selecionar questões similares às objetivas do pré-teste II. Apenas as questões relacionadas ao ASBC (Q8, Q10 e Q12) não constavam na avaliação do pré-teste II. Essas questões apresentam um grau maior de aprofundamento e sintetizavam todo o conteúdo. Os pós-testes deram subsídios para avaliar ocorrência de aprendizagem significativa e através das respostas apresentadas, pôde-se avaliar se houve apropriação e domínio dos conceitos ensinados.

6.3.1 PÓS-TESTE – QUESTÕES OBJETIVAS

Para compor a parte objetiva do pós-teste selecionou-se questões similares do pré-teste II, pois desta forma é possível comparar as respostas para verificar se houve evolução na aprendizagem. Por exemplo, a questão Q1 do pré-teste II que avaliava sobre o conceito de calor foi comparada com a questão Q2 do pós-teste que também avaliava sobre o mesmo conceito. A representação das questões dos pós-teste ficou na forma Q_{ij} , onde o índice i indica o número da questão no pós-teste e o índice j o número da questão no pré-teste II. Interpreta-se da seguinte forma a questão Q_{21} : questão 2 do pós-teste que corresponde a questão 1 do pré-teste.

No Quadro 4 mostra-se a relação entre as questões do pré e pós-testes.

Quadro 4 - Relação ente as questões dos pré e pós-testes.

Pré-Teste	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀
Pós-Teste	Q ₂₁	Q ₁₂	Q ₆₃	Q ₄₄	Q ₆₅	Q ₁₀₆	Q ₆₇	Q ₉₈	Q ₃₉	Q ₂₁₀

Fonte: Produzida pela autora.

Assim como na análise do pré-teste, aplicou-se a estatística do AC para avaliar a consistência interna do pós-teste. Inicialmente, os valores encontrados para o AC (Tabela 8) das quatro turmas avaliadas, foram maiores em comparação aos encontrados no pré-teste. Tal fato significa maior consistência e homogeneidade nas respostas dos alunos.

Além disso, diferentemente da discrepância existente nas respostas do pré-teste II, os resultados do pós-teste apresentaram alto número de acertos (Tabela 8), tais fatores indicam que a segurança nas respostas aumentou. Em um segundo momento, para verificar persistências nas concepções alternativas, comparou-se as questões objetivas similares do pré-teste II com o pós-teste. O resultado detalhado da pontuação de cada turma encontra-se no **APÊNDICE M**.

Tabela 8 - Comparação entre os AC dos pré e pós-testes.

Turma	AC pré-teste	AC pós-teste
T1	0,45	0,78
T2	0,46	0,76
T3	0,46	0,76
T4	0,30	0,62

Fonte: Produzida pela autora.

Considerando os valores de referência utilizados neste trabalho (Tabela 1), tem-se que os valores dos índices do AC para os pós-teste são categorizados como substancial. Tal resultado é importante, pois além de mostrar que o resultado médio das turmas pode ser utilizado com um melhor grau de confiança e precisão, indica que as turmas, independentemente da média final, estão mais homogêneas.

Sabendo que para o pós-teste a média da turma é um parâmetro razoável, podemos inferir, mesmo de forma prematura, que o número de acertos, mostram que houve evolução por parte dos alunos no que diz respeito a conceituar e diferenciar temperatura, calor e suas formas de propagação.

Na Tabela 9 mostra-se a porcentagem de acertos das turmas para cada questão, novamente é importante observar que não existem grandes diferenças entre os índices de acertos quando comparamos a mesma questão para as diferentes turmas, principalmente quando comparamos com os resultados do pré-teste (Tabela 3).

Este fato é um forte indício que a utilização dos diferentes materiais instrucionais promoveu uma homogeneidade que antes não foi observada. Este fator é muito importante, pois sabendo que a turma possui uma base conceitual mais ou menos igual o professor terá mais segurança para trabalhar conteúdos futuros que dependem conceitualmente dos conceitos abordados neste trabalho.

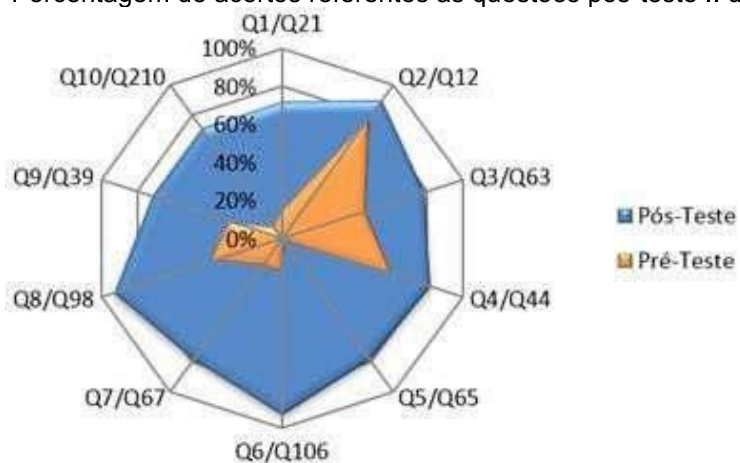
Tabela 9 - Porcentagem de acertos dos pós-teste das turmas T1, T2, T3 e T4.

Turmas	Q21	Q12	Q63	Q44	Q65	Q106	Q67	Q98	Q39	Q210
T1	71%	89%	79%	82%	79%	93%	79%	93%	71%	71%
T2	79%	83%	83%	79%	83%	75%	83%	88%	75%	79%
T3	70%	73%	73%	87%	73%	83%	73%	87%	77%	70%
T4	67%	67%	83%	78%	83%	83%	83%	89%	72%	67%

Fonte: Produzida pela autora.

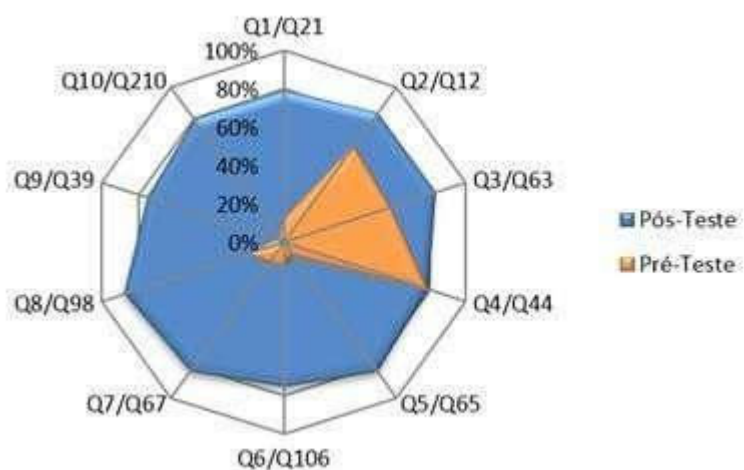
Para uma melhor compreensão do desempenho de cada turma, uma comparação entre as turmas e uma comparação com os resultados do pré-teste, apresenta-se nas Figuras 69 – 72, os percentuais médios de acertos por questão de cada turma em forma de um gráfico do tipo radar.

Figura 69 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T1.



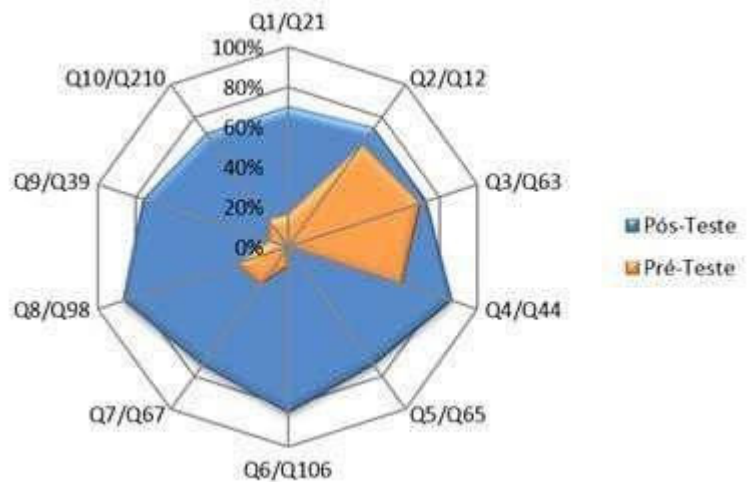
Fonte: Produzida pela autora.

Figura 70 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T2.



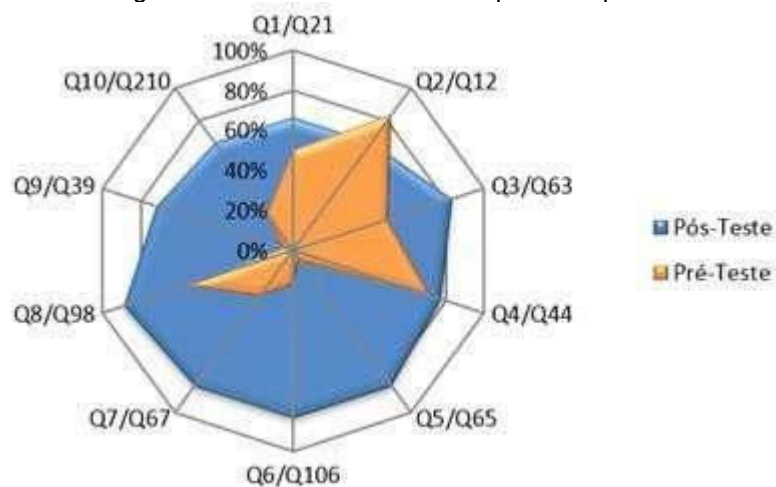
Fonte: Produzida pela autora.

Figura 71 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T3.



Fonte: Produzida pela autora.

Figura 72 - Porcentagem de acertos referentes às questões pós-teste II da turma T4.



Fonte: Produzida pela autora.

É notável as diferenças entre os gráficos referentes ao pré-teste e pós-testes. A diferença mais importante é que no pós-teste não existe uma oscilação muito grande entre o desempenho dos alunos por questão, tal fato indica que os alunos estão resolvendo as questões com mais segurança e com um “padrão” mais bem definido.

Observa-se pelos gráficos, que as questões do pós - teste Q21, Q12 e Q210 são as questões que apresentaram praticamente os mesmos resultados do pré-teste II. Deve-se lembrar que os resultados dessas questões do pré-teste, apresentaram-se altas pelo fato de terem duas alternativas de respostas corretas, o que garantiu alto número de acertos.

Analisando por meio dos gráficos, percebe-se que não houve melhora de rendimento, permanecendo o resultado praticamente inalterado, porém deve-se ressaltar que para o pós-teste, essas questões similares apresentaram apenas uma opção de resposta correta. Apesar dessas questões não apresentarem graficamente melhora nos resultados, deve-se considerar que houve evolução na aprendizagem. Basta levar em consideração que no pré-teste, existia a vantagem de maior chance de acertos, o que já não foi oportunizado para o pós-teste. Pode-se concluir que para o pós-teste, a confiabilidade nas respostas pode ser considerada real e confiável, ao contrário do que ocorreu no pré-teste, no qual os alunos variavam entre as duas alternativas, a correta e a parcialmente correta.

Apesar da utilização de diferentes instrumentos e estratégias de ensino, ao se trabalhar os conceitos de temperatura e calor, observou-se que nestes pontos os alunos ainda apresentam concepções alternativas, como por exemplo, de que calor é uma substância pertencente ao corpo. Isso acontece devido solidez com que esses conceitos estão estabelecidos no cognitivo do aluno.

Por outro lado, ressalta-se os esforços dos alunos em substituir frases como “Eu tenho calor”, “Eu estou com calor” ou “O calor está entrando” por frases fisicamente corretas. De forma geral, ocorreu um equilíbrio entre esses dois saberes, o senso comum e o cientificamente correto, em alguns casos os próprios alunos perceberam este uso de forma concomitante.

Em um trabalho intitulado “Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura”, os autores Hülsendeger, Costa e Cury (HÜLSENDEGER, COSTA E CURY, 2006), afirmam que:

São construções pessoais dos alunos, elaboradas de forma espontânea na sua interação cotidiana com o mundo que os cerca. São incoerentes do ponto de vista científico, embora não tenham por que sê-lo do ponto de vista do aluno; na verdade, costumam ter bastante poder de predição em relação aos fenômenos cotidianos. São, geralmente, estáveis e resistentes à mudança; persistem, apesar da instrução científica. Têm caráter implícito, diante do caráter explícito das ideias científicas. (Hülsendeger, Costa e Cury, 2006, p.3).

A compreensão do conceito de calor como uma forma de energia em movimento ou como transferência de energia térmica entre corpos que se encontram em temperaturas diferentes é um conceito muito abstrato e difícil de ser entendido. É importante que o material didático usado, traga informações que faça o aluno compreender gradualmente que calor não é propriedade da matéria como massa, volume, temperatura, sua carga elétrica, que o faça compreender que um corpo não tem calor.

É importante a todo tempo insistir que são necessárias determinadas condições para que haja energia térmica, sendo a mais importante, a existência da diferença de temperatura entre dois corpos. Tendo esses conceitos bem estabelecidos, o aluno começa a entender que temperatura e calor não são sinônimos, que temperatura caracteriza o estado de um corpo e pode ser medida, ao passo que o calor é uma energia que se transmite de um corpo para o outro.

6.3.2 PÓS-TESTE – QUESTÕES DISCURSIVAS

A segunda parte do pós-teste é constituída por 6 questões discursivas. As análises das questões discursivas do pós-teste, foi realizada de forma similar às questões discursivas dos pré-testes. Analisou-se as produções dos alunos para se verificar como se apresentavam as respostas dadas após a aplicação dos MI.

A primeira questão refere-se à condição de trocas de calor. A segunda e terceira questão referem-se aos conceitos de calor, a quarta questão sobre radiação de corpos negros, a quinta e sexta questão, mais específicas, referem-se aos processos de transferência de calor.


Na questão 1, mostrava-se a imagem de um copo com água e gelo e questionava-se se na situação mostrada havia trocas de calor (Figura 73). A intenção era conhecer se houve evolução conceitual em relação às questões objetivas Q3 e Q5 do pré-teste II, nas quais identificou-se em suas concepções, que os alunos acreditavam não existir presença de energia térmica se os corpos estão frios.

Figura 73 - Questão discursiva 1 do pós-teste.

A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água, está havendo transferência de calor?

Sim Não

Se sim, de que forma acontece?



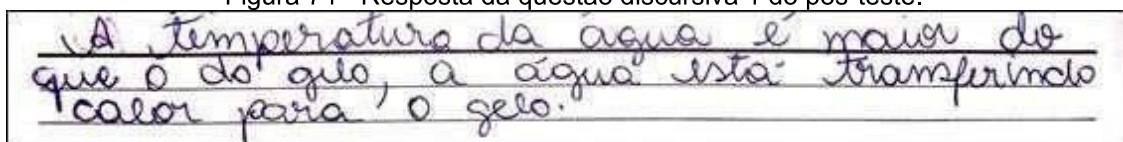
Fonte: Produzida pela autora.

Do total de 100 (cem) alunos que participaram do questionário, todos responderam corretamente que estaria havendo trocas de calor. Diante disto, pode inferir que os alunos entendem que apesar dos corpos estarem frios, havia diferença de temperatura entre a água e o gelo e conseqüentemente troca de calor.

Ao explicarem a forma que estava havendo as trocas de calor, prevaleceram respostas corretas como: “A água transfere calor para o gelo por condução térmica”; “A água por ter maior temperatura, transfere calor para o gelo.” Ou “O gelo recebe calor da água.” Apenas três alunos responderam de forma incorreta que estaria havendo transferência de temperatura, persistindo na ideia de que calor e temperatura são sinônimos.

Na Figura 74, tem-se uma resposta na qual o aluno fez uso correto dos conceitos e terminologia física. Tal resposta é bastante diferente das apresentadas na questão Q3 do pré-teste II, na qual os alunos entendiam que corpos frios não transmitiam calor. Nessa atividade o que se observou foi uma discreta transição de uma concepção de senso comum para uma concepção científica.

Figura 74 - Resposta da questão discursiva 1 do pós-teste.

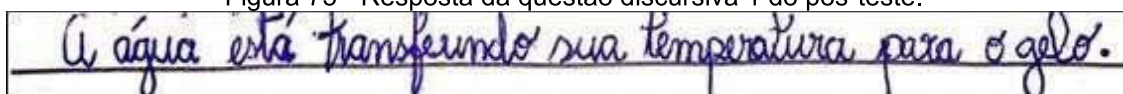


A temperatura da água é maior do que o do gelo, a água está transferindo calor para o gelo.

Fonte: produzida pela autora.

Mesmo que a grande maioria dos alunos tenha feito uso dos conceitos e terminologias estudadas, alguns ainda apresentaram fortes indícios da concepção de que temperatura e calor são sinônimos (Figura 75). Ainda é possível identificar a ideia de que temperatura pode ser transferida de um corpo para outro, indicando a persistência de concepções alternativas.

Figura 75 - Resposta da questão discursiva 1 do pós-teste.

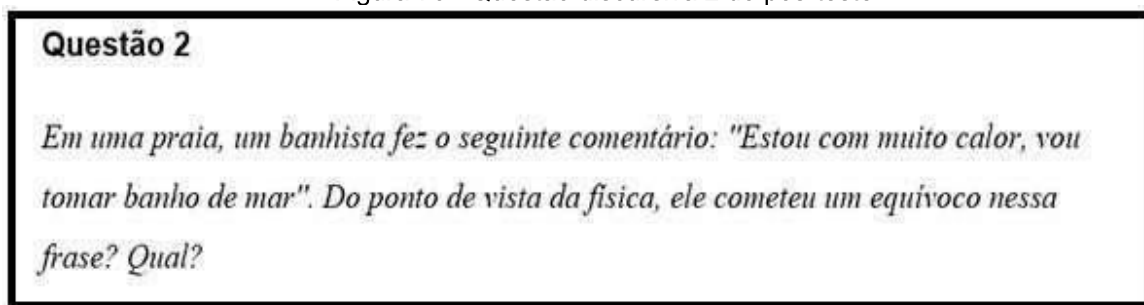


A água está transferindo sua temperatura para o gelo.

Fonte: produzida pela autora.

Na segunda questão (Figura 76) do pós-teste trabalhava-se para verificar se a ideia de calor como energia havia sido usada para responder à questão ou se a ideia de calor como propriedade do corpo ainda persistia.

Figura 76 - Questão discursiva 2 do pós-teste.



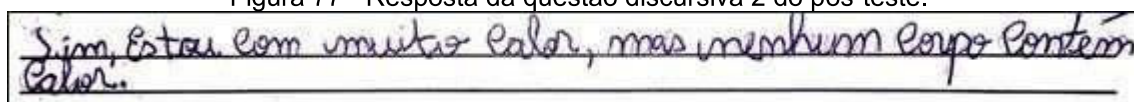
Fonte: Produzida pela autora.

Nesta questão, todos os alunos responderam corretamente que um corpo não “contém”, não “guarda” ou “prende” calor, ou seja, os alunos já conseguem desvincular o conceito de calor a esses verbos que sugerem armazenamento.

Além disso, 73 alunos dos que responderam corretamente, também usaram termos como transferência de calor ou de energia térmica ou o fato do corpo receber ou ceder calor para justificar a resposta. Por outro lado, outros 26 alunos, responderam apenas que o erro estava na parte da frase “Estou com calor”, e apenas um aluno usa a palavra temperatura como significado de calor.

Na resposta mostrada na Figura 77, nota-se que o aluno conseguiu desvincular ao conceito de calor o verbo de posse, ou seja, ele entendeu que cientificamente os termos “Eu tenho calor”, “Estou com calor” não estão corretos, embora saibam que no cotidiano, esses termos são muito usados pelas pessoas.

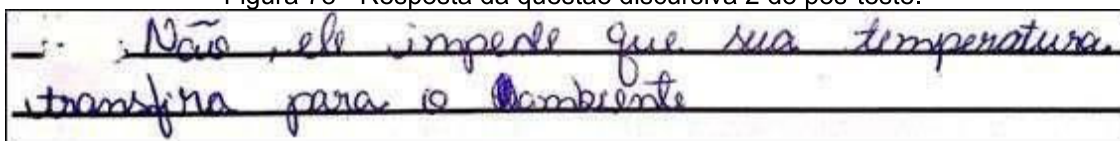
Figura 77 - Resposta da questão discursiva 2 do pós-teste.



Fonte: produzida pela autora.

Por outro lado, na Figura 78 tem-se um exemplo de resposta que mostra a persistência de um senso comum de que temperatura é sinônimo de calor, indicando que para esse aluno, temperatura pode ser transferida de um corpo para outro.

Figura 78 - Resposta da questão discursiva 2 do pós-teste.

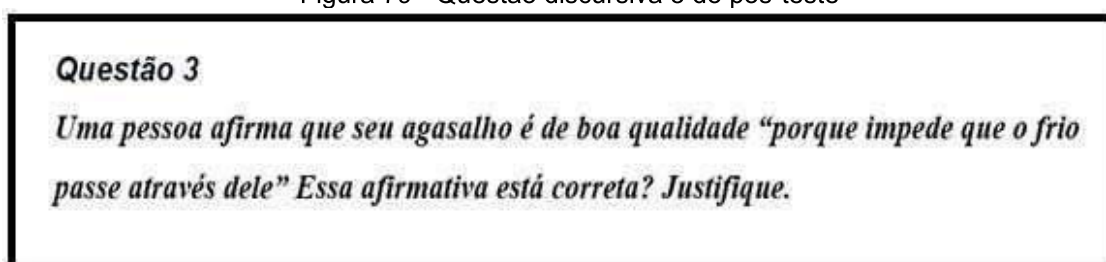


:- Não, ele impede que sua temperatura transfira para o ambiente

Fonte: produzida pela autora.

A terceira questão (Figura 79) do pós-teste, além de permitir que o aluno represente suas ideias sobre “o frio”, também os leva a externar o que consideram ser função de um isolante térmico.

Figura 79 - Questão discursiva 3 do pós-teste



Questão 3
Uma pessoa afirma que seu agasalho é de boa qualidade “porque impede que o frio passe através dele” Essa afirmativa está correta? Justifique.

Fonte: Produzida pela autora.

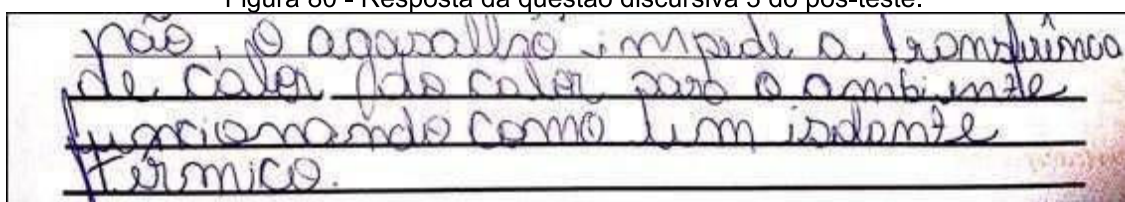
Do total de alunos, 91 (noventa e um) responderam corretamente que o agasalho é um isolante térmico, sendo que 68 desses alunos, explicaram adequadamente que o agasalho impede a transferência do calor do corpo para o ambiente, impedindo que o homem sinta frio.

Apenas 9 alunos responderam de forma inadequada atribuindo temperatura ao significado de calor, como por exemplo, na frase “Não, ele impede que sua temperatura seja transferida para o ambiente”.

É significativo que nenhuma das respostas houve insinuação que o frio é uma propriedade da matéria. O número de alunos que responderam corretamente a essa questão indica que eles conseguiram entender a função dos isolantes térmicos e que “o frio” ou “a sensação de frio” são apenas uma consequência da transferência de calor.

Na Figura 80, tem-se um exemplo de resposta coerente produzida por um aluno, onde ele expõe em sua produção que o agasalho funciona como um isolante térmico dificultando trocas de calor de seu corpo para o ambiente.

Figura 80 - Resposta da questão discursiva 3 do pós-teste.



Fonte Produzida pela autora.

Na questão 4 (Figura 81) é mostrado o sol, indicando um dia quente e dois personagens, um com roupas claras e o outro com roupas escuras. Pela representação, o personagem de roupas escuras está suando mais em comparação com o outro. Com base na representação é perguntado por que apenas um deles está muito suado, se os dois estão expostos ao mesmo "sol".

Figura 81 - Questão discursiva 4 do pós-teste.

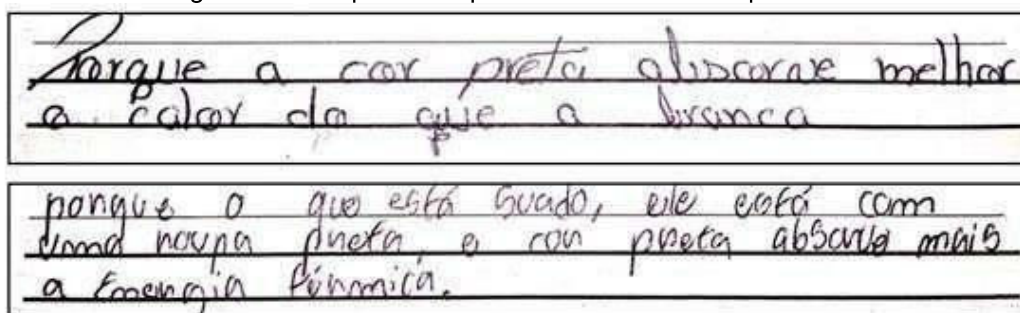


Fonte: Produzida pela autora.

Nesta questão, aborda-se à absorção de calor, assim como a questão 6 do pré-teste I e o experimento 2 do MI2, e o ASBC. Todos os alunos responderam que o motivo do suor era a camisa preta que absorvia mais calor que a camisa clara. Outro fato importante é que dos 100 (cem) alunos que responderam à questão, 61 (sessenta e um) alunos usaram o termo energia térmica ao invés de calor, mostrando que assimilaram o sentido de calor na linguagem científica.

Na Figura 82, têm-se dois exemplos de respostas dadas pelos alunos.

Figura 82 - Resposta da questão discursiva 4 do pós-teste.



Fonte Produzida pela autora.

As duas últimas questões discursivas do pós-teste são mais específicas e apresentam um grau de complexidade maior. Nelas não se objetiva somente verificar evolução nos conhecimentos prévios, mas verificar o grau de domínio dos alunos dos conteúdos trabalhados. Essas questões não se relacionam com nenhuma questão do pré-teste, pois referem - se a identificação dos processos de transmissão de calor como condução, convecção e irradiação térmica.

Na quinta questão (Figura 83), o aluno deveria identificar a convecção térmica como o processo de transmissão de calor, explicando sobre a relação do processo de trocas de calor e a movimentação do ar devido à diferença de densidades. Todos os alunos identificaram como convecção o processo de transmissão de calor.

Do total de alunos que responderam à questão 78 (setenta e oito) explicaram sobre o movimento do ar, afirmando que o ar frio tende a descer e o ar mais quente, tende a subir, sem mencionar sobre diferença de densidade. Apenas 13 (treze) responderam corretamente explicando como ocorrem as trocas de calor identificando o processo de convecção, 8 (oito) alunos responderam apenas “convecção térmica” e para apenas 1 (um) aluno a temperatura ainda é sinônimo de calor.

Figura 83 - Questão discursiva 5 do pós-teste.

Questão 5

Nos refrigeradores, o congelador fica na parte superior para facilitar as trocas de calor. Aconselha-se que as carnes fiquem nas partes de cima para serem melhor conservadas e os vegetais nas partes de baixo por serem pouco resistentes a baixas temperaturas. Usando seus conhecimentos sobre transferência de calor, explique o motivo do congelador estar localizado na parte superior do refrigerador?

Fonte Produzida pela autora.

Na Figura 84, mostra-se uma explicação sobre o movimento do ar, afirmando que o ar frio tende a descer e o ar mais quente, tende a subir e na Figura 85 mostra - se uma resposta na qual o aluno identifica o tipo de transferência de calor indicando consegue diferenciar o processo de transmissão que está acontecendo.

Figura 84 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.

O congelador precisa estar na parte superior do refrigerador, para que haja transferência de calor, o ar frio desce e o ar quente sobe para que refrigere todo o ambiente.

Fonte Produzida pela autora.

Figura 85 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.

Para que haja uma melhor troca de calor a circulação do ar.

Fonte Produzida pela autora.

Já na Figura 86, tem-se uma das respostas na qual o aluno utiliza as diferenças de densidade do ar para explicar o processo de resfriamento que ocorre na geladeira. E na Figura 87, tem-se a resposta do aluno de ainda utiliza temperatura e calor como sinônimos.

Figura 86 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.

Porque o ar frio é mais denso ~~do~~ fazendo com que ele desça resfriando toda a geladeira.

Fonte Produzida pela autora.

Figura 87 - Resposta da questão discursiva 5 do pós-teste.

Para acontecer a troca de temperatura

Fonte Produzida pela autora.

Um fato que chama a atenção é que as questões que trazem familiaridade aos alunos facilitam a assimilação e proporcionam maior interação com o professor. O bom resultado encontrado para a questão 5 deve-se a essa estratégia. Além das aulas expositivas, trabalhou-se essa questão no experimento 3 do MI2, na atividade não presencial e na construção do ASBC.

Na sexta questão (Figura 88) engloba-se todos os conceitos que foram ensinados. Através desta questão é possível identificar se o aluno tem domínio sobre os conceitos ensinados e se a aplicação do MI5 contribuiu para a aprendizagem. Neste ponto, é importante lembrar que durante o desenvolvimento do trabalho objetivamos fazer uso da diferenciação progressiva, que consistiu na introdução dos conteúdos partindo das ideias mais gerais e inclusivas e progressivamente diferenciando-as com tópicos mais específicos, para organizar o conhecimento da melhor forma na estrutura cognitiva do aprendiz.

Figura 88 - Questão discursiva 6 do pós-teste.



Fonte Produzida pela autora.

Também, ressalta-se que tanto através do MI5 quanto com a questão seis, objetivamos promover a reconciliação integradora, que segundo Ausubel, tem a função de fazer a interligação entre os diferentes conteúdos apresentados, relacionando e apontando as semelhanças e diferenças das proposições e conceitos e que segundo Moreira:

Quando aprendemos de maneira significativa, temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas [...]. (MOREIRA, (2011, p.22).

Ao observar todos os resultados pode-se dizer que eles foram satisfatórios e que a expectativa inicial do trabalho que era a promoção da aprendizagem significativa sobre os processos de transmissão de calor, foi atingida.

Ao se trabalhar de forma diversificada os conceitos necessários para a compreensão do funcionamento do ASBC, favoreceu um aprendizado gradativo e sistemático. A aplicação do MI 5 pode ser considerado um dos grandes responsáveis, pelo bom desempenho dos alunos nas avaliações do pós-teste.

Pelas respostas dos alunos, percebeu-se segurança e domínio dos alunos ao identificar e diferenciar os três processos de transferência de calor.

Faz-se necessário ressaltar a importância das atividades com caráter motivador, que naturalmente promoveram a interação entre aluno/aluno e aluno/professor propiciando um ambiente de aprendizado prazeroso. Levando em consideração o resultado final das avaliações, pode-se garantir que as etapas do trabalho, mostraram-se eficazes para o ensino e aprendizado, e despertaram o entusiasmo nos alunos em querer aprender Física.

Em síntese, foi possível constatar que os resultados obtidos indicaram que as contribuições dos MI aplicados, foram essenciais para despertar no aluno a vontade de aprender e querer participar das atividades propostas, levando-os à apropriação dos conhecimentos, além de promover maior interação entre eles. A comparação entre os resultados dos pós-testes com as dos pré-testes permitiu analisar o “efeito” das etapas intermediárias, comprovando o sucesso alcançado ao final do trabalho.

7. CONCLUSÃO

Realizou-se neste trabalho uma investigação para verificar se a aplicação de diferentes estratégias para o ensino dos processos de transmissão de calor contribuiria para a ocorrência da aprendizagem significativa. A metodologia foi fundamentada nas premissas da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A partir dos resultados e análises dos pré-testes, constatou-se a presença de fortes concepções alternativas a respeito dos conceitos de calor e temperatura. Dentre tais concepções, destaca-se três: A primeira consiste na ideia de que temperatura pode ser fria ou quente, a segunda que calor e temperatura são palavras sinônimas, que fazem referência a um único conceito físico e por último, a ideia de que frio e calor são propriedade de um corpo.

Além disso, a utilizou-se o método estatístico Alfa de Cronbach para verificar a consistência estatística do pré-teste compreendendo questões fechadas. Os resultados obtidos indicaram que em todas as turmas o pré-teste não apresentava consistência estatística, ou seja, qualquer conclusão baseada no resultado médio é no mínimo imprudente. Outro ponto importante é que a inconsistência estatística apresentada indica que não existe uma “uniformidade” nas concepções alternativas apresentadas pelos alunos.

Considerando tais resultados e o princípio que a simples repetição de um conceito, não garante o aprendizado, buscou-se construir uma série de atividades utilizando diferentes instrumentos de forma que fosse oportunizado aos alunos diferentes caminhos para que eles fossem reformulando seus próprios conceitos a partir dos novos conceitos inseridos.

Em um primeiro momento, viu-se a necessidade de diferenciar temperatura de calor para então seguir adiante nos processos de transferência de calor. Durante a aplicação do MI, e por meio das respostas dos alunos, percebeu-se como era de se esperar, a persistência de certas concepções, porém observou-se também, ocorrência de evolução conceitual.

A análise qualitativa das atividades realizadas durante a intervenção revelou equilíbrio entre o senso comum e os conceitos científicos, entretanto, apesar dessa constatação, é notória a evidência de que os alunos se apropriaram gradativamente dos conceitos trabalhados, sabendo aplicá-los adequadamente nas atividades propostas.

Estudos desenvolvidos sobre concepções alternativas, apontam que as construções pessoais do indivíduo, incoerentes do ponto de vista científico, são geralmente estáveis e resistentes às mudanças, apesar da instrução científica.

Assim, poderemos, quem sabe, aceitar melhor que os alunos convivam “pacificamente” com diferentes conceitos; alguns cientificamente corretos (pelo menos à luz do conhecimento atual) e outros mais próximos do senso comum, não significando com isso que não tenha ocorrido algum tipo de aprendizagem. (HÜLSENDEGER; COSTA; CURY, 2006, p.11).

Estruturou-se uma proposta de ensino potencialmente significativo, priorizando a utilização de situações que fossem familiares ao cotidiano dos alunos, a fim de estabelecer uma conexão entre o que se aprende na sala de aula com o que se presencia no dia a dia.

Verificou-se que a prática de aproximar o que se quer ensinar com o cotidiano possibilitou que experiências fossem compartilhadas enriquecendo informações ao conhecimento científico, além de permitir maior envolvimento dos alunos sinalizadas por meio de frequentes perguntas e relatos de depoimentos sobre situações vivenciadas ou conhecidas por eles.

Tomou-se cuidado em não tentar suprimir tais concepções para evitar aprendizagem mecânica, mas procurou-se utilizar estratégias diversificadas que permitissem os acompanhamentos da evolução dos alunos sobre os conceitos fundamentais de Termodinâmica.

Durante o desenvolvimento dos MI, pôde-se constatar que as estratégias adotadas, juntamente com a mediação da professora, promoveram excelentes resultados, atingindo a expectativa de uma aprendizagem significativa.

Concluiu-se que para atingir um resultado satisfatório, não bastam apenas estratégias diversificadas é necessário que essas estratégias provoquem nos alunos o interesse em participar, que despertem a curiosidade, a predisposição em aprender, a vontade de se expressar e a percepção de que ele também faz parte do processo de ensino e aprendizagem.

Em síntese, avaliou-se que apesar dos estudantes apresentarem fortes concepções alternativas sobre os conceitos de temperatura e calor, o material utilizado, mostrou-se potencialmente significativo, contribuindo para evolução correta desses conceitos, além de possibilitar aos alunos a capacidade de estabelecer relações entre o conteúdo estudado e os fenômenos observados no seu dia a dia, bem como identificar e diferenciar as três formas de transferência de energia.

Diante da proposta apresentada, mostraram-se motivados e predispostos a participarem das atividades, o que favoreceu a ocorrência da aprendizagem significativa.

Em todas as atividades aplicadas, foram oportunizados momentos para que os alunos compartilhassem seus conhecimentos e externassem sua forma de compreensão. Dentre todas as atividades que ofereceram essas condições para o aprendizado, destacam-se três que foram marcantes para os alunos e para a professora: a construção do aquecedor, o jogo de competição e a produção do vídeo.

A maior prova de que tais atividades permitiram maior envolvimento dos alunos, foi a mudança de postura de um aluno com transtorno do espectro autista. Antes da aplicação da pesquisa, esse aluno jamais quis participar de qualquer atividade diferenciada oferecida, inclusive não aceitando assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Gradativamente e de forma espontânea, a inclusão foi acontecendo. Ele foi o aluno que mais contribuiu com doações de materiais para a confecção do ASBC e se voluntariou para encenar e editar o vídeo produzido pela turma. Não existe prova maior de que dependendo do método de ensino, este pode causar transformações no indivíduo.

Verifica-se, também que as metodologias aplicadas, permitiram a inserção dos alunos no processo de ensino e aprendizado, fazendo-os perceber sua importância nesse cenário. Ao fim da pesquisa, os alunos me questionaram se todas as aulas dali por diante seriam da mesma forma. Não há evidência maior de que a metodologia adotada, além de contribuir para aprendizagem significativa, trouxe contentamento e prazer dos alunos em assistirem as aulas o que os levou a querer e a gostar de aprender Física.

As principais dificuldades encontradas durante a execução da metodologia encontravam-se na quantidade de alunos por sala, que era muito grande em média 37 alunos e o pouco tempo disponibilizado para a aplicação da UEPS.

Em relação aos alunos, dentre os aspectos positivos que englobaram este trabalho, destacam-se a comprovação do aprendizado, o interesse, o prazer que demonstraram em realizar as atividades e a socialização que ocorreu em todos os eventos.

É relevante ressaltar a importância do mestrado para o desenvolvimento profissional do professor. Através dessa formação, foi possível refletir sobre a importância de inserir novas práticas e perceber os impactos positivos causados pela pesquisa vivenciada. A experiência de desenvolver um ensino respaldado na TAS, trouxe contribuições que se refletiram em um excelente resultado para o ensino e para a aprendizagem de todos os envolvidos no trabalho, tanto para o professor quanto para os alunos.

Por todas essas considerações a respeito do trabalho desenvolvido, é merecido que este seja levado adiante para aplicações futuras em sala de aula, vislumbrando sempre os objetivos de fazer o aluno ter prazer em aprender que conseqüentemente o levará a uma aprendizagem significativa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANO, J. A. **Manual Sobre a Construção e Instalação do Aquecedor Solar com Descartáveis.** Santa Catarina. 48 p. 2008. Disponível em: <http://www.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf> Acesso em: 19 set. 2017

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, p. 186, junho, 2003.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa, 2003.

BONADIMAN, H. NONENMACHER, S. E. B. **O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica; Câmara de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 26 ago. 2019.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2006.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2002.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais. Bases Legais.** Brasília: MEC, 2000.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2000.

BZUNECK, J.A.; GUIMARÃES, S.E.D. **Motivação para Aprender: aplicações no contexto educativo**. 2. ed. Petrópolis/RJ: Editora Vozes, 2010.

DWORAKOWSKI, L. A.Q.; MARRANGHELLO, Guilherme F.; DORNELES, Pedro F.T. **“O aquecedor solar na sala de aula”**. In. Experiências em Ensino de Ciências. V. 5(2), s/d, pp. 147-162, 2010.

ESPÍRITO SANTO (ESTADO). **Secretaria da Educação. Currículo Básico Escola Estadual. Ensino médio: área de Ciências da Natureza**, v 2 p.81. Secretaria da Educação. Vitória: SEDU, 2009. Acesso em: 13 nov. 2017.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: Interação e Tecnologia**, Volume 2. 2ª edição. São Paulo: Leya, 2016.

GREF- **Grupo de Reelaboração de Ensino de Física - Instituto de Física da USP**. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2017.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C; COSTA, Denise K.; CURY, Helena N. **Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura. ACTA SCIENTIAE** – v.8 – n.1 – jan./jun. 2006. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/106/99> Acesso em: 09 de set. 2017

KÖHNLEIN, J. F. K., & PEDUZZI, S. S. **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura**. Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências, 2 (3), 84–96, 2002 Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4133/2698> Acesso em: 12 ago. 2017

LUDKE, E.; ADORNES, A.G.R.; GOMES, Cezar A.; ADORNES, R. B. **Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de Física**. In Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 1503 , 2013.

MALHEIROS, B.T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. São Paulo: LTC, 2011.

MARQUES, N. L. R.; ARAÚJO, Ives S. “**Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em Física térmica**”. *Experiências em Ensino de Ciências – V5(3)*, pp. 131-152, 2010.

MEDEIROS, Alexandre. **Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico a teoria ao calor como uma forma de movimento**. In *Revista Física na Escola*, v. 10, n. 1, 2009.

MONTEIRO, Marco Aurélio A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, Alberto. **Proposta de atividade para abordagem do conceito de entropia**. In *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 2: p. 367-378, ago. 2009.

MOREIRA, M. A; ELCIE, F.S.M. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel** 2ª edição. São Paulo: 2016

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1ª edição. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Metodologia de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pd> Acesso em: 05 ago. 2017.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H.; **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. In *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. **Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica.** Revista Química Nova na Escola, número 7, maio 1998, pp. 30-34.

PACCA, J. L. A; VILLANI, A.; HOSOUME, Y. **Conceitos Intuitivos e Conteúdos formais de Física: Considerações.** Instituto de Física, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://web.if.usp.br/bib/sites/web.if.usp.br/bib/files/PDFs /pd390.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2018.

PASSOS, J. C. **Os experimentos de Joule e a primeira lei da Termodinâmica.** In Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3603 (2009).

PEDUZZI, L. O. Q., Sobre a resolução de problemas no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.14, n.3, p. 229-253, 1997.

SILVA, Ana Paula B.; FORATO, T. C. de Melo; GOMES, J. L. de A. M. **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.** In Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 492-537, dez. 2013.

SILVA, Dirceu da; CARVALHO, A. M. P.; NETO, V. **Ensino da distinção entre calor e temperatura: Uma visão construtivista.** In: Pesquisas em ensino de ciências e matemática[S.l: s.n.], 1997.

SILVA, J. C.; ROTTA, R.; GARCIA, I. K. **O forno solar como ponte entre a Física e o conforto das edificações.** In Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 345-366, ago. 2018.

SILVA, M. G. L.; Núñez, I. B. **Trabalhando as concepções alternativas.** Disponível em: <http://old.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/190.pdf> Acesso em: 21 Jan. .2018.

SILVA, O.H. M.; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. **Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula.** In Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 3: p. 383-396, dez. 2008.

SOUZA, M. A. S.; SILVA, B. V. da C. **“Calor, temperatura, poções e magias: o uso do rpg como ferramenta avaliativa em aulas de Física no ensino médio”**. In Experiências em Ensino de Ciências V.9, No. 1 2014

SOUZA, P. V. S.; DIAS, P. M. C; SANTOS, F. M. P. **Ensinando a natureza estatística da segunda lei da Termodinâmica no Ensino Médio**. In Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2502 (2013).

VIEIRA, S. **Alpha de Cronbach**: Campinas, 2015. Disponível em: <http://soniavieira.blogspot.com/2015/10/alfa-de-cronbach.html> Acesso em: 28 ago. 2018.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu,.....,RG....., responsável pelo(a) aluno(a).....

dou meu consentimento livre e esclarecido para o aluno participar como voluntário (a) do projeto de pesquisa que tem como objetivo avaliar as Principais Dificuldades Conceituais em Física dos Alunos do Ensino Médio. Esta pesquisa é de responsabilidade do Prof. Dr. Rodrigo Dias e da discente Luciana Vianna Gomes Alvarenga, do Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física, na UFES. Assinando este termo estou ciente de que:

- Este estudo tem como principal objetivo avaliar qualitativamente as dificuldades conceituais em Física, referente ao conteúdo de Termodinâmica, dos alunos da EEEFM “Rômulo Castello”.
- Durante este estudo serão aplicados testes. Esses testes não irão interferir nas notas trimestrais dos alunos, serão apenas testes diagnósticos e não serão identificados.
- Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação no referido estudo.
- Estou livre para interromper, a qualquer momento, minha participação na pesquisa sem sofrer qualquer forma de retaliação.
- Meus dados pessoais serão mantidos em sigilo.
- Autorizo divulgação da imagem do (a) aluno (a) em fotos e vídeos exclusivamente para fins acadêmicos. Sim Não
- Os resultados gerais obtidos nesta pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos propostos, incluída sua publicação em congresso, em revista científica especializada ou trabalho de conclusão de curso.

Informações complementares

Orientador do Projeto:
Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira
Telefone: +55 (27) 3312-1655
e-mail: rodrigo.pereira@ufes.br

Pesquisadora responsável:
Luciana Vianna Gomes Alvarenga
Telefone: +55 (27) 99245-1178

Serra,..... de fevereiro de 2018.

Assinatura do responsável

APÊNDICE B – PRÉ-TESTE I

Prezado aluno, é importante que você expresse a sua mais franca opinião.

1-PROCEDIMENTO:

Dispondo de três recipientes, o primeiro contendo água com gelo, o segundo água à temperatura ambiente (morna), o terceiro contendo água aquecida a uma temperatura de aproximadamente 50°C, siga os seguintes passos:



I) Coloque uma mão na água gelada e a outra na água quente durante 30s.

II) Depois coloque as duas mãos na água à temperatura ambiente pelo mesmo tempo.

III) Observe a sua sensação de temperatura ao colocar suas mãos na água morna.

2-ATIVIDADE A SER REALIZADA:

Utilizando as palavras FRIO, QUENTE, CALOR E TEMPERATURA, responda em um único parágrafo as perguntas abaixo:

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?

Depois de colocar as duas mãos na água morna descreva a sensação que você teve.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?

APÊNDICE C – PRÉ-TESTE II

Leia com atenção as questões e marque apenas uma alternativa para cada questão.

1- A frase “Hoje estou com muito calor” é falada em nosso dia-a-dia, mas está errada quando consideramos a definição de calor na Física.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

2- Para esquentar meu corpo eu posso usar um cobertor, pois ele isola o calor do meu corpo, mantendo a minha temperatura.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



3- Um aluno da professora Luciana, fez uma visita a um restaurante e observou a seguinte situação: Inicialmente o cozinheiro segurando um recipiente que contém um alimento que acabou de sair do forno (Figura a), e depois o mesmo cozinheiro segurando um outro recipiente contendo gelo (Figura b). Quando o aluno foi contar para a professora Luciana, ele disse o seguinte: Na situação a, está havendo trocas de calor com o ambiente, porém isso não acontece na situação b. Qual a sua opinião sobre o que o aluno contou para a professora:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



(a)



(b)

4- Durante o momento que você encosta em uma panela que acabou de ser aquecida no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que: A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

5- Anitta diz a sua mãe (Miriam) que enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de “frio”. A mãe de Anitta explica que o tato indica a falta de calor na pedra de gelo. Analisando a resposta da mãe de Anitta, você:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

6- Dudu esqueceu seus dois copos, com a mesma quantidade de água no quintal da sua casa. O copo que ele ganhou da sua mãe é feito de alumínio (copo de cor prata) o outro copo que é preto, Dudu ganhou do seu pai. Os dois copos ficaram expostos ao Sol durante uma hora. Inicialmente os copos estavam na mesma temperatura, é após uma hora no sol as temperaturas continuam iguais, pois em qualquer momento as temperaturas são as mesmas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



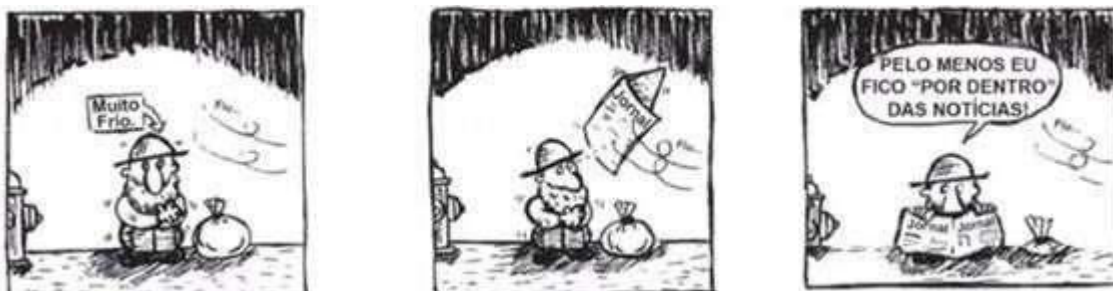
7- Na primeira atividade feita, fizemos um experimento com três recipientes (A = água fria, B = água a temperatura ambiente e C = água quente) com água a temperaturas diferentes. Ao retirar as mãos que estavam mergulhadas nos recipientes de maior e menor temperatura, depois colocar no recipiente de temperatura ambiente, uma mão indicou que a água estava quente e a outra indicou que a água estava fria. Sobre o fenômeno físico envolvido, é correto afirmar:

- a) A nossa pele mede a temperatura dos objetos que tocamos.
- b) Quando a mão é retirada de A e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- c) Quando a mão é retirada de C e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- d) não há troca de calor e nem é possível dizer a temperatura de cada água.

8- Após um dia de aula, você volta para casa e encosta a mão na maçaneta metálica da uma porta de casa e depois na madeira da porta. Você fica curioso ao perceber que, ao encostar sua mão na maçaneta, a sensação de “frio” é maior que quando você encosta a mão na madeira. Sobre o fenômeno físico ocorrido é correto afirmar que:

- a) A madeira está a uma temperatura maior que o metal
- b) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal é melhor condutor de calor.
- c) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal tem mais frio.
- d) O metal está a uma temperatura menor que a do ambiente

9 - A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de:



- a) Impedir que o frio do ambiente penetre.
- b) Manter o calor do homem concentrado.
- c) Bloquear o vento que sopra trazendo frio.
- d) Restringir a perda de calor para o ambiente

10 - É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, podemos dizer que as expressões estão corretas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



Usando seus conhecimentos sobre as situações apresentadas, responda o que se pede.

1-Observe a tirinha, e responda as questões:



a) O que levou a menina a acreditar que seu pai está com febre?

b) O que acontece quando estamos com febre?

c) Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?

2-Quem já entrou num carro que tenha ficado estacionado ao Sol por algum tempo vai entender o significado da expressão "Isso está parecendo uma estufa" Se o calor "consegue" entrar no carro, porque ele não sai? Como os materiais "absorvem" e emitem calor?



3 - Depois de um dia exaustivo, um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Para você, o tapete e o piso estão a diferentes temperaturas? Explique sua resposta.



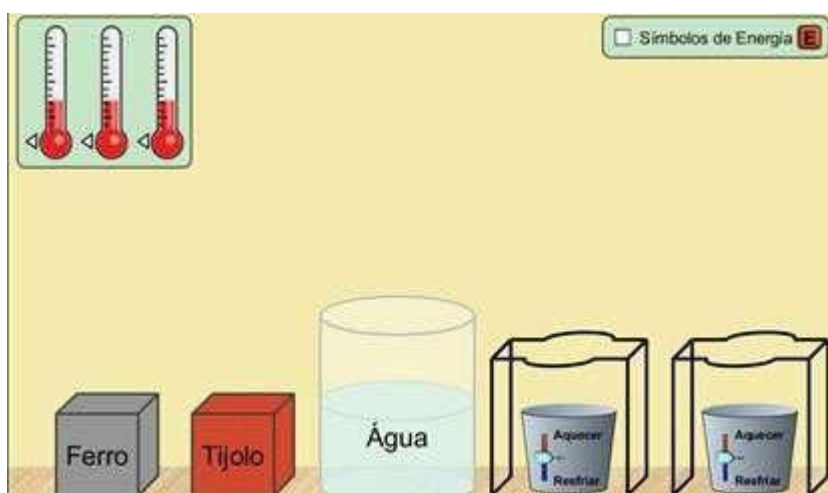
4 - Ao aquecer a água em uma panela, a parte da água que está em contato com o fundo da panela se aquece primeiro. Como você explica o aquecimento da água que está na parte de cima da panela?

5 - Ao aproximarmos a mão de uma lâmpada incandescente, mesmo sem tocá-la, percebemos que ela está muito quente. Por que sentimos essa transferência de calor mesmo sem tocá-la?

APÊNDICE D – SIMULADOR

Prezado aluno, a partir das informações recebidas por você nessa sobre os conceitos de calor e temperatura, responda o questionário abaixo.

Abra o simulador, siga os comandos e responda as questões.



https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes

1º Comando: arraste a vasilha com água para o tripé e arrastar um termômetro próximo a ela.

a) Quando aqueço a água o que acontece?

b) Por que a água é aquecida?

2º Comando: clique em símbolos de energia.

a) O que vocês observam?

b) Que energia é essa que sai da chama?

3º Comando: agora arraste o marcador para resfriar a água.

a) O que você observa?

4º Comando: vá em reiniciar. Arraste o bloco de tijolo e o bloco de ferro para os tripés (um em cada tripé). Arraste um termômetro ao lado de cada bloco.

No bloco de ferro, diminua a temperatura ao máximo, no tijolo, aumente a temperatura ao máximo. Depois coloque um bloco ao lado do outro.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

5º Comando: repita o mesmo procedimento do passo 4, porém, no bloco de ferro, aumente a temperatura ao máximo, no tijolo, resfrie ao máximo. Arrastar os blocos para o lado e colocar um em cima ou ao lado do outro. Coloque o terceiro termômetro entre eles sem tocá-los.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

c) O que acontece após algum tempo com as temperaturas dos blocos?

APÊNDICE E – EXPERIMENTOS

Atividade Experimental 1

“BOTANDO PARA DERRETER”



a) *Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz toda a cera derreter?*

b) *Por que a cera vai derretendo sequencialmente?*

c) *E se substituíssemos um dos fios por uma vareta de madeira, o derretimento da cera aconteceria da mesma maneira? Por quê?*

d) *Com relação ao processo de transmissão de calor observado no experimento, identifique uma situação semelhante já observada por você.*

Atividade Experimental 2

“QUE CALOR É ESSE?”



a) *Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz a água aquecer?*

b) *Que função tem a base de madeira no experimento? E se fosse de metal?*

c) *Durante o aquecimento, as latas receberam a mesma quantidade de calor, no entanto suas temperaturas finais foram diferentes. Por que isso aconteceu?*

d) *De que forma aconteceu o resfriamento das latas? Ocorreu da mesma forma nas duas latas?*

Atividade Experimental 3

“QUEM SOBE? QUEM DESCE?” “ DIZ AÍ.”



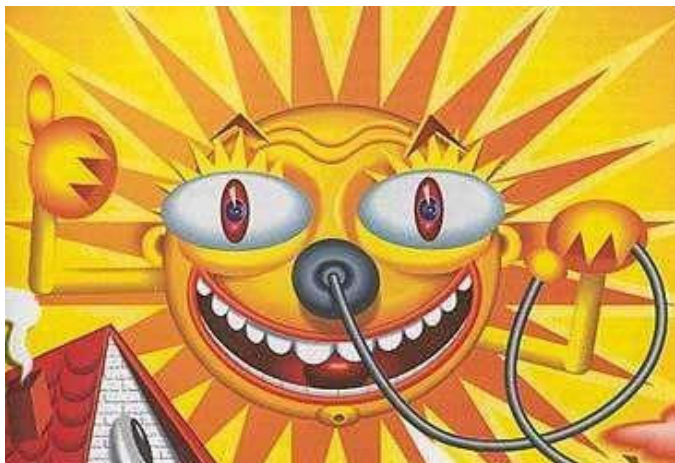
a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz o movimento dos líquidos?

b) O que aconteceu com os líquidos que estavam nos copos? Por que isso acontece?

c) Dê pelo menos um exemplo de onde você já tenha visto esse fenômeno da convecção de calor acontecer.

APÊNDICE F – TEXTO 1

ENERGIA SOLAR: UMA SOLUÇÃO ELETRIZANTE!



Fonte: Disponível em <http://chc.org.br/energia-solar-uma-solucao-eletrizante/>

Veja como a energia do Sol pode ser usada para esquentar água e gerar eletricidade!

Xiii! A lâmpada apagou, sumiu a imagem da TV e a água do chuveiro está um gelo. O que será que aconteceu? Ora, acabou a eletricidade. Agora não tem jeito... senta e espera ela voltar! Aposto que você não ficou tão conformado e está aí no escuro tentando imaginar se não há outra forma de a lâmpada acender e de a TV funcionar. Vou te dar uma pista: a solução vai brilhar no céu amanhã de manhã!

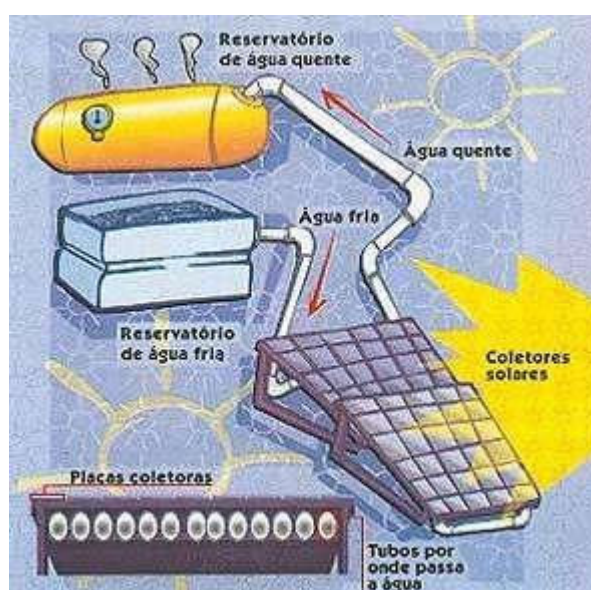
Não é só para você pegar aquele bronzeado quando vai à praia que o Sol existe. É ele que nos dá a luz e o calor, sem os quais não haveria vida no planeta. Vejamos as plantas na fotossíntese: para crescer, dar flores e frutos, elas precisam da luz solar para produzir o oxigênio (que respiramos) a partir do gás carbônico (que elas respiram).

O homem não faz fotossíntese, mas ao longo dos anos, aprendeu a tirar proveito do Sol para tornar sua vida confortável. Descobriu, por exemplo, que casas de paredes brancas deixam o ambiente mais iluminado. Os primeiros homens usavam fontes de luz naturais, como o fogo e o próprio Sol. Com o passar dos séculos, foram inventadas outras formas de iluminação artificiais, embora quase todas elas venham, de uma certa maneira, da energia que o Sol tem enviado à Terra ao longo de milhões de anos. É o caso da lâmpada, que dá a chamada luz elétrica. Ao ligar o interruptor para acender uma lâmpada, você está fazendo passar por ela uma corrente elétrica.

Com essas e outras novidades, o homem passou a se preocupar menos em aproveitar o Sol. Observando os edifícios modernos, vemos que a maioria deles passou a depender mais da iluminação artificial.

Quando o Sol ilumina e aquece a gente, está enviando energia — a energia solar. Esta pode ser transformada em outros tipos de energia, como a energia elétrica, que gera a eletricidade necessária para acender a lâmpada. No Brasil, a energia solar é abundante, embora não seja suficiente para atender diretamente as necessidades do dia-a-dia de uma cidade. Mas há situações em que a energia solar pode ser usada com grande vantagem. Veja só os exemplos a seguir.

Para a água do banho soltar aquela fumacinha é comum usarmos um chuveiro elétrico ou um aquecedor a gás. Mas, em muitas regiões do país, onde faz muito calor, o Sol pode servir para esquentar a água.



Um tubo leva a água do reservatório de água fria para as placas coletoras. Essas placas, aquecidas pelos raios solares, esquentam a água que passa pelos tubinhos dentro delas. Essa água vai para o reservatório de água quente, onde fica guardada, pronta para você tomar aquele banho gostoso

Existem várias formas de construir um aquecedor solar de uso residencial. Em geral, o modelo mais usado no Brasil é feito de placas especiais, chamadas coletores solares, e de duas caixas d'água (uma para armazenar a água quente e outra para a fria). Normalmente, as placas coletoras são feitas de cobre ou alumínio e cobertas por vidro.

Também podem ser de plástico. O reservatório de água quente deve estar protegido por algum material que conserve o calor, como o isopor, por exemplo.

Agora, para gerar eletricidade a partir do sol é necessário outro tipo de placa solar, chamada de painel fotovoltaico. Ele é feito com materiais capazes de converter a energia do sol em eletricidade, que pode ser utilizada nas casas diretamente ou armazenada em baterias para usar à noite, por exemplo. Viu como a luz que vem do nosso Sol pode ser útil para iluminar nossa vida?

APÊNDICE G – ATIVIDADE NÃO PRESENCIAL

1-Identifique qual o processo de transmissão de calor está acontecendo em cada evento.

	EVENTOS	Condução térmica	Convecção térmica	Irradiação térmica
1	<i>Ao tomar “banho” sol na praia, uma pessoa pode ficar bronzeada;</i>			
2	<i>Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas;</i>			
3	<i>O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais “fresco” rapidamente.</i>			
4	<i>É por esse processo que o Sol aquece o nosso planeta</i>			
5	<i>Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico, é assim que fazemos churrasco.</i>			
6	<i>É convencional usar o congelador da geladeira na parte de cima da geladeira.</i>			
7	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
8	<i>As panelas são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por esse processo</i>			
9	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
10	<i>Ao aproximar a mão do forno do fogão, sinto que ele está quente</i>			
11	<i>Ao tocar uma maçaneta de metal de uma porta, tenho a sensação que ela está mais fria que a porta de madeira.</i>			
12	<i>Ao esquecer a colher dentro de uma panela que estava no fogo, percebi que ela estava quente como a panela.</i>			
13	<i>Os componentes eletrônicos de aparelhos, em funcionamento, de uma estação espacial, transmitem calor para o espaço.</i>			
14	<i>É por esse processo que a luz consegue atravessar o vácuo</i>			
15	<i>Numa noite de Festa Junina, podemos nos aquecer próximo à numa fogueira.</i>			
16	<i>O congelador, localizado na parte superior de uma geladeira, resfria todo o interior da mesma.</i>			
17	<i>Quando andamos na areia da praia sentimos que ela está quente.</i>			

APÊNDICE H – TEXTO 2

TEXTO E INTERPRETAÇÃO

O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada

A energia solar pode ser aproveitada para o aquecimento da água em residências. Para isso, é necessário que a água passe por uma caixa semelhante a uma estufa de plantas (figura 23). A radiação solar incide na face transparente do coletor, e parte dela atinge a chapa de alumínio pintada de preto, que está no interior da caixa.

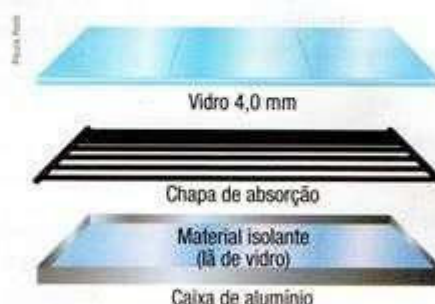


Figura 23: Principais partes de uma placa de aquecedor solar.

Fixada à chapa de alumínio está a tubulação de água, também pintada de preto. Pelo processo de condução, parte do aquecimento da chapa é transmitida para a água. A capacidade de aquecimento da chapa metálica depende de sua área e espessura. A cor preta aumenta a absorção da energia radiante incidente, aquecendo a água mais rapidamente.

No fundo da caixa, coloca-se lã de vidro, um material isolante térmico que, como a cobertura de vidro, ajuda a diminuir a transferência de energia para o ambiente. O vidro, transparente à luz, provoca o efeito estufa e impede a saída da radiação infravermelha, retendo-a no interior do coletor e contribuindo para aumentar a temperatura da água no interior da tubulação, a valores próximos de 60 °C.

Uma vez aquecida, a água na tubulação torna-se menos densa e desloca-se para a parte superior do reservatório (figura 24). Ao mesmo tempo, a água mais fria, na parte inferior do reservatório, desloca-se para a tubulação, formando uma corrente de convecção térmica. A água quente, pronta para o consumo, sai pela parte superior do reservatório, e uma nova quantidade de água vinda da caixa-d'água entra no aquecedor.

No funcionamento do coletor solar, verificam-se os três processos de transferência de energia por diferença de temperatura: irradiação, condução e convecção. Uma parcela da energia que incide por irradiação é absorvida pela chapa metálica, que, por sua vez, transmite parte dessa energia para a água; outra pequena parte dessa energia é refletida para o ar que envolve a chapa. A proporção dessas três parcelas de energia (absorvida, transmitida e refletida) em relação à quantidade total de energia incidente indica a eficiência do coletor. Quanto maior sua eficiência, maior a quantidade de energia transmitida para a água.



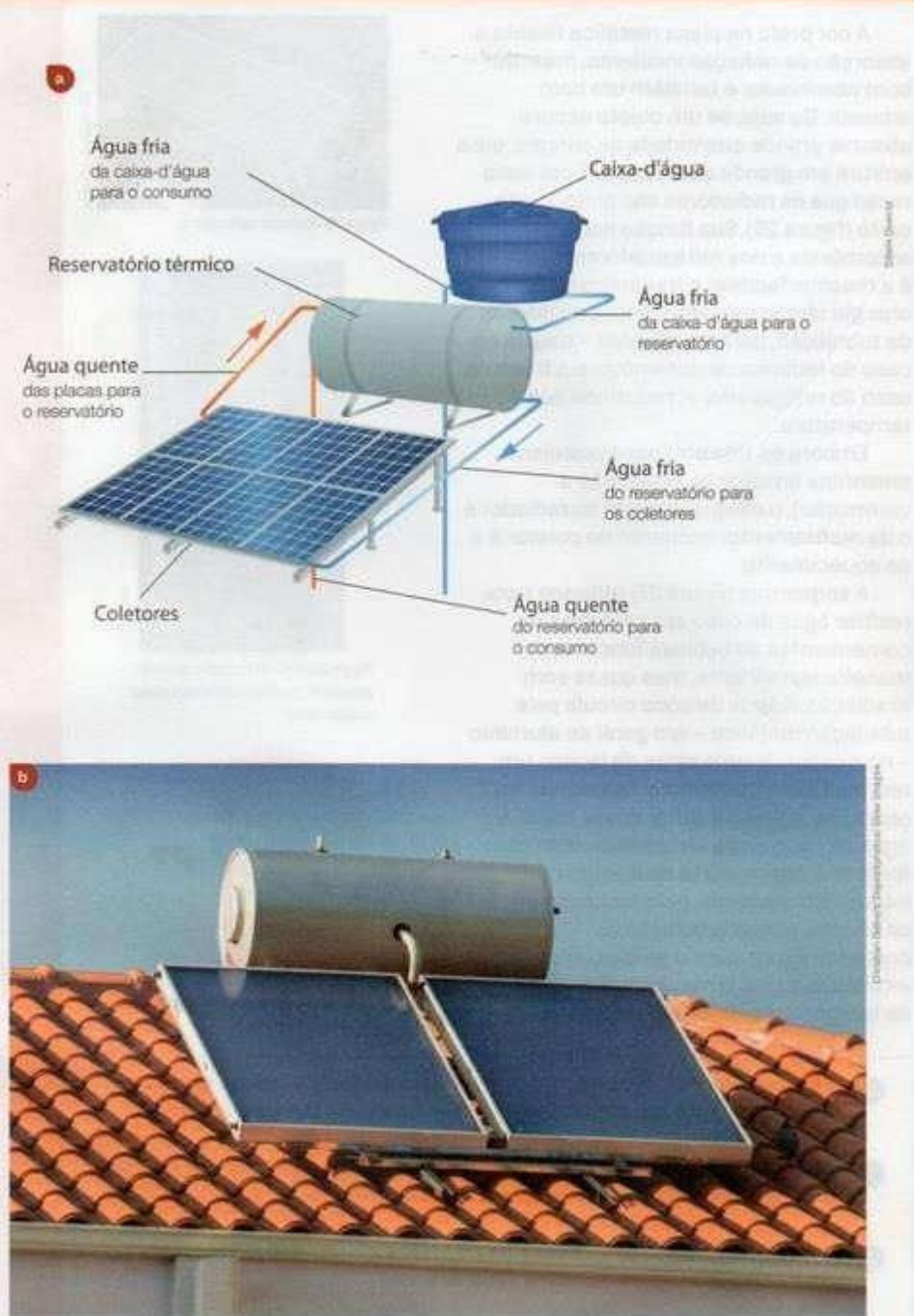


Figura 24: Em (a), esquema de funcionamento de um aquecedor solar. Em (b), foto de um aquecedor solar instalado em uma residência.

A cor preta na placa metálica facilita a absorção da radiação incidente, mas um bom absorvedor é também um bom emissor. Ou seja, se um objeto escuro absorve grande quantidade de energia, ele a emitirá em grande quantidade. É por essa razão que os radiadores são pintados de preto (figura 25). Sua função nos automóveis e nos refrigeradores (figura 26) é a mesma: facilitar a transmissão de energia térmica da substância, no interior da tubulação, para o ambiente – a água no caso do radiador de automóvel e o fréon no caso do refrigerador –, reduzindo sua temperatura.

Embora os três processos estejam presentes (irradiação, condução e convecção), o efeito desejado no radiador é o de resfriamento, enquanto no coletor é o de aquecimento.

A serpentina (figura 27) utilizada para resfriar água de coco em carrinhos de comerciantes de bebidas funciona de maneira semelhante, mas quase sem irradiação. A água de coco circula pela tubulação metálica – em geral de alumínio – no interior de uma caixa de isopor, um material isolante térmico. Colocando-se pedras de gelo no interior dessa caixa, a água de coco entra em contato com essa fonte fria. Assim, parte de sua energia interna é transferida, pelo processo de condução, para a tubulação e, posteriormente, para o gelo e o ar no interior da caixa. O resultado é a diminuição da temperatura da água de coco.



Figura 25: Radiador automotivo.



Figura 26: Foto de radiador de uma geladeira, também conhecido como condensador.



Figura 27: Foto de serpentina de resfriamento, neste caso, utilizada para gelar a água de coco.

- 1 O aquecimento da água no coletor solar envolve que processos de transferência de energia por diferença de temperatura e em que sequência?
- 2 Qual é a função exercida pela cor preta do radiador e da chapa de alumínio do coletor solar? Qual o efeito obtido em cada um deles?
- 3 Identifique o principal processo de transferência de energia presente no uso da serpentina para resfriar a água de coco.
- 4 A lâ de vidro é um material utilizado no interior das paredes dos refrigeradores e dos fornos dos fogões. Explique qual é sua função nesses aparelhos.

APÊNDICE I – CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR

Construção do Aquecedor Solar

- 1) Corte das garrafas
- 2) Lixamento da superfície cortada das garrafas



Fonte: Própria autora

- 3) Corte das caixas de leite



Fonte: Própria autora

4) Corte dos barramentos superior e inferior



Fonte: Própria autora

5) Pintura das caixas de leite e canos



Fonte: Própria autora

6) Montagem dos barramentos superior e inferior



Fonte: Própria autora

7) Colocação das garrafas pet



Fonte: Própria autora

8) Colocação das caixas de leite



Fonte: Própria autora

9) Preparação do reservatório de água



Fonte: Própria autora

10) Interligando coletor e reservatório



Fonte: Própria autora

APÊNDICE J – JOGO PASSA E REPASSA

JOGO PASSA E REPASSA



Fonte: Própria autora

JOGO PASSA E REPASSA
PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

1- Na figura, a colher se aquece por estar dentro de uma caneca com leite quente. Por qual processo de transmissão de calor a colher se aquece:

(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECCÃO
(D) NRA

2- Numa noite de festa junina, podemos nos aquecer próximo a numa fogueira por:

(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECCÃO
(D) NRA

3- O objetivo de uma estufa de plantas é manter o ambiente aquecido. Por qual processo a estufa é aquecida?

(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECCÃO
(D) NRA

4-Ao tomar "banho" sol na praia, as pessoas podem ficar bronzeadas. Isso acontece por causa da:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

5-Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas. Isso se deve a:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

6-O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais "fresco" rapidamente por causa da:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

7-Um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Explique porque cada pé tem uma sensação diferente.



8- Ao aproximar minha mão no ferro de passar roupas, percebi que ele estava ligado. Essa percepção se deve a:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

9-A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água:



- (A) O gelo cede o frio pra a água.
- (B) Nesse caso não existe transferência de calor.
- (C) A água cede calor para o gelo.
- (D) O gelo cede calor para a água

10-A respeito do experimento realizado por nós, a taxa de variação da temperatura da lata preta, em comparação a outra lata sem pintura durante todo experimento foi:



- A) igual no aquecimento e igual no resfriamento
- B) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C) menor no aquecimento e igual no resfriamento
- D) maior no aquecimento e menor no resfriamento.

11- A respeito do aquecedor solar:



- () A água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim, a água fria "empurra" a água quente, gerando a circulação por causa da convecção térmica.
- () Os canos e as placas dentro do coletor devem ser pintados de preto para diminuir a absorção de calor por irradiação térmica.
- () As garrafas se aquecem por radiação térmica, a água se aquece por condução e se desloca por convecção

- (A) VVV (B) VTV (C) FVV (D) FVV

12-Observe as três imagens baixo e corresponda cada uma à sua transmissão de calor .



(I) (II) (III)

- (A) I- Radiação II -Condução III-Convecção
 (B) I- Convecção II- Radiação III-Condução
 (C) I- Radiação II-Convecção III-Condução
 (D) I- Convecção II-Condução III-Radiação

14-Para manter as carnes aquecidas após um churrasco, algumas pessoas utilizam uma caixa de isopor revestida de papel alumínio. A figura a seguir mostra, em corte lateral, uma caixa de isopor revestida de alumínio com carnes no seu interior.

Assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A caixa de isopor funciona como recipiente adiabático. O isopor tenta _____ a troca de calor com o meio por _____ e o alumínio tenta impedir _____

- (A) impedir - convecção - irradiação do calor
 (B) facilitar - condução - convecção
 (C) impedir - condução - irradiação do calor
 (D) facilitar - convecção - condução



O melhor de Calvin III: Watterson



A casa vai parecer quentinha para o Calvin por que:

- (A) O Calvin vai perder calor ao entrar na casa.
 (B) O Calvin vai receber calor ao entrar na casa.
 (C) Ao entrar na casa não haverá trocas de calor.
 (D) Calvin não irá sentir nada ao entrar na casa.

15-É aconselhável servir alimentos na panela de barro quando se quer conservar o alimento mais quente por mais tempo. Isso acontece porque a panela de barro :

- (A) Conduz bem o calor.
 (B) É um bom isolante térmico.
 (C) Segura o calor por mais tempo.



- (D) Tanto a panela de barro como a de alumínio são isolantes térmicos e vão manter o calor dos alimentos preso por mais tempo.

16-Com base na charge e nos conceitos da termodinâmica, é correto afirmar que as luvas de amianto são utilizadas por quê :



- (A) São boas condutoras de calor.
 (B) São isolantes térmicos.
 (C) Não deixam o frio entrar
 (D) NRA.

17-Observe as três imagens e relacione cada uma à sua transmissão de calor correspondente.



(I) - carro no sol (II) - água fervendo (III) - queimadura na mão

- (A) I- Radiação II -Condução III- Convecção
 (B) I- Convecção II- Radiação III-Condução
 (C) I- Radiação II- Convecção III- Condução
 (D) I- Convecção II- Condução III- Radiação

18- A figura indica que:

- (A) Cores escuras absorvem mais calor que as claras.
 (B) Cores claras absorvem mais calor que as escuras.
 (C) Cores escuras não deixam o frio entrar.
 (D) NRDA



19-Para que o carro não seja aquecido pela radiação solar, costuma-se usar protetor solar de para brisa. Por que a parte brilhante deve ficar voltada para fora do carro?

- (A) A parte brilhante absorve melhor a luz proveniente do Sol.
 (B) A parte brilhante é excelente isolante térmico.
 (C) A parte brilhante reflete a luz proveniente do Sol.
 (D) NRA



20- Baseando-se nos seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria a imagem da pele de uma pessoa arrepiada?



21- Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico. Qual o processo de transferência de calor garante esse feito?

- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) N/A



22- No final da tirinha, Calvin percebe que a mãe tinha razão. De que forma a água chegou a temperatura adequada para ele?



Watterson, B (1997)

23- Uma caixa térmica pode manter no seu interior substância que podem permanecer geladas por mais tempo. Isso se deve por quê?

- (A) O isopor é um bom condutor térmico
- (B) O isopor não deixa o calor sair
- (C) O isopor não deixa o frio sair
- (D) O isopor é um bom isolante térmico



24- Na tragédia ocorrida na Boate Kiss, localizada no Rio Grande do Sul, em janeiro de 2013, algumas orientações de segurança contra incêndios poderiam ter evitado a morte de tantas pessoas. Dentre as diversas orientações dadas pelos bombeiros, uma delas é considerada bem simples, fugir do local o mais abaxado possível. Essa orientação se deve ao fato de que:



- a) a fumaça resfria rapidamente e, tendo maior densidade que o ar, tende a subir.
- b) a fumaça, por ser negra, impede a visualização da porta de emergência.
- c) a pessoa mantendo-se inclinada permanece mais calma. Esse procedimento também é adotado em pousos de emergência na aviação civil.
- d) os gases oriundos da combustão, por estarem aquecidos, tendem a subir, ocupando a parte superior do local.

25- Enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de "frio". Sobre o fenômeno físico que ocorre nessa situação é correto afirmar que:



- a) O tato indica a falta de calor na pedra de gelo
- b) O tato mede a temperatura do gelo
- c) O tato indica que o gelo tem bastante frio nele
- d) A sua mão emite calor para o gelo

APÊNDICE K – AULA DIALÓGICA

QUESTIONAMENTOS SOBRE O AQUECEDOR E OS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR.

- 1) *De onde vem a energia que aquece a água do aquecedor?*
- 2) *Posso dizer que o Sol “contém” essa energia?*
- 3) *Por qual nome vocês conhecem essa energia?*
- 4) *De que forma essa energia chega?*
- 5) *Quais as radiações você conhece e que são emitidas pelo Sol?*
- 6) *Vamos lembrar da experiência sobre radiação: “Que calor é esse”? Qual das latas atingiu a maior temperatura primeiro? Você sabe explicar por quê?*
- 7) *Baseando-se nessa resposta, por que pintamos as caixas e os canos de preto?*
- 8) *Então é aconselhável usar roupas escuras em dias quentes? Explique.*
- 9) *A lata que não foi pintada também aqueceu, mas não tanto quanto a pintada de preto, por que isso aconteceu?*
- 9) *Vocês conhecem o protetor de sol para para-brisa de carros? Como ele funciona? De que forma ele deve ser colocado?*
- 10) *E se ele fosse colocado ao contrário, a parte brilhosa para dentro do carro e a parte fosca voltada para o lado externo, o que poderia acontecer?*
- 11) *Vamos voltar para o aquecedor, podemos usar esse mesmo raciocínio para as caixas de leite no AS. Se a parte brilhosa da caixa de leite fosse voltada para cima, a eficiência seria a mesma? Explique.*
- 12) *E se a tinta ao invés de fosca fosse brilhosa, isso poderia comprometer a eficiência do AS?*
- 13) *Se não usássemos as garrafas PET, os canos esquentariam da mesma forma, então qual o papel das garrafas no AS?*

- 14) Usando esse raciocínio, como se explica o efeito estufa da Terra?
- 15) Ele útil para nós? Por quê?
- 16) Existe relação entre esse efeito estufa na garrafa pet e o aquecimento de um carro exposto ao sol?
- 17) Podemos dizer que as garrafas pet têm a mesma função que o vidro do carro?
- 18) Alguns alunos me perguntaram se as garrafas para construir o aquecedor, podiam ser verdes, o que vocês acham?
- 19) Por qual processo de transmissão de calor, as garrafas pet são aquecidas?
- 20) As garrafas ao receberem calor por irradiação transmitem esse calor para os canos que por sua vez transmitem para água. Mas os processos de transferência de calor são os mesmos?
- 21) Se ao receber calor, a temperatura aumenta, podemos dizer que calor e temperatura são a mesma coisa?
- 22) De que forma a água se aquece no interior dos canos?
- 23) Como podemos comparar esse aquecimento da água com o derretimento da vela na experiência “botando para derreter”. De que forma se dá esse aquecimento?
- 24) Lembrando sobre o processo de transmissão de calor por condução, explique qual o objetivo de se introduzir um espeto na carne para fazer um churrasco?
- 25) Estudamos que fluidos se deslocam quando existe diferença de temperatura. A água do AS também passa por esse processo. Como você explicaria o deslocamento da água no AS?
- 26) Relembrando da nossa experiência sobre correntes de convecção “Quem sobe? Quem desce? Diz aí”, explique porque o congelador da geladeira costuma ficar na parte de cima da geladeira.

- 27) *Algumas pessoas costumam colocar toalhinhas nas prateleiras da geladeira por acharem que fica “bonitinho”. Pensando nas correntes de convecção, o que você diria para essas pessoas?*
- 28) *Ainda falando sobre a geladeira, a pessoas também costumam pendurar roupas na parte de atrás para que sequem mais rápido. Por que essa prática não é aconselhável?*
- 29) *E o ar condicionado? Qual o motivo de ficar na parte superior de um ambiente?*
- 30) *Mas se o ar condicionado for instalado na parte inferior do ambiente? O que você acha que poderia acontecer?*
- 31) *Na nossa cidade não temos o costume de usar lareira, mas sabemos que devem ser instaladas na parte inferior do ambiente. Diga por quê?*
- 32) *Vamos falar sobre culinária. É melhor servir uma moqueca numa panela de barro ou de alumínio?*
- 33) *Baseando-se na resposta, vamos pensar então no nosso AS. Para construí-lo, usamos canos de PVC. Se substituíssemos esses canos por canos de cobre ou alumínio, mudaria a eficiência do AS?*
- 34) *Mais um pouquinho de aula de culinária. É aconselhável desligar o fogo um pouco antes da água secar quando os alimentos são cozidos numa panela de vidro, você sabe explicar por quê?*
- 35) *Com base na resposta anterior, que material seria aconselhável para o reservatório de água fria, plástico ou metal?*

APÊNDICE L – PÓS-TESTES

PÓS TESTES

1-Um cobertor de lã tem por função:

- a) dar calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo.



2-(ENEM 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.

3-(UFSCAR –SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco em um dia de calor, como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas em um grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão é:

- a) é absurda porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa;
- b) é absurda porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa;
- c) não faz diferença, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete;
- d) faz sentido porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

4-Durante o momento que você toca uma panela aquecida recentemente no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que:

- a) O meu tato é uma maneira de medir a temperatura de qualquer objeto
- b) O tato indica que a panela tem pouco frio e bastante calor
- c) A panela passa sua temperatura para minha mão
- d) A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

5-Enem PPL (2013)

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- a) Convecção e condução.



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e condução.

6-Em um experimento de Física, os alunos da professora Luciana mergulham uma das mãos num recipiente com água fria, a outra na água quente, e em seguida mergulham as duas mãos na água morna, conforme a figura ao lado.



Alguns alunos fazem comentários sobre a experiência, mas apenas um está correto cientificamente, aponte qual é o comentário correto.

- a) Ao colocar a mão que estava na água fria na água morna, o calor que estava na minha mão aumentou, tive a sensação que a água estava quentinha.
- b) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, o calor que estava na minha mão diminuiu, tive a sensação que a água estava fria.
- c) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, minha mão cedeu calor para a água tive a sensação que a água estava fria.
- d) Não houve trocas de calor na água fria

7-(UNITAU – SP) Num dia quente você estaciona o carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Quando volta, nota que “o carro parece um forno”. Esse fato se dá por quê:



- a) A luz solar que atravessa o vidro aumenta a temperatura interna do interior do carro. A parte interna aquecida emite radiação infravermelha. Essa radiação não consegue atravessar o vidro, aumentando ainda mais a temperatura no seu interior.
- b) A maior parte do carro é feita de metal, que conduz bem o calor, deixando-o entrar e dessa forma aumentando a temperatura no interior.
- c) É o vidro que esquenta o carro
- d) A luz solar entra pelo vidro, e o calor dessa luz fica preso no carro.

8-O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura abaixo, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar. Sobre o aquecedor solar podemos afirmar que:



- a) Os tanques pintados de preto, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia;
- b) A cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento;
- c) O calor propaga-se da superfície dos tanques metálicos para a água em seu interior por radiação.
- d) A água circula devido à variação de energia luminosa existentes entre os pontos X e Y.

9-Em determinadas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

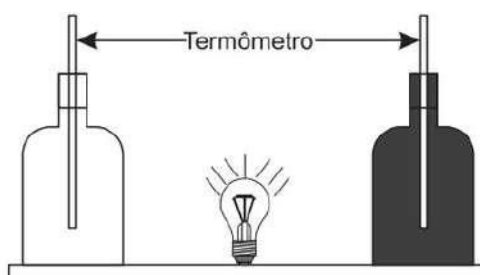
- a) Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- b) Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- c) Os dois pisos encontram-se a mesma temperatura, porém o piso de cerâmica troca mais calor com os nossos pés, causando-nos sensação de frio.
- d) Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso troca mais calor, causando sensação de frio.



10-(Enem – 2006) Em um experimento foram utilizadas duas latas, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as latas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das latas:

- i) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e ii) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.

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



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

11-A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

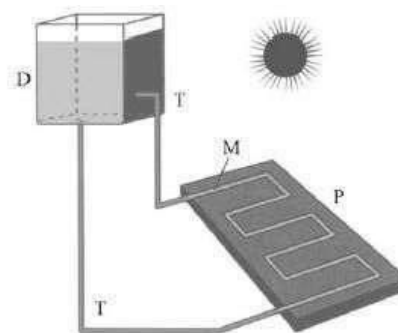
- I. Na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. Na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. Na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em

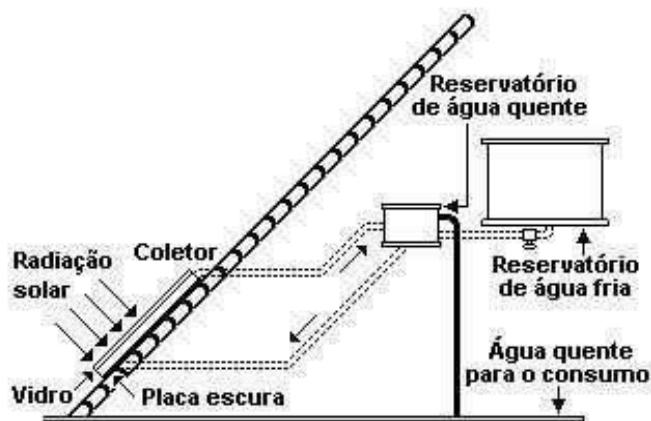
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I, II e III.

12-A energia solar é uma das fontes de energia limpa cujo uso deve ser incentivado. A figura acima ilustra um sistema de aquecimento solar demonstrativo que pode ser facilmente construído nos laboratórios de escolas do ensino médio e fundamental. Ele é composto de uma placa metálica (P) pintada de preto, em contato com um tubo metálico sinuoso (M); um depósito de água D e tubos (T) que ligam o depósito ao tubo metálico em contato com a placa. Os tubos sinuosos (M) no interior da placa devem ser feitos de metal. O aquecimento da água contida no depósito D, pela absorção da energia solar, deve-se, basicamente, à ocorrência sucessiva dos fenômenos de:

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



13-(ENEM_MEC) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) II e III
- c) II
- d) I e III

QUESTÕES DISCURSIVAS

1- A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água, está havendo transferência de calor?

() Sim () Não

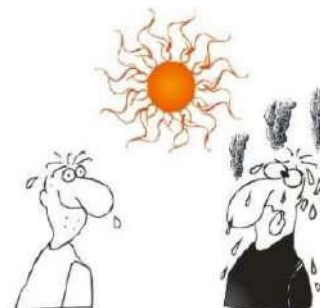
Se sim, de que forma acontece?



2-Em uma praia, um banhista fez o seguinte comentário: "Estou com muito calor, vou tomar banho de mar". Do ponto de vista da Física, ele cometeu um equívoco nessa frase? Qual?

3-Uma pessoa afirma que seu agasalho é de boa qualidade "porque impede que o frio passe através dele" Essa afirmativa está correta? Justifique.

4-Observe a figura, explique porque apesar dos dois homens estarem expostos ao Sol, apenas um deles está muito suado.



5- Uma pessoa pretende instalar um ar condicionado próximo ao chão. Usando seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria que não seria aconselhável fazer a instalação nesse local?

6-O aquecedor solar é um sistema simples que utiliza a radiação, a condução e a convecção térmica para o aquecimento da água. Esse dispositivo é constituído de duas partes: o coletor solar (placas ou garrafas pets, como no nosso caso) e o reservatório onde a água é armazenada). Identifique no aquecedor as etapas onde ocorrem as transferências de calor citadas acima (radiação, a condução e a convecção térmica).



Radiação _____

Condução _____

Convecção _____

7- A respeito do aquecedor solar de garrafas PET que construímos, responda:

a) Por que as caixas de leite e canos foram pintadas de preto?

b) E se as garrafas não fossem transparentes, fossem verdes, por exemplo, a eficiência do coletor seria a mesma? Justifique.

APÊNDICE M – TABELAS COMPLETAS

Tabela 10 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T1.

ALUNO (T1)	QUESTÕES										SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3,14
2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6	
3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
4	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
6	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	
8	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4	
9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	
10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	
11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
12	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
13	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	6	
14	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
16	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	
17	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
18	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
19	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	7	
20	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	4	
21	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	5	
22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
23	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	
24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
25	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4	
28	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	5	
SOMA	4	22	13	17	1	5	5	11	8	2		

Tabela 11 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T2.

ALUNO (T2)	QUESTÕES										SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6	3,63
2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	7	
4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	4	
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
6	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	4	
7	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4	
8	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
9	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	6	
10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
11	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	
12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
13	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	
14	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	
15	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
17	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	
18	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4	
19	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
20	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
21	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	6	
22	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
23	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
24	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
SOMA	3	15	14	19	2	3	3	5	1	1		

Tabela 12 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T3.

ALUNO (T3)	QUESTÕES										SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	5	3,60
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4	
4	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	4	
5	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	4	
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
7	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	6	
8	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	
9	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	
10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	
12	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	6	
13	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
14	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	5	
15	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	7	
16	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6	
17	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
18	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
19	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
20	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
21	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3	
22	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
24	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3	
25	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
26	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	
27	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
28	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3	
29	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	
30	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
SOMA	5	19	21	18	0	3	7	8	3	5		

Tabela 13 - Dados referentes às questões do pré-teste utilizados no cálculo do AC da turma T4.

ALUNO (T4)	QUESTÕES										SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3	3,89
2	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	6	
3	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	
4	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4	
5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	
6	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	7	
7	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
9	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5	
10	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4	
11	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4	
12	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
13	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
14	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
15	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	4	
16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	5	
17	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5	
18	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
SOMA	9	15	9	13	1	3	5	10	1	4		

Tabela 14 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T1.

ALUNO (T1)	QUESTÕES (PÓS-TESTE)												SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	10,25
2	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
3	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	8	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
5	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	9	
6	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
7	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	
8	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
10	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	10	
11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
12	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10	
13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	10	
14	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
15	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	9	
16	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	11	
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
19	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
20	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10	
21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	
22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
23	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	10	
24	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
25	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10	
26	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	10	
27	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	10	
28	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	10	
SOMA	25	20	20	23	24	22	25	27	26	26	25	24		

Tabela 15 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T2.

ALUNO (T2)	QUESTÕES (PÓS-TESTE)												SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12		
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9	9,75
2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	8	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
4	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	10	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	11	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11	
12	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	9	
13	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	
14	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5	
15	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	6	
16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	10	
17	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	7	
18	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	
19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
22	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	5	
23	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
SOMA	20	19	18	19	20	20	22	21	21	18	17	20		

Tabela 16 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T3.

ALUNO (T3)	QUESTÕES (PÓS-TESTE)												SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12		
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	9	9,77
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
9	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7	
10	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9	
11	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
13	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	9	
14	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
16	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	8	
17	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	6	
18	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	8	
19	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
21	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8	
22	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	6	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
24	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
26	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	
27	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	6	
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
29	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	8	
30	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	6	
SOMA	22	21	23	26	25	22	26	27	26	25	26	24		

Tabela 17 - Dados referentes às questões do pós-teste utilizados no cálculo do AC da turma T4.

ALUNO (T4)	QUESTÕES (PÓS-TESTE)												SOMA	MÉDIA
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12		
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	9	9,67
2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	11	
3	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	8	
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	
5	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	7	
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
8	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9	
9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
11	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	6	
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
17	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	10	
18	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	
SOMA	12	12	13	14	14	15	16	17	16	15	14	16		

APÊNDICE N – PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência didática multi-instrumento para o ensino dos conceitos iniciais de termodinâmica no ensino médio

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA

RODRIGO DIAS PEREIRA

FLAVIO GIMENES ALVARENGA





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA
RODRIGO DIAS PEREIRA
FLAVIO GIMENES ALVARENGA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA MULTI - INSTRUMENTO PARA O ENSINO
DOS CONCEITOS INICIAIS DE TERMODINÂMICA NO ENSINO
MÉDIO**

Vitória – ES
Agosto – 2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da relação entre o movimento das partículas que compõem os corpos e a temperatura.....	10
Figura 2 - Representação do fluxo do calor.	14
Figura 3 - Representação do processo de transmissão de calor por condução.....	17
Figura 4 - Representação do processo de transmissão de calor por convecção	18
Figura 5 - Representação do processo de transmissão de calor por irradiação.....	19
Figura 6 - Representação dos passos 1 e 2 da atividade 1.	21
Figura 7 - Experimento 1.....	31
Figura 8 - Experimento 2.....	32
Figura 9 - Experimento 3.....	33
Figura 10 - Conceitos físicos abordados durante a construção do ASBC.....	44
Figura 11 - Esquema do aquecedor e os processos de transferência de calor.....	46
Figura 12 - Imagem ilustrativa da refração da luz.	48
Figura 13 - Registro fotográfico da etapa de cortes das garrafas	52
Figura 14 - Etapa de corte das caixas de leite.	53
Figura 15 - Representação esquemática do processo de corte e dobradura das caixas de leite.....	54
Figura 16 - Etapa do corte dos barramentos superior e inferior.	55
Figura 17 - Etapa de montagem dos barramentos superior e inferior.	56
Figura 18 - Etapa de colocação das garrafas pet.....	56

Figura 19 - Etapa de colocação das caixas de leite.	57
Figura 20 - Etapa de fixação dos tampões superior e inferior.	57
Figura 21 - Etapa de montagem da caixa.	58
Figura 22 – Aspecto Final do Aquecedor Solar de Baixo Custo.....	58
Figura 23 - Equipamento utilizado no jogo passa ou repassa.....	63
Figura 24 – Tela inicial do vídeo produzido pelos alunos e disponibilizado na internet.	76

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	6
1.1 Justificativa	7
1.2 Objetivos da UEPS (sequência didática)	8
2. INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CALOR.....	9
3. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR.....	17
3.1 Condução térmica.....	17
3.2 Convecção térmica	18
3.3 Irradiação térmica	19
4. ATIVIDADES.....	21
4.1 Atividade 1 - Experimento sobre temperatura e sensações térmicas	21
4.2 Atividade 2 - Atividade diagnóstica	23
4.3 Atividade 3 - Simulador Computacional.....	28
4.4 Atividade 4 - Experimentos: processos de transmissão de calor.....	30
4.5 Atividade 5 - Experimento: sensações térmicas e temperatura	37
4.6 Atividade 6 - Texto: “Energia solar, uma solução eletrizante”	39
4.7 Atividade 7 (não presencial)	42
4.8 Atividade 8 Construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo	44
4.8.1 A Física do ASBC: conceitos relacionados	47
4.8.2 Tutorial da construção: montagem do aquecedor	50
4.9 Atividade 9 - Texto 2: “O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada” ..	59
4.10 Atividade 10 - Jogo passa e repassa	63
4.11 Atividade 11 - Avaliação	67
4.12 Atividade 12 - Produto educacional elaborado pelos alunos da 2ª série da turma no ano de 2018 da Escola Rômulo Castello.....	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

1. APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a), neste Produto Educacional, você encontrará orientações e sugestões que poderão auxiliá-lo na introdução e desenvolvimento dos conceitos de calor e seus processos de propagação, em uma perspectiva predominantemente conceitual. Este material instrucional consiste em uma sequência didática referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PPGEnFis) ofertado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo – MNPEF – Polo 12 – UFES.

A metodologia adotada baseou-se segundo os pressupostos da teoria da educação de David Ausubel (2003), cujo conceito central é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). David Ausubel, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, que apresenta a ideia de que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental do aprendiz e com isso, tornando possível a capacidade do indivíduo relacionar e acessar novos conteúdos.

Para a aplicação da sequência didática seguiu-se os procedimentos das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que segundo Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas voltadas para a aplicação em sala de aula, que priorizam a Aprendizagem Significativa. O objetivo das UEPS é estabelecer passos de como desenvolver uma unidade de ensino que seja potencialmente facilitadora da AS.

A pesquisa é desenvolvida considerando quatro etapas que se entrelaçam, se complementam e que convergem para a promoção da aprendizagem significativa. Essas etapas foram divididas em pré-testes, utilização dos materiais instrucionais (MI), atividades com caráter motivador e pós-testes.

Nos pré-testes, primeira etapa da pesquisa, objetivou-se principalmente a coleta de dados a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos. Em seguida aplicou-se os MI (segunda etapa) e implementou-se as atividades motivadoras (terceira etapa), cuja ideia era verificar se propostas com essas características poderiam promover contribuições na apropriação de conhecimentos e na interação entre os alunos.

A quarta etapa foi a aplicação dos pós-testes, que consistia em uma avaliação final para verificação de aprendizagem.

O professor que desejar reaplicar este material, terá acesso a uma metodologia que oportunizará uma abordagem contextualizada, conectada com o dia a dia dos alunos com um desenvolvimento de aulas dialógicas. Espera-se que o material disponibilizado, possa contribuir para um ensino que seja eficiente, prazeroso tanto para o aluno como para o professor e que resulte em uma aprendizagem significativa para todos os envolvidos.

1.1 Justificativa

Diversos materiais e instrumentos que facilitam ou dificultam o aquecimento ou o resfriamento, são usados no dia a dia das pessoas, porém muitas vezes não se imagina quais conceitos físicos explicam seu funcionamento. Colheres de pau, luvas de silicone, painéis de barro, protetor solar de carro, isopor, cabos de madeira, ar condicionado, lareiras, estufas, garrafas térmicas e coletores solar, são materiais ou aparelhos que possuem propriedades que tem essa finalidade de facilitar ou dificultar transferência de energia térmica (calor). Para se conhecer de que forma acontece a transferência dessa energia, saber caracterizá-la e identificar suas diferentes formas de propagação, elaborou-se este (MI) que apresenta estratégias diversificadas para o ensino do tema.

Este MI tem como finalidade servir de apoio e complemento para o professor no ensino dos processos de transmissão de calor. Para que o MI cumpra seu papel de facilitador da aprendizagem, é necessário que exista uma organização sequencial dos conteúdos e que se faça cumprir a todo momento o princípio que Ausubel chama de consolidação. Segundo este princípio, é preciso que o conceito estudado deve ser revisado sempre que necessário, até que o domínio sobre o que está sendo estudado esteja estabelecido, para que novos conceitos possam ser introduzidos.

1.2 Objetivos da UEPS (sequência didática)

O objetivo desta proposta de UEPS é, oferecer diferentes estratégias de ensino por meios e metodologias que motivem e facilitem a Aprendizagem Significativa dos processos de transmissão de calor. Após a aplicação desta UEPS, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

- a) Apropriar-se do conceito de calor e suas formas de propagação;
- b) Descrever e diferenciar os três processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação térmica;
- c) Identificar esses fenômenos em situações do cotidiano.

2. INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CALOR



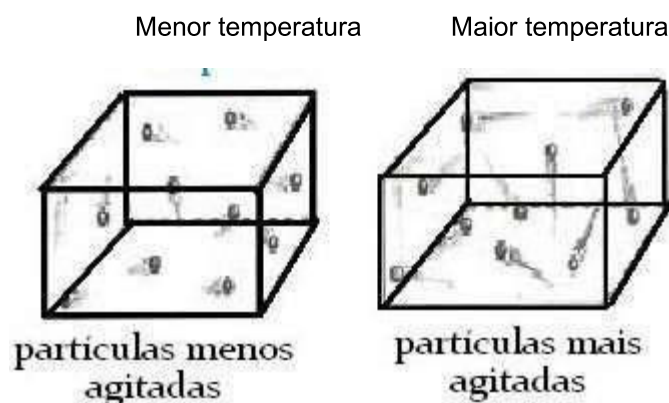
Para iniciarmos o ensino dos processos de transmissão de calor, é necessário que os alunos tenham domínio e clareza sobre os conceitos de temperatura para posteriormente saber diferenciá-lo do conceito de calor. Normalmente, os livros didáticos do 2º ano do Ensino Médio, iniciam a Termodinâmica com o conceito de temperatura e suas conversões de unidades, para a seguir introduzir o conceito de calor. Apesar dos alunos já terem estudado sobre temperatura, fazer uma revisão, se faz necessário para diminuir possíveis obstáculos na aprendizagem.

CONCEITO DE TEMPERATURA



Temperatura é um dos conceitos físicos mais presentes em nosso cotidiano, porém seu conceito científico não é de conhecimento da maioria das pessoas. Por esse motivo, é necessário que se tenha informações mais objetivas sobre temperatura. Qualquer corpo, seja ele sólido, líquido ou gasoso, é composto por partículas (átomos, moléculas, íons, elétrons livres) em constante movimento. A Figura 1, é uma representação de que o estado térmico desse corpo é definido pelo grau de agitação dessas partículas.

Figura 1 - Representação da relação entre o movimento das partículas que compõem os corpos e a temperatura.



Créditos da imagem <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm>.

A grandeza física que mede o grau de agitação dessas partículas é a **Temperatura**. Se as partículas de um corpo estiverem em um mesmo grau de agitação média que as de outro corpo, dizemos que estes corpos apresentam equilíbrio térmico. Associa-se temperatura à energia cinética, ou seja, ao estado de movimento das partículas que compõe esse corpo.



Temperatura: é um valor numérico relacionado com o estado de movimento ou agitação das partículas de um corpo. Quanto maior a agitação das partículas, maior será sua temperatura.

CONCEITO DE CALOR



Evolução do conceito de calor: uma breve história

A partir da construção do primeiro termômetro por **Galileu Galilei** (1564-1642), em 1593 foi possível compreender várias propriedades térmicas dos materiais. No final do século XVII a ideia de que o fogo era um dos elementos básicos da natureza, assim como a água, a terra e o ar, ainda era defendida por muitos estudiosos. No final do século XVIII, o médico alemão **Georg Ernest Stahl** (1660-1734) lançou a ideia do flogístico, uma substância que os corpos ganhavam ao serem aquecidos e perderiam ao serem resfriados. Essa teoria foi derrubada pelos trabalhos de **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794), que estabeleceu as bases para a teoria do calórico. Para **Lavoisier**, calórico seria uma substância fluida, invisível, presente em grande quantidade dos corpos quentes e em pequenas quantidades nos corpos frios. Ao colocar dois corpos de diferentes temperaturas em contato, o de maior temperatura cederia calor para o de menor temperatura, até que suas temperaturas se igualassem.

Em 1798, **Benjamin Thompson** (1753-1814), conhecido como Conde de Rumford, observando o aquecimento das brocas utilizadas na fabricação de canhões, propôs uma explicação sobre o calor com base no trabalho mecânico realizada pelas forças de atrito.

No início do século XIX, com os trabalhos de **Lavoisier**, e **Rumford**, a ideia de calor como forma de energia começou a tomar figura. Em 1842, **Julius Robert von Mayer** (1814-1878) calculou a equivalência do trabalho mecânico em calor, a partir de uma expansão gasosa. Mas coube a **James Prescott Joule** (1818-1889) estabelecer de forma clara que o calor é uma forma de energia e determinar o equivalente mecânico de calor.

Georg Ernest Stahl
(1660 - 1734)



Créditos da imagem:
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/stahl.htm>

Médico e químico alemão que desenvolveu a teoria do flogisto como uma explicação dos fenômenos da combustão.

Stahl desvelou sua famosa teoria do flogisto, o componente dos corpos que é liberado durante a combustão e produz fogo, calor, chama e luz. Todo fenômeno de combustão e calcinação poderia ser explicado pela teoria do flogístico, mas ninguém se importou em provar sua existência.

O maior mérito da teoria do flogisto (que, durante um século, exerceu uma grande influência sobre o mundo química) deve ser reunido sob o mesmo assinar os fenômenos de oxidação e redução, e levaram inúmeras pesquisas química.

A teoria do flogístico foi derrubada pelo químico francês Lavoisier, que demonstrou o papel do oxigênio na combustão. Mas "flogosis" ou palavras "antiflogísticos" ainda permanecem na medicina, porque a teoria de Georg Stahl não foi sem impacto no mundo médico e farmacológico.

*No campo da medicina, Georg Stahl interpretou as atividades dos seres vivos de um ponto de vista vitalista (animismo) e apresentou suas idéias em *Theoria médica vera* (1707), uma das obras mais lidas de sua época.*

Antoine Laurent Lavoisier
(1743-1794)



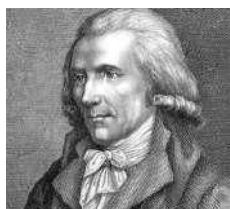
Créditos da imagem:
<https://www.grupoescolar.com/pesquisa/ant-oine-laurent-lavoisier-17431794.html>

Químico francês, nascido em uma família que fazia parte da nobreza do país. Lavoisier recebeu uma excelente educação em toda a sua vida, e no ano de 1764 se formou em direito, profissão que nunca exerceu por conta de sua paixão pela ciência.

Lavoisier foi um dos mais célebres cientistas da história do mundo. Ele pesquisou diversas áreas da química e contribuiu de maneira fundamental para o avanço da ciência. O cientista foi um dos responsáveis pela publicação da obra "Método de Nomenclatura Química", que provocou uma reforma na linguagem científica de sua época.

Antoine Lavoisier fez importantes descobertas sobre o oxigênio e realizou experimentos pioneiros com gases. Lavoisier é considerado o pai da química moderna. Por conta de sua atuação durante a Revolução Francesa, Lavoisier acabou morrendo guilhotinado no dia 8 de maio de 1794, após um julgamento sumário.

Benjamin Thompson
(1753-1814)



Créditos da imagem:
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/rumford.htm>

Nascido na Nova Inglaterra, Benjamin Thompson tornou-se coronel do exército britânico; Ministro da Guerra na Baviera, foi nomeado Conde de Rumford. Em 1804 ele se mudou para a França, onde se casou com a viúva de Antoine Lavoisier, de quem ele logo se divorciou. Ele era um membro proeminente da Royal Society e fundou a Royal Institution of Great Britain (1799).

Auto ensinado, Benjamin Thompson Rumford descreveu os fundamentos da teoria mecânica do calor e do fluido falsidade teoria calórica, observando-se a consistência da massa de gelo a derreter.

Desenvolveu a cozinha doméstica forno de assar, estudou o comportamento térmico dos materiais (mostrando que o atrito de metais libera calor, mas não altera a sua capacidade de calor) e como efetivamente isolar o equipamento de combustão. Suas invenções incluem o fotômetro de sombra, o calorímetro de água e uma lâmpada de petróleo; Ele também introduziu o conceito de candela como uma unidade de intensidade de luz.

James Prescott Joule
(1818-1889)



Créditos da imagem:
https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/james_joule.php

Nascido em Salford, Inglaterra, era filho de um importante cervejeiro de Manchester, e sempre manifestou interesse pelas máquinas e pela Física. Joule teve contato com grandes físicos como John Dalton que lhe ensinou ciências e matemática.

Estudou a natureza da corrente elétrica. Após inúmeros experimentos ele descobriu que, quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre uma transformação de energia elétrica em energia térmica. Este fenômeno é conhecido como Efeito Joule (que dá nome ao blog) em sua homenagem.

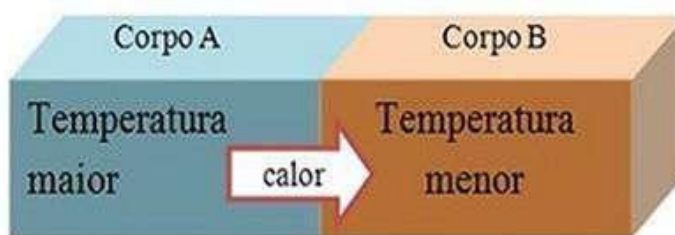
Interessado pelo estudo do calor, Joule também realizou vários experimentos nesta área, estes o ajudaram a determinar uma relação para a equivalência entre o trabalho mecânico e o calor. O que ajudou na formulação da teoria da conservação da energia (1ª Lei da Termodinâmica), contribuição que impulsionou o estudo da Termodinâmica. Trabalhou com o Físico William Thomson realizando experimentos termodinâmicos. Juntos chegaram ao efeito Joule-Thomson que relaciona a temperatura e o volume de um gás.



O que se sabe hoje?

Nos dias de hoje, considera-se que quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada energia interna, também aumenta. Se este corpo é colocado em contato com outro (Figura 2) de temperatura mais baixa, haverá transferência do primeiro para o segundo, energia esta que é também conhecida como calor.

Figura 2 - Representação do fluxo do calor.



Créditos da imagem: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/calculo-calor-transferido.htm>



Calor: é a energia transferida de um corpo para o outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.



SENSAÇÕES TÉRMICAS

As sensações térmicas que um copo com água gelado ou uma xícara de café bem quente provocam nas pessoas, indicam para estas noções básicas de frio ou quente. No dia a dia é muito comum usarmos o tato para avaliarmos a temperatura dos objetos.

Ao sentarmos em uma cadeira que possui partes de metal como de plástico é nítida as sensações diferenciadas que obtemos, ao verificarmos se uma pessoa está febril, se o leite da mamadeira está em um ponto ideal para ser ingerida pelo bebê, se o ferro de passar roupa está pronto para ser usado, são alguns exemplos que confirmam o quanto as pessoas confiam nesse “instrumento” de medida.

Muitas vezes pessoas diferentes em um mesmo ambiente experimentam sensações térmicas diferentes, por serem sensações individuais e subjetivas que dependem do indivíduo e das condições a que está sujeito. Sabemos que ao tocarmos com a mão uma porta de madeira e sua maçaneta de metal, ambas em **equilíbrio térmico** (mesma temperatura), temos sensações térmicas diferentes. Mas de que forma surgem essas sensações? A condutividade térmica dos materiais é a responsável por termos sensações térmicas diferentes apesar dos corpos estarem localizados no mesmo ambiente.

Os metais, por exemplo por serem melhor condutores de calor que a madeira, retiram energia com mais rapidez de nossas mãos, o que explica a sensação de frio ao tocá-lo.



DE QUE FORMA ACONTECE A TRANSFERÊNCIA DE CALOR ENTRE OS CORPOS?

Quando colocamos uma blusa nos dias muito frios, estamos reduzindo a taxa de perda de calor do nosso corpo para o ambiente. Inversamente, nos dias quentes, procuramos utilizar roupas leves, que facilitem a perda de calor para o meio externo.

Nos motores a combustão, aumentar a perda de calor é essencial para que as temperaturas não fiquem tão altas a ponto de derreter seus componentes, enquanto nos refrigeradores procura-se evitar que a energia térmica do ambiente penetre em seu interior.

O calor corresponde à energia térmica que é transferida de um corpo para outro e pode se propagar nos meios sólidos, em meios fluidos ou mesmo no vácuo. Espontaneamente, o calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

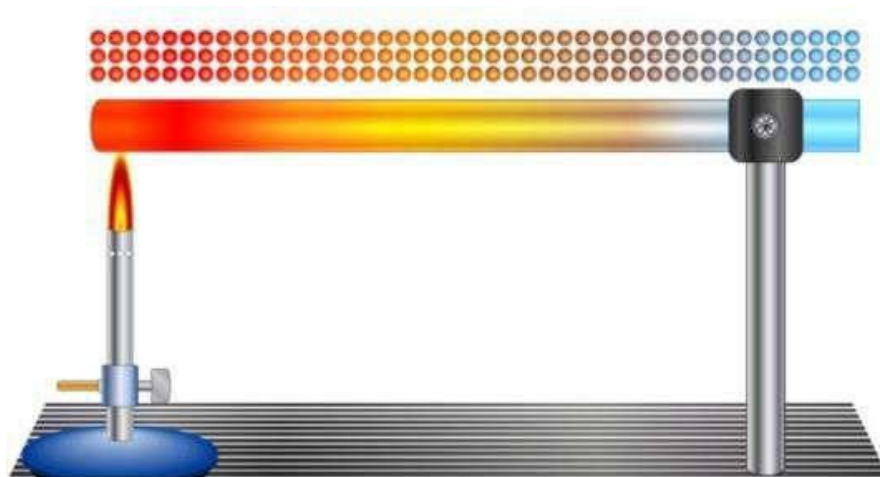
A transferência dessa energia térmica é possível graças a três processos de transferência. O conhecimento desses mecanismos pode, de acordo com nosso interesse, facilitar ou dificultar as transmissões de calor que podem acontecer de três maneiras distintas: por **condução**, principalmente em sólidos, por **convecção**, principalmente nos fluidos, e por **irradiação**, sem necessidade de meio material.

3. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR

3.1 Condução térmica

É a propagação de calor em que a energia térmica passa de partícula para partícula sem transporte de matéria. Ocorre principalmente nos metais (condutores térmicos). Este processo está representado na Figura 3.

Figura 3 - Representação do processo de transmissão de calor por condução.



Créditos da imagem: <https://concepto.de/equilibrio-termico/>

Cada material tem uma capacidade própria de conduzir o calor, que está diretamente relacionada com o tipo da substância e a natureza das ligações que o compõe. Aquele que conduz o calor com facilidade, é chamado de bom condutor térmico.

Os metais são materiais que tem boa condutividade térmica, sendo que esta condutividade varia para cada tipo de material. Se a condução for nula ou reduzida, o material é denominado isolante térmico. São exemplos de isolantes térmicos: água, gelo, ar, lã, isopor, vidro, borracha, madeira, serragem, etc.

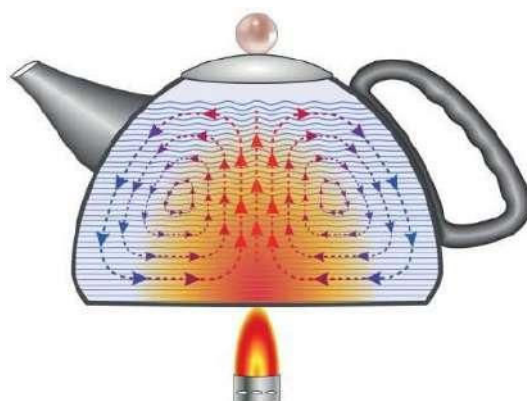
3.2 Convecção térmica

É o processo de propagação de calor, no qual a energia térmica se propaga pela movimentação de massas líquidas ou gasosas, que alteram suas posições no meio devido à diferença de densidade (Figura 4).

Quando estamos em um ambiente fechado, é comum sentirmos após algum tempo, que ele está muito “abafado”. Parece não existir circulação de ar. Isso acontece porque as camadas de ar mais próximas das pessoas que estão neste ambiente são aquecidas por elas e se expandem, aumentando seu volume, diminuindo sua densidade.

Esse ar quente de menor densidade tende a subir e o ar mais frio, de maior densidade, tende a descer. Esse fenômeno é cíclico, ao se repetir constantemente, produz no ar as correntes de convecção. Após algum tempo, todo ar da sala se encontra aquecido de maneira praticamente uniforme, não mais ocorrendo a convecção. Por esse motivo a sensação de ambiente “abafado”.

Figura 4 - Representação do processo de transmissão de calor por convecção



Créditos da imagem: <https://www.infoescola.com/termodinamica/propagacao-de-calor/>

O movimento vertical de massas fluidas, de densidades diferentes, é provocado pela existência do campo gravitacional da Terra. Em um local sem campo gravitacional, não ocorre convecção.

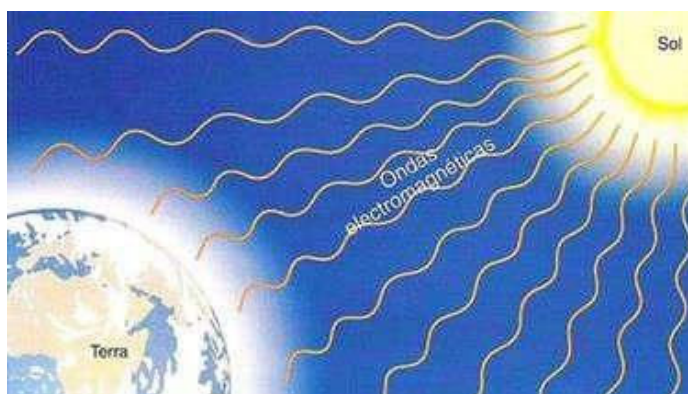
3.3 Irradiação térmica

É o processo de propagação de calor em que a energia térmica se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas. (Figura 5).

A irradiação ou radiação é o processo mais importante de propagação de calor, pois é através dele que a energia térmica vinda do Sol chega até a Terra. Sem esse processo não haveria vida na Terra. A irradiação é o processo de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas, chamadas ondas de calor ou calor radiante. Enquanto a condução e a convecção ocorrem somente em meios materiais, a irradiação ocorre também no vácuo.

De um modo geral podemos dizer que, em diferentes quantidades, todos os corpos emitem energia radiante, por meio dos raios infravermelhos devido a sua temperatura. A radiação térmica ao incidir em um corpo tem uma parte absorvida e outra refletida pelo corpo. Corpos escuros absorvem a maior parte da radiação que incide sobre eles, enquanto os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente. É por isso que um corpo preto, quando colocado ao Sol, tem sua temperatura sensivelmente elevada, ao contrário dos corpos claros, que absorvem pouco calor.

Figura 5 - Representação do processo de transmissão de calor por irradiação.



Créditos da imagem: <http://fisicacomanaivalentina.blogspot.com/2015/12/propagacao-do-calor-irradiacao.html>

ATIVIDADES



4. ATIVIDADES

4.1 Atividade 1 - Experimento sobre temperatura e sensações térmicas

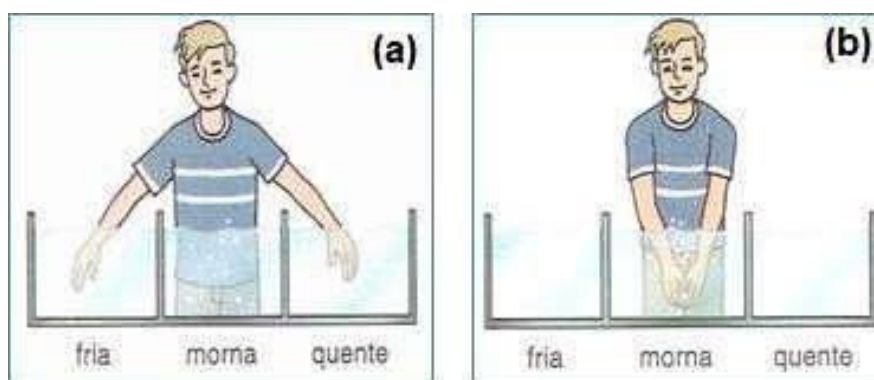
Nesta atividade, os alunos poderão descrever suas concepções de calor e temperatura por meio das sensações térmicas percebidas por eles. É possível ao professor identificar seus conhecimentos prévios para que assim tenha abordagens adequadas. Cabe nesta atividade, discutir sobre perda ou ganho de calor, além de introduzir o conceito de equilíbrio térmico.

1 - PROCEDIMENTO:

Dispondo de três recipientes, o primeiro contendo água com gelo, o segundo água à temperatura ambiente (morna) e o terceiro contendo água aquecida a uma temperatura de aproximadamente 50°C , siga os seguintes passos:

- I) Coloque uma mão na água gelada e a outra na água quente durante 30 s, conforme a Figura 6 a.
- II) Depois coloque as duas mãos na água à temperatura ambiente pelo mesmo tempo, de acordo com Figura 6 b.

Figura 6 - Representação dos passos 1 e 2 da atividade 1.



Fonte: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>.

- III) Observe a sua sensação de temperatura ao colocar suas mãos na água morna.

2 - ATIVIDADE A SER REALIZADA:

Após a realização da parte experimental o aluno deverá responder o seguinte questionário:

Utilizando as palavras FRIO, QUENTE, CALOR e TEMPERATURA, responda em um único parágrafo as perguntas abaixo:

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?

Depois de colocar as duas mãos na água morna descreva a sensação que você teve.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?

4.2 Atividade 2 - Atividade diagnóstica

Esta atividade está dividida em 10 questões objetivas e 5 questões discursivas. A aplicação desta atividade é opcional e fica como sugestão para o professor que queira fazer um levantamento mais específico sobre concepções alternativas dos alunos a respeito dos conceitos de temperatura e calor.

QUESTÕES OBJETIVAS

Leia com atenção as questões e marque apenas uma alternativa para cada questão.

1- A frase “Hoje estou com muito calor” é falada em nosso dia-a-dia, mas está errada quando consideramos a definição de calor na Física.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

2 - Para esquentar meu corpo eu posso usar um cobertor, pois ele isola o calor do meu corpo, mantendo a minha temperatura.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



3 - Um aluno da professora Luciana, fez uma visita a um restaurante e observou a seguinte situação: Inicialmente o cozinheiro segurando um recipiente que contém um alimento que acabou de sair do forno (Figura a), e depois o mesmo cozinheiro segurando um outro recipiente contendo gelo (Figura b). Quando o aluno foi contar para a professora Luciana, ele disse o seguinte: Na situação a, está havendo trocas de calor com o ambiente, porém isso não acontece na situação b. Qual a sua opinião sobre o que o aluno contou para a professora:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



4 - Durante o momento que você encosta em uma panela que acabou de ser aquecida no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que: A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

5 - Anitta diz a sua mãe (Miriam) que enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de “frio”. A mãe de Anitta explica que o tato indica a falta de calor na pedra de gelo. Analisando a resposta da mãe de Anitta, você:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

6 - Dudu esqueceu seus dois copos, com a mesma quantidade de água no quintal da sua casa. O copo que ele ganhou da sua mãe é feito de alumínio (copo de cor prata) o outro copo que é preto, Dudu ganhou do seu pai. Os dois copos ficaram expostos ao Sol durante uma hora. Inicialmente os copos estavam na mesma temperatura, é após uma hora no sol as temperaturas continuam iguais, pois em qualquer momento as temperaturas são as mesmas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



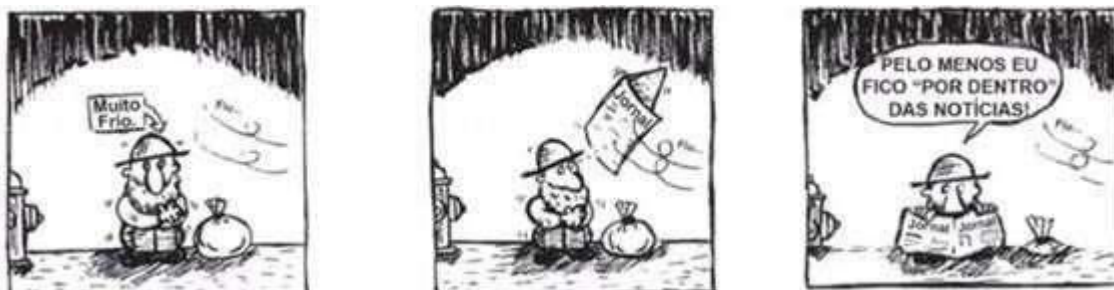
7- Na primeira atividade feita, fizemos um experimento com três recipientes (A = água fria, B = água a temperatura ambiente e C = água quente) com água a temperaturas diferentes. Ao retirar as mão que estavam mergulhadas nos recipientes de maior e menor temperatura, depois colocar no recipiente de temperatura ambiente, uma mão indicou que a água estava quente e a outra indicou que a água estava fria. Sobre o fenômeno físico envolvido, é correto afirmar:

- a) A nossa pele mede a temperatura dos objetos que tocamos.
- b) Quando a mão é retirada de A e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- c) Quando a mão é retirada de C e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- d) não há troca de calor e nem é possível dizer a temperatura de cada água.

8 - Após um dia de aula, você volta para casa e encosta a mão na maçaneta metálica da uma porta de casa e depois na madeira da porta. Você fica curioso ao perceber que, ao encostar sua mão na maçaneta, a sensação de “frio” é maior que quando você encosta a mão na madeira. Sobre o fenômeno físico ocorrido é correto afirmar que:

- a) A madeira está a uma temperatura maior que o metal
- b) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal é melhor condutor de calor.
- c) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal tem mais frio.
- d) O metal está a uma temperatura menor que a do ambiente

9 - A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de:



- a) Impedir que o frio do ambiente penetre.
- b) Manter o calor do homem concentrado.
- c) Bloquear o vento que sopra trazendo frio.
- d) Restringir a perda de calor para o ambiente

10 - É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, podemos dizer que as expressões estão corretas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



QUESTÕES DISCURSIVAS

Usando seus conhecimentos sobre as situações apresentadas, responda o que se pede.

1-Observe a tirinha, e responda as questões:



a) O que levou a menina a acreditar que seu pai está com febre?

b) O que acontece quando estamos com febre?

c) Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?

2-Quem já entrou num carro que tenha ficado estacionado ao Sol por algum tempo vai entender o significado da expressão "Isso está parecendo uma estufa". Se o calor "consegue" entrar no carro, por que ele não sai? Como os materiais "absorvem" e emitem calor?



3 - Depois de um dia exaustivo, um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Para você, o tapete e o piso estão a diferentes temperaturas? Explique sua resposta.



4 - Ao aquecer a água em uma panela, a parte da água que está em contato com o fundo da panela se aquece primeiro. Como você explica o aquecimento da água que está na parte de cima da panela?

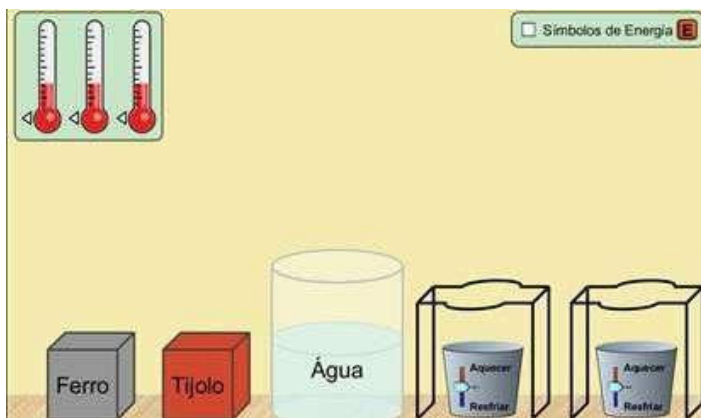
5 - Ao aproximarmos a mão de uma lâmpada incandescente, mesmo sem tocá-la, percebemos que ela está muito quente. Por que sentimos essa transferência de calor mesmo sem tocá-la?

4.3 Atividade 3 - Simulador Computacional

Para a execução desta atividade é necessário acessar o site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes, e seguir os procedimentos do roteiro (passo a passo) disponibilizado aos alunos. Por ela, é possível, introduzir novos conceitos físicos como energia térmica, transferência de calor, equilíbrio térmico, materiais isolantes e condutores térmicos. Uma sugestão é que a atividade seja trabalhada em grupo, para permitir que os alunos possam compartilhar ideias.

Passo a passo para realizar a tarefa:

Abra o simulador, siga os comandos e responda as questões.



https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes

1º Comando: arraste a vasilha com água para o tripé e arrastar um termômetro próximo a ela.

a) Quando aqueço a água o que acontece?

b) Por que a água é aquecida?

2º Comando: clique em símbolos de energia.

a) O que vocês observam?

b) Que energia é essa que sai da chama?

3º Comando: agora arraste o marcador para resfriar a água.

a) O que você observa?

4º Comando: vá em reiniciar. Arraste o bloco de tijolo e o bloco de ferro para os tripés (um em cada tripé). Arraste um termômetro ao lado de cada bloco.

No bloco de ferro, diminua a temperatura ao máximo, no tijolo, aumente a temperatura ao máximo. Depois coloque um bloco ao lado do outro.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

5º Comando: repita o mesmo procedimento do passo 4, porém, no bloco de ferro, aumente a temperatura ao máximo, no tijolo, resfrie ao máximo. Arrastar os blocos para o lado e colocar um em cima ou ao lado do outro. Coloque o terceiro termômetro entre eles sem tocá-los.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

c) O que acontece após algum tempo com as temperaturas dos blocos?

4.4 Atividade 4 - Experimentos: processos de transmissão de calor

São demonstrados 3 experimentos sobre condução, convecção e irradiação para que o aluno consiga diferenciar e caracterizar cada processo de transferência de calor. Através dos experimentos é possível evidenciar a particularidade de cada forma de propagação de calor, além de abordar outros conceitos físicos que estão correlacionados. No experimento 1 (condução), é possível abordar sobre as condutibilidades térmica dos materiais, identificando os isolantes e condutores térmicos. O experimento 2 (irradiação), oportuniza abordagem sobre radiação de corpo negro, absorção e reflexão do calor. Já para o experimento 3, (convecção), é possível discutir sobre densidade de fluidos. Ressalta-se que é importante sempre que possível relacionar o que foi ensinado com os eventos do cotidiano.

A sugestão é iniciar a aula explicando que a transferência de calor de um corpo para outro, poderia ocorrer de três modos distintos. Após a introdução, apresenta-se os experimentos, sem identificar o processo de transferência de calor. Os experimentos receberam nomes que não induzissem os alunos a identificá-los. O primeiro experimento sobre condução, foi nomeado de “BOTANDO PARA DERRETER”, o segundo sobre irradiação “QUE CALOR É ESSE?” e o terceiro sobre convecção, “QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AI!” Após a demonstração de cada experimento, os alunos respondiam o questionário, identificando a transferência de calor presente em cada experimento.

Material do professor

Atividade Experimental 1

“BOTANDO PARA DERRETER”

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por condução através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir sobre materiais isolantes e condutores térmicos.

2 - Material Utilizado:

- 1 (um) fio de cobre
- 1 (um) maçarico ou vela
- 1(um) cano de PVC
- Um suporte de madeira para apoio

3 - Procedimento:

Monte equipamento de acordo com a Figura 7 e observe o que acontece e responda ao 1º questionário disponível no material do aluno

Figura 7 - Experimento 1.



Material do professor

Atividade Experimental 2

“QUE CALOR É ESSE?”

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por radiação através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir radiação de corpos negros.

2 - Material Utilizado:

- 1 lata de alumínio sem pintura/1 lata de alumínio pintada de preto;
- 2 (dois) termômetros;
- Um suporte de madeira para apoio com duas lâmpadas conforme Figura 8;
- Água à temperatura ambiente.

Figura 8 - Experimento 2



3 - Procedimento:

- a) Encha igualmente as latas com água e meça a temperatura;
- b) Posicione as latas bem próximas as lâmpadas acesas;
- c) Aguarde em média por 20 minutos e meça novamente as temperaturas das águas;
- d) Desligue as lâmpadas e após algum tempo meça novamente as temperaturas.
- e) Peça aos alunos para responderem ao 2º questionário disponível no material do aluno.

Material do professor

Atividade Experimental 3

“QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AÍ”.

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por convecção através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir situações que ocorram e se aplicam as correntes de convecção no cotidiano.

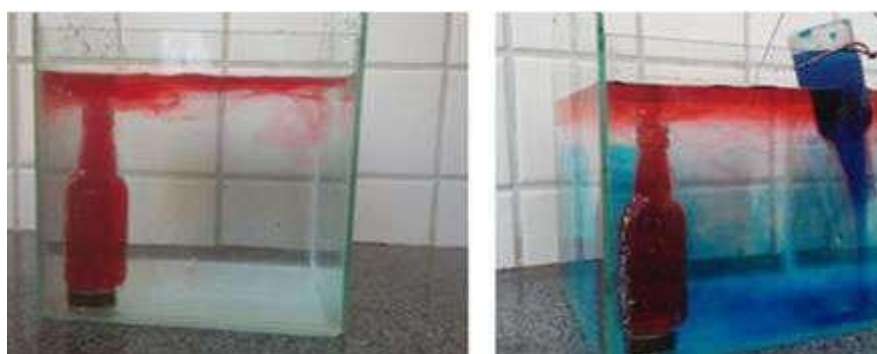
2 - Material Utilizado:

- 1 recipiente de vidro transparente (tipo um aquário);
- 1 recipiente transparente contendo água quente com corante vermelho;
- 1 recipiente transparente contendo água fria com corante azul;

3 - Procedimento:

Encha o aquário com água à temperatura ambiente e introduza os dois recipientes, de acordo com Figura 9. Na sequência peça para os alunos responderem ao 3º questionário disponível no material do aluno.

Figura 9 - Experimento 3



Material do aluno

Atividade Experimental 1

“BOTANDO PARA DERRETER”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz toda cera derreter?

b) Por que a cera vai derretendo sequencialmente?

c) E se substituíssemos um dos fios por uma vareta de madeira, o derretimento da cera aconteceria da mesma maneira? Por quê?

d) Com relação ao processo de transmissão de calor observado no experimento, identifique uma situação semelhante já observada por você.

Material do aluno

Atividade Experimental 2

“QUE CALOR É ESSE?”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz a água aquecer?

b) Que função tem a base de madeira no experimento? E se a base fosse de metal?

c) Durante o aquecimento, as latas receberam a mesma quantidade de calor, no entanto suas temperaturas finais foram diferentes. Por que isso aconteceu?

d) De que forma aconteceu o resfriamento das latas? Ocorreu da mesma forma nas duas latas?

Material do aluno

Atividade Experimental 3

“QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AÍ!”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz o movimento dos líquidos?

b) O que aconteceu com os líquidos que estavam nos copos? Por que isso acontece?

c) Dê pelo menos um exemplo de onde você já tenha visto esse fenômeno da convecção de calor acontecer.

4.5 Atividade 5 - Experimento: sensações térmicas e temperatura

Esta atividade tem por finalidade mostrar que sensações térmicas não indicam a real medida de temperatura e que o tato não é um instrumento de medida para essa grandeza física. Essas sensações térmicas se devem à condutividade dos materiais, ou seja, depende da rapidez de como a energia é transferida.

Experiências do cotidiano como a de verificar com os dedos se o ferro de passar roupas está quente, usar a palma da mão para saber se o leite do bebê está quente ou mesmo tocar uma lata de refrigerantes para constatar se a temperatura está ideal para que a bebida seja ingerida, são exemplos que asseguram a confiança em medir a temperatura pelo tato. Esses exemplos reforçam o senso comum de que alguns materiais são mais frios que outros, mesmo estando em um mesmo ambiente.

Questionário do aluno**Atividade Experimental****“SENSAÇÕES TÉRMICAS E TEMPERATURA”**

Objetivo: Verificar que materiais diferentes, localizados em um mesmo ambiente, estão a mesma temperatura.

Material Utilizado:

- Cano de PVC;
- Cano de metal;
- Termômetro de laboratório

Procedimento:

Segure o cano de PVC por alguns segundos e em seguida o cano de metal. Na sequência responda:

a) Para você os dois estão a mesma temperatura?

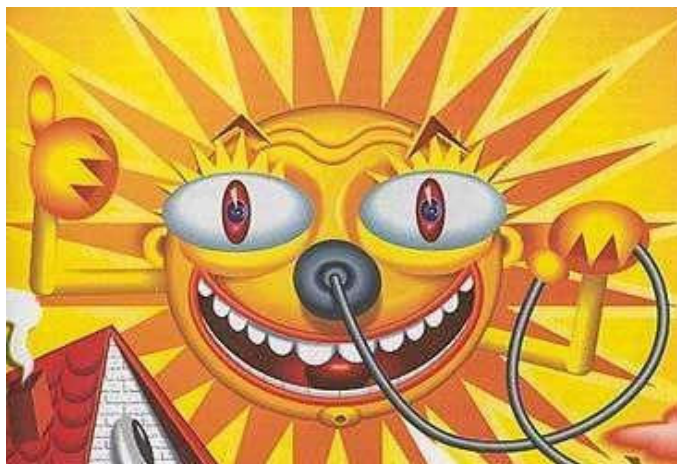
b) Com ajuda de um termômetro, meça a temperatura dos dois canos. O que você observa?

4.6 Atividade 6 - Texto: “Energia solar, uma solução eletrizante”

Este texto se aplica como um organizador prévio que é um material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, que no caso será o aquecedor solar. Segundo Ausubel, sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente.

O texto narra de forma simples e objetiva a importância da energia solar para nossas vidas, levantando aspectos relevantes como transformação e economia de energia e a possibilidade de usarmos energia renovável e limpa. E é por ele que os alunos têm o primeiro contato com o aquecedor solar, permitindo uma discussão sobre seu funcionamento e os conceitos físicos que participam do processo de aquecimento da água. O texto encontra-se disponível no site <http://chc.org.br/energia-solar-uma-solucao-eletrizante/>.

ENERGIA SOLAR: UMA SOLUÇÃO ELETRIZANTE!



Veja como a energia do Sol pode ser usada para esquentar água e gerar eletricidade!

Xiii! A lâmpada apagou, sumiu a imagem da TV e a água do chuveiro está um gelo. O que será que aconteceu? Ora, acabou a eletricidade. Agora não tem jeito... senta e espera ela voltar! Aposto que você não ficou tão conformado e está aí no escuro

tentando imaginar se não há outra forma de a lâmpada acender e de a TV funcionar. Vou te dar uma pista: a solução vai brilhar no céu amanhã de manhã!

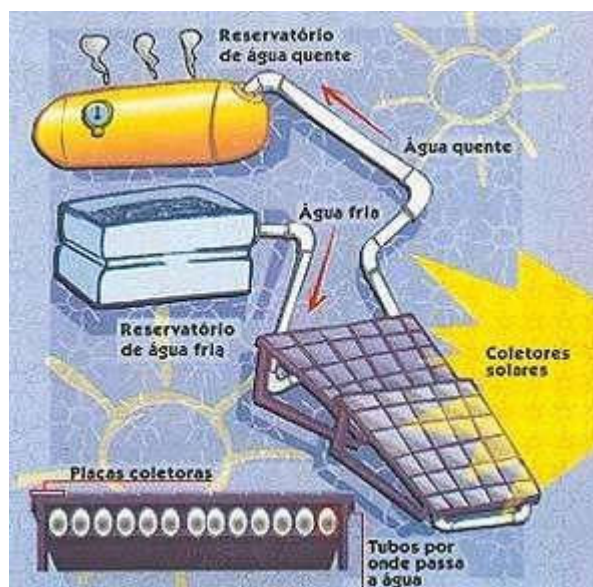
Não é só para você pegar aquele bronzeado quando vai à praia que o Sol existe. É ele que nos dá a luz e o calor, sem os quais não haveria vida no planeta. Vejamos as plantas na fotossíntese: para crescer, dar flores e frutos, elas precisam da luz solar para produzir o oxigênio (que respiramos) a partir do gás carbônico (que elas respiram).

O homem não faz fotossíntese, mas ao longo dos anos, aprendeu a tirar proveito do Sol para tornar sua vida confortável. Descobriu, por exemplo, que casas de paredes brancas deixam o ambiente mais iluminado. Os primeiros homens usavam fontes de luz naturais, como o fogo e o próprio Sol. Com o passar dos séculos, foram inventadas outras formas de iluminação artificiais, embora quase todas elas venham, de uma certa maneira, da energia que o Sol tem enviado à Terra ao longo de milhões de anos. É o caso da lâmpada, que dá a chamada luz elétrica. Ao ligar o interruptor para acender uma lâmpada, você está fazendo passar por ela uma corrente elétrica.

Com essas e outras novidades, o homem passou a se preocupar menos em aproveitar o Sol. Observando os edifícios modernos, vemos que a maioria deles passou a depender mais da iluminação artificial.

Quando o Sol ilumina e aquece a gente, está enviando energia — a energia solar. Esta pode ser transformada em outros tipos de energia, como a energia elétrica, que gera a eletricidade necessária para acender a lâmpada. No Brasil, a energia solar é abundante, embora não seja suficiente para atender diretamente as necessidades do dia-a-dia de uma cidade. Mas há situações em que a energia solar pode ser usada com grande vantagem. Veja só os exemplos a seguir.

Para a água do banho soltar aquela fumacinha é comum usarmos um chuveiro elétrico ou um aquecedor a gás. Mas, em muitas regiões do país, onde faz muito calor, o Sol pode servir para esquentar a água.



Um tubo leva a água do reservatório de água fria para as placas coletoras. Essas placas, aquecidas pelos raios solares, esquentam a água que passa pelos tubinhos dentro delas. Essa água vai para o reservatório de água quente, onde fica guardada, pronta para você tomar aquele banho gostoso

Existem várias formas de construir um aquecedor solar de uso residencial. Em geral, o modelo mais usado no Brasil é feito de placas especiais, chamadas coletores solares, e de duas caixas d'água (uma para armazenar a água quente e outra para a fria). Normalmente, as placas coletoras são feitas de cobre ou alumínio e cobertas por vidro.

Também podem ser de plástico. O reservatório de água quente deve estar protegido por algum material que conserve o calor, como o isopor, por exemplo.

Agora, para gerar eletricidade a partir do sol é necessário outro tipo de placa solar, chamada de painel fotovoltaico. Ele é feito com materiais capazes de converter a energia do sol em eletricidade, que pode ser utilizada nas casas diretamente ou armazenada em baterias para usar à noite, por exemplo. Viu como a luz que vem do nosso Sol pode ser útil para iluminar nossa vida?

4.7 Atividade 7 (não presencial)

Esta atividade é um exercício que tem como objetivo, verificar se os alunos conseguem identificar o processo de transmissão de calor para cada situação proposta. Por este exercício, o professor pode analisar se está havendo domínio sobre os conceitos apresentados. Todas as situações propostas no exercício são situações concretas que fazem ou fizeram parte do cotidiano do aluno.

Atividade não presencial

1-Identifique qual o processo de transmissão de calor está acontecendo em cada evento.

	EVENTOS	Condução térmica	Convecção térmica	Irradiação térmica
1	<i>Ao tomar “banho” de Sol na praia, uma pessoa pode ficar bronzeada.</i>			
2	<i>Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas.</i>			
3	<i>O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais “fresco” rapidamente.</i>			
4	<i>É por esse processo que o Sol aquece o nosso planeta.</i>			
5	<i>Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico, é assim que fazemos churrasco.</i>			
6	<i>É convencional usar o congelador da geladeira na parte de cima da geladeira.</i>			
7	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
8	<i>As panelas são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por esse processo.</i>			
9	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
10	<i>Ao aproximar a mão do forno do fogão, sinto que ele está quente.</i>			
11	<i>Ao tocar uma maçaneta de metal de uma porta, tenho a sensação que ela está mais fria que a porta de madeira.</i>			
12	<i>Ao esquecer a colher dentro de uma panela que estava no fogo, percebi que ela estava quente como a panela.</i>			
13	<i>Os componentes eletrônicos de aparelhos, em funcionamento, de uma estação espacial, transmitem calor para o espaço.</i>			
14	<i>É por esse processo que a luz consegue atravessar o vácuo.</i>			
15	<i>Numa noite de festa junina, podemos nos aquecer próximo à numa fogueira.</i>			
16	<i>O congelador, localizado na parte superior de uma geladeira, resfria todo o interior da mesma.</i>			
17	<i>Quando andamos na areia da praia sentimos que ela está quente.</i>			

4.8 Atividade 8 Construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo

Esta atividade dentre todas aplicadas é a atividade que requer maior organização e tempo. Julgou-se importante utilizar esse MI pelo fato de permitir que seja explorado e sintetizado todos os conceitos físicos abordados no estudo dos processos de transferência de calor e outros conceitos que acerca de seu funcionamento. O diagrama mostrado na Figura 10, identifica os conceitos físicos abordados durante a construção do aquecedor solar de baixo custo (ASBC).

Figura 10 - Conceitos físicos abordados durante a construção do ASBC



Fonte: Produzida pela autora

A atividade da construção do ASBC nesta dissertação foi dividida em etapas (quatro), para que se pudesse economizar tempo e permitir que todas as turmas participassem separadamente de cada etapa da construção.

Fica como sugestão, para o professor que queira aplicar esta atividade, que cada turma construa seu próprio ASBC. Desta forma, os alunos de cada turma poderão participar de todos os processos da construção. Foram necessárias 4 aulas, sendo uma para cada turma. É importante que o professor organize todo o material necessário e peça aos alunos que adiantem parte de montagem como os cortes das caixas de leite e limpeza das garrafas PET.

FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR

O aquecedor solar é composto basicamente de duas partes: o coletor solar, feito de garrafas pet, canos de PVC e caixas de leite, e um reservatório de água.

O ciclo de trocas de calor do aquecedor começa a partir do momento que a água fria vinda da parte inferior do reservatório desce pelos canos de PVC para ser aquecida pelos três processos de transmissão de energia por diferença de temperatura: irradiação, condução e convecção térmica.

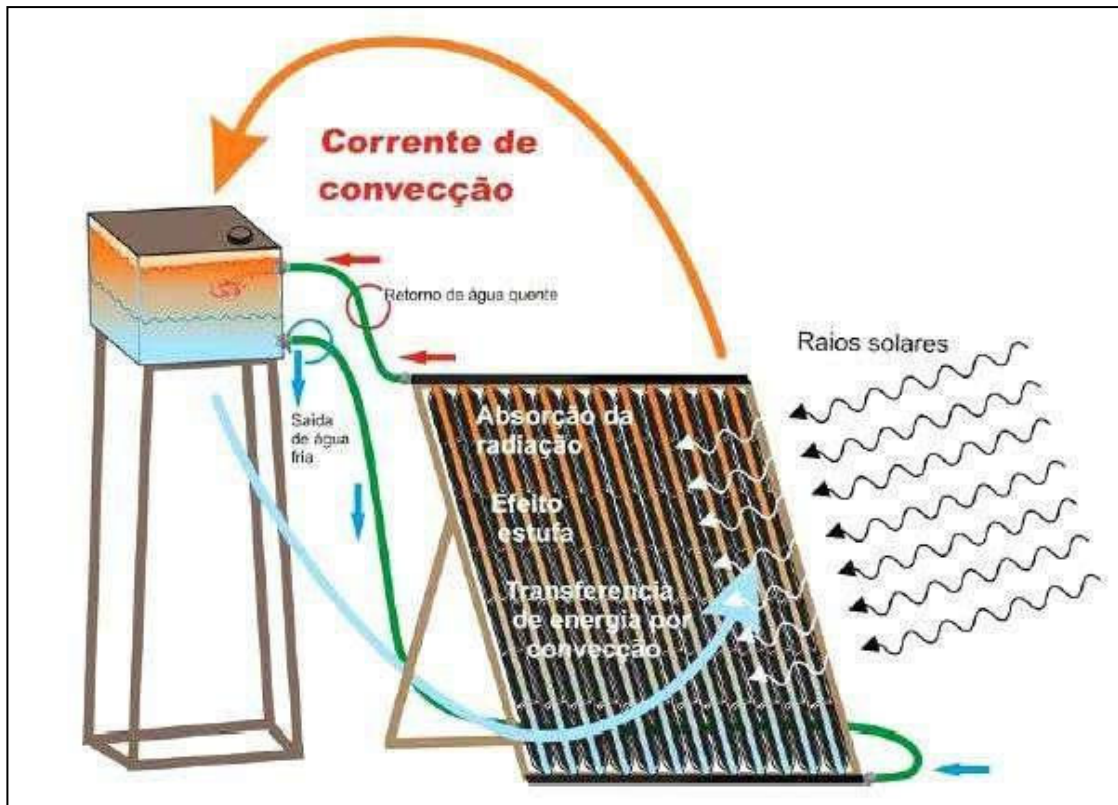
A irradiação solar incide sobre as garrafas e atinge os canos e caixas de leite que devem ser pintados de preto a fim de aumentar a absorção de calor, permitindo que o aquecimento da água no interior dos canos aconteça com maior rapidez. As garrafas pet têm como função impedir que a radiação infravermelha emitida pelos canos e caixas de leite aquecidos atravessem novamente para o meio externo, fazendo, assim, ocorrer uma espécie de efeito estufa, que garante temperaturas elevadas no interior da garrafa.

A água em contato com os canos é aquecida por condução térmica, sofrendo dilatação e tornando-se menos densa. Por convecção térmica, desloca-se para a parte superior do reservatório. Ao mesmo tempo, a água fria, vinda da parte inferior do reservatório, desce para o coletor.

Esse deslocamento de matéria (água fria que desce, por ser mais densa e água quente que sobe, por ser menos densa), formam as correntes de convecção térmica. A água quente pronta para o consumo é retirada da parte superior do reservatório e uma nova quantidade de água fria é inserida no sistema, permitindo que todo o ciclo recomece.

O reservatório deve ser isolado termicamente a fim de diminuir trocas de calor com o ambiente. O esquema mostrado na Figura 11 identifica os três processos de transferência de calor que ocorrem no aquecedor.

Figura 11 - Esquema do aquecedor e os processos de transferência de calor.



Disponível em:

http://www.fisicajp2.unir.br/uploads/48059049/arquivos/M_RCIO_LUIZ_MARQUES_DE_SOUZA_2014_418565578.pdf

4.8.1 A FÍSICA DO ASBC: CONCEITOS RELACIONADOS

O aquecedor solar de garrafas pet foi um dos instrumentos utilizado para facilitar e diversificar o ensino sobre Termodinâmica, mais especificamente a respeito dos tópicos referentes aos processos de transmissão de calor.

A cada etapa da construção do aquecedor era oportunizado abordar e/ou reforçar conceitos físicos que participam do processo de funcionamento do aquecedor, estabelecendo relações a partir de contextualizações entre os conceitos físicos abordados e situações cotidianas já observadas pelos alunos.

Inicia-se a explicação caracterizando a energia solar, que chega até nós por irradiação, como uma onda eletromagnética, semelhante às ondas de rádio ou às de raios-X, que têm por característica serem transmitidas através do vácuo.

Faz-se uma breve introdução sobre a natureza eletromagnética da energia radiante e sobre o espectro eletromagnético, destacando as principais radiações que chegam até nós, como: luz visível, ultravioleta e infravermelho; pois o assunto será desenvolvido de forma mais pormenorizada em período posterior ao desenvolvimento desta pesquisa. Assim, apresenta-se de forma geral, caracterizando as radiações apenas em relação a comprimentos e frequências de ondas.

Sobre transparência e opacidade de materiais, os alunos relacionavam transparência a capacidade de enxergar através desses materiais. É possível contextualizar que tanto a transparência como a opacidade, são propriedades que os corpos têm de permitirem ou não a passagem de radiação eletromagnética.

É possível contextualizar também a respeito da incidência dos raios-X no nosso corpo, destacando que quase todos os tecidos são transparentes à passagem dos raios-X e outros são opacos, no caso, o tecido ósseo.

Ainda na etapa da construção do coletor, introduziu-se conteúdos de óptica como: refração, absorção e reflexão da luz. Para cada um desses conceitos, foi dada uma rápida introdução teórica, ao mesmo tempo em que se identificava onde o fenômeno se fazia presente no coletor. Sobre a refração, foi explicado que a luz proveniente do

Sol, ao atravessar a garrafa pet transparente, sofria desvios ao mudar de meio de propagação (do ar para o plástico), alterando sua velocidade e direção de propagação. Para exemplificar melhor esse conceito, pode ser realizada uma experiência simples de refração utilizando um copo com água e um lápis (Figura 12). Conceitos como absorção e reflexão do calor já haviam sido apresentados em uma atividade experimental, no entanto foi oportunizado mais uma vez reforçar e contextualizar esses conceitos com fenômenos do cotidiano.

Figura 12 - Imagem ilustrativa da refração da luz.



Fonte: Própria autora

A respeito da absorção da luz, ela acontece quando canos e caixas de leite recebem parte da radiação transferida para o interior das garrafas e se aquecem. O fato dos canos de PVC e caixas de leite serem pintados de preto, melhora a absorção do calor, aumentando a agitação das moléculas que constituem esses corpos e, conseqüentemente, aumentando a temperatura no interior das garrafas.

A reflexão acontece quando a radiação infravermelha emitida por canos de PVC, caixas de leite e o ar aquecido, não consegue atravessar as garrafas de volta para o meio externo ficando retida nesse meio.

Deve-se deixar claro para o aluno que a radiação total incidente nas garrafas é a soma das radiações refratadas, absorvidas e refletidas.

As garrafas pet são transmissíveis à passagem de luz visível, porém são parcialmente opacas às ondas de calor, esse fato possibilita a formação do efeito estufa. A partir das observações feitas sobre o efeito estufa produzido no interior das garrafas, fizemos comentários mais específicos a respeito de ondas

eletromagnéticas, mais especificamente sobre a radiação infravermelha, acrescentando informações como: apesar de todas as ondas eletromagnéticas transportarem energia, apenas as correspondentes à faixa do infravermelho são chamadas ondas de calor.

Isso porque o infravermelho transforma-se mais facilmente em energia térmica ao ser absorvido; as ondas eletromagnéticas que possuem menor frequência, portanto maior comprimento de onda não conseguem passar pelas garrafas, mas as de maior frequência, e menor comprimento de onda, as mais próximas das radiações correspondentes à luz vermelha, conseguem passar como a luz visível e outras radiações. Esse fato faz com que ocorra reflexão no sentido garrafa/cano e caixa /garrafa que promoverá um aumento de temperatura no seu interior.

Contextualizamos as relações entre esse efeito estufa com eventos do cotidiano, tais como: o aquecimento de um carro exposto a luz solar, a estufa de plantas e o aquecimento da Terra devido a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Após o aquecimento das garrafas pet, canos e caixas de leite por irradiação, a água em contato com os canos é então aquecida por condução térmica. Nessa etapa, enfatizamos a importância dos materiais condutores isolantes térmicos no aquecedor solar.

Falamos da condutividade térmica como uma propriedade física que alguns materiais de conduzem calor com maior rapidez. A energia cinética das moléculas de água próximas à superfície de contato dos canos aumenta devido ao aumento do grau de agitação dessas moléculas.

Tendo sua temperatura aumentada, a água sofre dilatação, que faz com que sua densidade diminua permitindo sua subida pela tubulação em direção a parte superior do reservatório.

A água fria localizada na parte inferior do reservatório por ser mais densa que a água quente, desce permitindo a troca dos fluidos por diferenças de temperaturas. Essas trocas de calor são as chamadas correntes de convecção.

O ciclo de trocas de calor é encerrado quando é estabelecido o equilíbrio térmico e reinicia à medida que uma quantidade de água quente é retirada do reservatório e substituída por água à temperatura ambiente, assim o equilíbrio térmico é desfeito e as correntes de convecção voltam a acontecer, permitindo a circulação da água. É importante ressaltar que o reservatório deve ser isolado termicamente a fim de impedir transferência de calor entre ele e o meio externo.

A partir da construção do coletor solar, foi possível abordar e/ou reforçar conceitos físicos como: temperatura, calor, processos de transmissão de calor, condutores e isolantes térmicos, dilatação térmica, densidade dos líquidos, efeito estufa, radiação de corpo negro, espectro eletromagnético, refração, reflexão e absorção de radiação eletromagnética.

4.8.2 TUTORIAL DA CONSTRUÇÃO: MONTAGEM DO AQUECEDOR

A construção do aquecedor solar de garrafas pet foi adaptada do projeto idealizado e desenvolvido por José Alcino Alano (2009), que tinha como objetivo diminuir os custos de energia elétrica de sua residência e aproveitar materiais recicláveis como garrafas pet e embalagens de caixas de leite longa vida, numa proposta de beneficiamento do meio ambiente.

Adaptamos o nosso projeto, reduzindo a quantidade de materiais usados, de forma que não compromettesse a eficiência do aquecedor, visando uma proposta didática para facilitar o ensino e a aprendizagem dos processos de transmissão de calor e outros conceitos físicos relacionados. Toda a construção também está disponibilizada no site http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/Kit_res_17_aquecedor_solar.pdf.

A sugestão para o professor que for aplicar é que as etapas sejam divididas em: cortes das garrafas e lixamento das superfícies cortadas, corte e dobraduras das caixas de leite, pintura das caixas e corte dos canos e por último, montagem do aquecedor solar incluindo o coletor e o reservatório de água.

PARA CONSTRUIR O AQUECEDOR SOLAR UTILIZAMOS:

- 40 garrafas PET de 2 litros (todas transparentes e de mesma marca);
- 40 embalagens longa vida de 1 litro;
- 11m metros de canos de PVC de 20 mm;
- 16 conexões T em PVC de 20 mm;
- 04 conexões L (luva) em PVC de 20 mm;
- 02 tampões em PVC de 20 mm;
- 03 flanges de 20 mm;
- tinta preta fosca;
- 01 caixa plástica de 56L (reservatório de água);
- cola de PVC;
- fita adesiva preta;
- suporte de madeira para apoiar a estrutura;
- 01 torneira de plástico;
- adaptador com rosca para a torneira;
- lixa;
- martelo de borracha.

PASSO A PASSO DA MONTAGEM

Passo I - (Corte das garrafas – Figura 13)

1) Corte das garrafas:

A partir da base da garrafa, corte 5 cm e descarte a parte menor (existe uma marcação na garrafa que facilita a localização do corte).

2) Lixamento da superfície cortada das garrafas:

Foi realizado esse procedimento a fim de evitar acidentes como o risco de algum aluno se cortar com as extremidades irregulares.

Figura 13 - Registro fotográfico da etapa de cortes das garrafas .



Fonte: Própria autora

Passo II – (corte das caixas de leite longa vida)

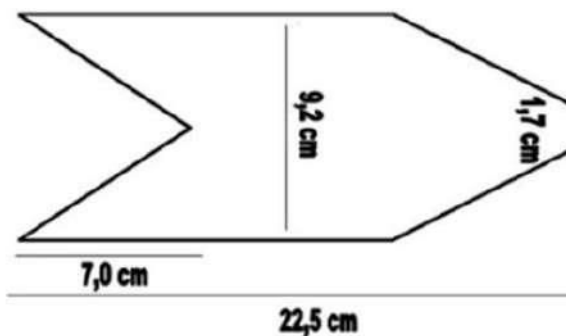
1) Corte das caixas de leite (Figuras 14 e 15)

Corte e faça dobras nas caixas de leite. Depois de devidamente higienizadas e secas, abra as orelhas da caixa e planifique as embalagens.

Corte a parte já aberta de modo que as caixas fiquem com 22,5 cm de altura;

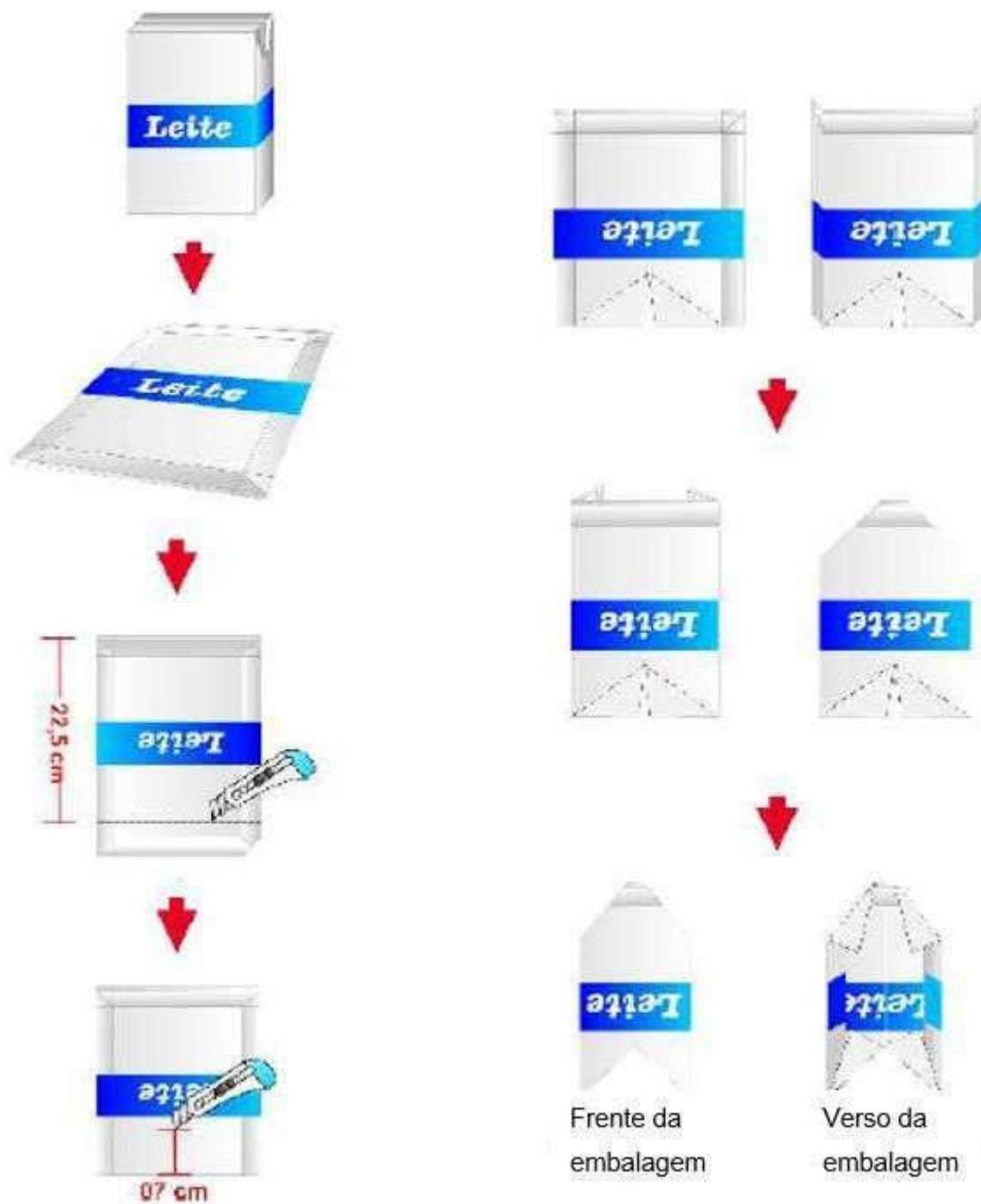
Faça um corte de 7 cm na extremidade aberta das caixas e em seguida, dobre de acordo com as instruções abaixo.

Figura 14 - Etapa de corte das caixas de leite.



Fonte: Própria autora

Figura 15 - Representação esquemática do processo de corte e dobradura das caixas de leite.



Créditos da imagem: <http://www.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>

Passo III – (pintura e corte dos canos)

A turma foi dividida em duas equipes, uma equipe responsável pela pintura e a outra pelos cortes dos canos de PVC.

1) Pintura das caixas de leite:

Faça a pintura em todas as caixas de leite de preto fosco nos dois lados.

2) Corte dos barramentos superior e inferior (Figura 16):

Para os barramentos superior e inferior são necessários:

10 pedaços de 8,5 cm de cano PVC;

10 conexões T;

10 pedaços de 1m;

Lixe todas as extremidades dos canos cortadas.

Figura 16 - Etapa do corte dos barramentos superior e inferior.



Fonte: Própria autora

Passo IV – (montagem do aquecedor)

1) Montagem dos barramentos superior e inferior (Figura 17)

Para o barramento superior, junte com cola de PVC as conexões "T" e os canos de 8,5 cm, de forma que o barramento tenha oito conexões "T". Em seguida encaixe em cada conexão "T" o tubo de 1m.

Figura 17 - Etapa de montagem dos barramentos superior e inferior.



Fonte: Própria autora

2) Colocação das garrafas pet (Figura 18)

Após a colagem dos tubos de 1 metro nas conexões T, encaixe a primeira fileira de garrafas PET e vede com fita adesiva.

Figura 18 - Etapa de colocação das garrafas pet.



Fonte: Própria autora

3) Colocação das caixas de leite

Introduza as caixas de leite em cada garrafa e sequencialmente preencha todo o barramento. A caixa de leite deve ficar atrás do tubo, com a face que foi pintada de preto para cima com as dobras para trás. Repita o processo até chegar o número de cinco garrafas por tubo, tudo conforme Figura 19.

Figura 19 - Etapa de colocação das caixas de leite.

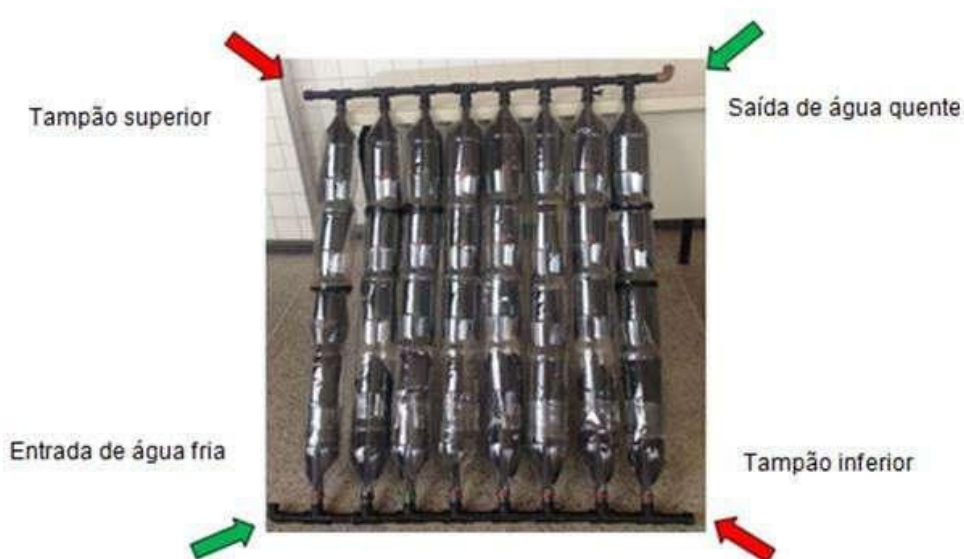


Fonte: Própria autora.

Na última fileira, finalize invertendo o sentido das garrafas e adicionando o barramento inferior. Não use cola para fixar as conexões do barramento inferior, dessa forma será possível desmontá-lo a fim de facilitar a manutenção, use um martelo de borracha para melhor fixação evitando possíveis vazamentos.

Prenda dois tampões, um em cada barramento em lados opostos. Os lados que ficaram abertos serão a entrada e saída de água. O lado aberto no barramento superior será a saída de água quente do reservatório. O lado aberto do barramento inferior será a entrada de água fria, tudo conforme Figura 20.

Figura 20 - Etapa de fixação dos tampões superior e inferior.



Fonte: Própria autora

4) Preparação do reservatório de água

Faça três furos para colocação dos flanges, um furo na parte inferior (saída de água fria), o outro na parte superior (entrada de água quente) e o terceiro centralizado na parte frontal superior da caixa. Os furos para saída e entrada de água, devem estar em lados opostos da caixa. Para cada furo, utilize flanges, e para a torneira um adaptador com rosca para encaixá-la, tudo conforme Figura 21.



Figura 21 - Etapa de montagem da caixa.

Fonte: Própria autora.

5) Interligando coletor e reservatório

Conecte o reservatório ao coletor interligando com canos de PVC as laterais do reservatório de água com as extremidades abertas do coletor. A saída de água fria do reservatório será ligada na parte inferior do coletor e a entrada de água quente, ligada na parte superior do coletor (Figura 22).

Figura 22 – Aspecto Final do Aquecedor Solar de Baixo Custo.



Fonte: Própria autora.

4.9 Atividade 9 - Texto 2: “O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada”

Muitos alunos já ouviram falar ou conhecem o aquecedor solar, o radiador de carro e o carrinho de água de coco, porém não imaginam como funcionam. O texto explica de forma detalhada o funcionamento do AS e os conceitos físicos presentes em cada etapa. É um material rico para o ensino sobre condutores e isolantes térmicos, radiação de corpo negro, densidade dos fluidos e para os processos de transferência de calor. Explica através da função do radiador de carro e do carrinho de água de coco, que os mesmos processos de transferência de calor estão presentes, porém exercendo objetivos diferentes. Este texto faz parte do livro texto adotado pela escola Física 2 Interação e Tecnologia, páginas 34, 35 e 36, 2ª edição.

TEXTO E INTERPRETAÇÃO

O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada

A energia solar pode ser aproveitada para o aquecimento da água em residências. Para isso, é necessário que a água passe por uma caixa semelhante a uma estufa de plantas (figura 23). A radiação solar incide na face transparente do coletor, e parte dela atinge a chapa de alumínio pintada de preto, que está no interior da caixa.

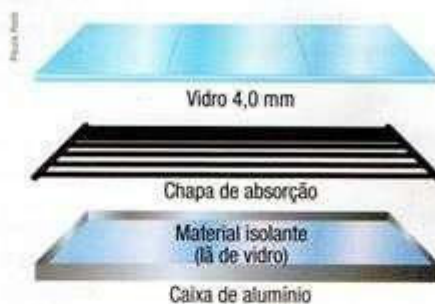


Figura 23: Principais partes de uma placa de aquecedor solar.

Fixada à chapa de alumínio está a tubulação de água, também pintada de preto. Pelo processo de condução, parte do aquecimento da chapa é transmitida para a água. A capacidade de aquecimento da chapa metálica depende de sua área e espessura. A cor preta aumenta a absorção da energia radiante incidente, aquecendo a água mais rapidamente.

No fundo da caixa, coloca-se lã de vidro, um material isolante térmico que, como a cobertura de vidro, ajuda a diminuir a transferência de energia para o ambiente. O vidro, transparente à luz, provoca o efeito estufa e impede a saída da radiação infravermelha, retendo-a no interior do coletor e contribuindo para aumentar a temperatura da água no interior da tubulação, a valores próximos de 60 °C.

Uma vez aquecida, a água na tubulação torna-se menos densa e desloca-se para a parte superior do reservatório (figura 24). Ao mesmo tempo, a água mais fria, na parte inferior do reservatório, desloca-se para a tubulação, formando uma corrente de convecção térmica. A água quente, pronta para o consumo, sai pela parte superior do reservatório, e uma nova quantidade de água vinda da caixa-d'água entra no aquecedor.

No funcionamento do coletor solar, verificam-se os três processos de transferência de energia por diferença de temperatura: irradiação, condução e convecção. Uma parcela da energia que incide por irradiação é absorvida pela chapa metálica, que, por sua vez, transmite parte dessa energia para a água; outra pequena parte dessa energia é refletida para o ar que envolve a chapa. A proporção dessas três parcelas de energia (absorvida, transmitida e refletida) em relação à quantidade total de energia incidente indica a eficiência do coletor. Quanto maior sua eficiência, maior a quantidade de energia transmitida para a água.





A cor preta na placa metálica facilita a absorção da radiação incidente, mas um bom absorvedor é também um bom emissor. Ou seja, se um objeto escuro absorve grande quantidade de energia, ele a emitirá em grande quantidade. É por essa razão que os radiadores são pintados de preto (figura 25). Sua função nos automóveis e nos refrigeradores (figura 26) é a mesma: facilitar a transmissão de energia térmica da substância, no interior da tubulação, para o ambiente – a água no caso do radiador de automóvel e o fréon no caso do refrigerador –, reduzindo sua temperatura.

Embora os três processos estejam presentes (irradiação, condução e convecção), o efeito desejado no radiador é o de resfriamento, enquanto no coletor é o de aquecimento.

A serpentina (figura 27) utilizada para resfriar água de coco em carrinhos de comerciantes de bebidas funciona de maneira semelhante, mas quase sem irradiação. A água de coco circula pela tubulação metálica – em geral de alumínio – no interior de uma caixa de isopor, um material isolante térmico. Colocando-se pedras de gelo no interior dessa caixa, a água de coco entra em contato com essa fonte fria. Assim, parte de sua energia interna é transferida, pelo processo de condução, para a tubulação e, posteriormente, para o gelo e o ar no interior da caixa. O resultado é a diminuição da temperatura da água de coco.



Figura 25: Radiador automotivo.



Figura 26: Foto de radiador de uma geladeira, também conhecido como condensador.



Figura 27: Foto de serpentina de resfriamento, neste caso, utilizada para gelar a água de coco.

- 1 O aquecimento da água no coletor solar envolve que processos de transferência de energia por diferença de temperatura e em que sequência?
- 2 Qual é a função exercida pela cor preta do radiador e da chapa de alumínio do coletor solar? Qual o efeito obtido em cada um deles?
- 3 Identifique o principal processo de transferência de energia presente no uso da serpentina para resfriar a água de coco.
- 4 A lâ de vidro é um material utilizado no interior das paredes dos refrigeradores e dos fornos dos fogões. Explique qual é sua função nesses aparelhos.

4.10 Atividade 10 - Jogo passa e repassa

O envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem vai depender das estratégias utilizadas. O jogo passa e repassa, além de despertar o interesse devido à competição, permite maior socialização e maior participação dos alunos. Todas as questões escolhidas continham ilustrações e textos curtos e foram apresentadas em PowerPoint. Esta atividade, serviu como revisão de conteúdo, sendo possível identificar, os conceitos que ainda não foram assimilados pelos alunos.

Para organização do jogo, definiu-se regras que podem ser modificadas ou adequadas, conforme a decisão de quem for jogar. Para cada pergunta, um representante de cada equipe se apresenta para responder.

A escolha de quem vai responder, fica à critério das regras das equipes. Vence a equipe que acertar o maior número de questões. Fica como sugestão para o professor, que se ofereça premiação para a equipe vencedora. Esse fato aumenta mais ainda a motivação em participar e ganhar. Nesta atividade, usamos um artefato conhecido como passa e repassa, pois a escola tinha disponível, porém seu uso não é obrigatório (Figura 23).

Figura 23 - Equipamento utilizado no jogo passa ou repassa.



Fonte: Própria autora

A seguir apresentamos todos os slides utilizados durante o jogo passa ou repassa.

JOGO PASSA E REPASSA

PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR



1- Na figura, a colher se aquece por estar dentro de uma caneca com leite quente. Por qual processo de transmissão de calor a colher se aquece:

- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA



2- Numa noite de festa junina, podemos nos aquecer próximo a numa fogueira por:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

3- O objetivo de uma estufa de plantas é manter o ambiente aquecido. Por qual processo a estufa é aquecida?



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

4- Ao tomar "banho" sol na praia, as pessoas podem ficar bronzeadas. Isso acontece por causa da:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

5- Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas. Isso se deve a:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

6- O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais "fresco" rapidamente por causa da:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

7- Um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Explique porque cada pé tem uma sensação diferente.



8- Ao aproximar minha mão no ferro de passar roupas, percebi que ele estava ligado. Essa percepção se deve a:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

9- A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água:



- (A) O gelo cede o frio pra a água.
- (B) Nesse caso não existe transferência de calor.
- (C) A água cede calor para o gelo.
- (D) O gelo cede calor para a água

10- A respeito do experimento realizado por nós, a taxa de variação da temperatura da lata preta, em comparação a outra lata sem pintura durante todo experimento foi:



- A) Igual no aquecimento e igual no resfriamento
- B) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C) menor no aquecimento e igual no resfriamento
- D) maior no aquecimento e menor no resfriamento.

11 – A respeito do aquecedor solar:



- () A água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim, a água fria "empurra" a água quente, gerando a circulação por causa da convecção térmica.
 - () Os canos e as placas dentro do coletor devem ser pintados de preto para uma diminuir a absorção de calor por irradiação térmica.
 - () As garrafas se aquecem por radiação térmica, a água se aquece por condução e se desloca por convecção
- (A) VVV (B) VVV (C) FVV (D) FVV

12- Observe as três imagens baixo e corresponda cada uma à sua transmissão de calor.



- (A) I- Radiação II- Condução III- Convecção
- (B) I- Convecção II- Radiação III- Condução
- (C) I- Radiação II- Convecção III- Condução
- (D) I- Convecção II- Condução III- Radiação

O melhor de Calvin Bill Watterson



A casa vai parecer quentinha para o Calvin por que:

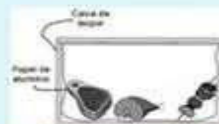
- (A) O Calvin vai perder calor ao entrar na casa.
- (B) O Calvin vai receber calor ao entrar na casa.
- (C) Ao entrar na casa não haverá trocas de calor
- (D) Calvin não irá sentir nada ao entrar na casa.

14- Para manter as carnes aquecidas após um churrasco, algumas pessoas utilizam uma caixa de isopor revestida de papel alumínio. A figura a seguir mostra, em corte lateral, uma caixa de isopor revestida de alumínio com carnes no seu interior.

Assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A caixa de isopor funciona como recipiente adiabático. O isopor tenta _____ a troca de calor com o meio por _____ e o alumínio tenta impedir _____.

- (A) impedir - convecção - irradiação do calor
- (B) facilitar - condução - convecção
- (C) impedir - condução - irradiação do calor
- (D) facilitar - convecção - condução



15- É aconselhável servir alimentos na panela de barro quando se quer conservar o alimento mais quente por mais tempo. Isso acontece porque a panela de barro:

- (A) Conduz bem o calor.
- (B) É um bom isolante térmico.
- (C) Segura o calor por mais tempo.
- (D) Tanto a panela de barro como a de alumínio são isolantes térmicos e vão manter o calor dos alimentos preso por mais tempo.



16 Com base na charge e nos conceitos da termodinâmica, é correto afirmar que as luvas de amianto são utilizadas por que:



- (A) São boas condutoras de calor.
- (B) São isolantes térmicos.
- (C) Não deixam o frio entrar
- (D) NRA.

17- Observe as três imagens e relacione cada uma à sua transmissão de calor correspondente.



- (I) - carro no sol
 - (II) - água fervendo
 - (III) - queimadura na mão
- (A) I- Radiação II- Condução III- Convecção
 - (B) I- Convecção II- Radiação III- Condução
 - (C) I- Radiação II- Convecção III- Condução
 - (D) I- Convecção II- Condução III- Radiação

18- A figura indica que:

- (A) Cores escuras absorvem mais calor que as claras.
- (B) Cores claras absorvem mais calor que as escuras.
- (C) Cores escuras não deixam o frio entrar.
- (D) NRDA



19- Para que o carro não seja aquecido pela radiação solar, costuma-se usar protetor solar de para brisa. Por que a parte brilhante deve ficar voltada para fora do carro?

- (A) A parte brilhante absorve melhor a luz proveniente do Sol.
- (B) A parte brilhante é excelente isolante térmico.
- (C) A parte brilhante reflete a luz proveniente do Sol.
- (D) NRA



20- Baseando-se nos seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria a imagem da pele de uma pessoa arrepida?



21- Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico. Qual o processo de transferência de calor garante esse feito?

- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA



22- No final da tirinha, Calvin percebe que a mãe tinha razão. De que forma a água chegou a temperatura adequada para ele?



23- Uma caixa térmica pode manter no seu interior substância que podem permanecer geladas por mais tempo. Isso se deve por quê?

- (A) O isopor é um bom condutor térmico
- (B) O isopor não deixa o calor sair
- (C) O isopor não deixa o frio sair
- (D) O isopor é um bom isolante térmico



24- Na tragédia ocorrida na Boate Kiss, localizada no Rio Grande do Sul, em janeiro de 2013, algumas orientações de segurança contra incêndios poderiam ter evitado a morte de tantas pessoas. Dentre as diversas orientações dadas pelos bombeiros, uma delas é considerada bem simples, fugir do local o mais abastado possível. Essa orientação se deve ao fato de que:



- a) a fumaça resfria rapidamente e, tendo maior densidade que o ar, tende a subir.
- b) a fumaça, por ser negra, impede a visualização da porta de emergência.
- c) as pessoas mantendo-se inclinadas permanecem mais calmas. Esse procedimento também é adotado em pouso de emergência na aviação civil.
- d) os gases oriundos do combate, por estarem aquecidos, tendem a subir, ocupando a parte superior do local.

25- Enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de "frio". Sobre o fenômeno físico que ocorre nessa situação é correto afirmar que:



- a) O tato indica a falta de calor na pedra de gelo
- b) O tato mede a temperatura do gelo
- c) O tato indica que o gelo tem bastante frio nele
- d) A sua mão emite calor para o gelo

4.11 Atividade 11 - Avaliação



Nesta atividade, os estudantes respondem as questões individualmente sendo 12 questões objetivas e 6 questões discursivas, nas quais os estudantes terão a oportunidade de expressar livremente sua compreensão dos conceitos abordados nesta unidade de ensino. Segundo Moreira (2011), a avaliação da aprendizagem deve ser frequente e progressiva com caráter formativo e recursivo, para que se oportunize ao estudante reconhecer seus erros e corrigi-los. Além desta avaliação, também foram consideradas atividades realizadas durante a aplicação do trabalho.

Questões Objetivas

1 - Um cobertor de lã tem por função:

- a) dar calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo.



2 - (ENEM 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.

3 - (UFSCAR –SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco em um dia de calor, como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas em um grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão é:

- a) é absurda porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa;
- b) é absurda porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa;
- c) não faz diferença, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete;
- d) faz sentido porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

4 - Durante o momento que você toca uma panela aquecida recentemente no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que:

- a) O meu tato é uma maneira de medir a temperatura de qualquer objeto
- b) O tato indica que a panela tem pouco frio e bastante calor
- c) A panela passa sua temperatura para minha mão
- d) A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

5 – (Enem PPL 2013) Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e condução.

6 - Em um experimento de Física, os alunos da professora Luciana mergulham uma das mãos num recipiente com água fria, a outra na água quente, e em seguida mergulham as duas mãos na água morna, conforme a figura ao lado.



Alguns alunos fazem comentários sobre a experiência, mas apenas um está correto cientificamente, aponte qual é o comentário correto.

- a) Ao colocar a mão que estava na água fria na água morna, o calor que estava na minha mão aumentou, tive a sensação que a água estava quentinha.
- b) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, o calor que estava na minha mão diminuiu, tive a sensação que a água estava fria.
- c) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, minha mão cedeu calor para a água tive a sensação que a água estava fria.
- d) Não houve trocas de calor na água fria

7- (UNITAU – SP) Num dia quente você estaciona o carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Quando volta, nota que “o carro parece um forno”. Esse fato se dá por quê:



- a) A luz solar que atravessa o vidro aumenta a temperatura interna do interior do carro. A parte interna aquecida emite radiação infravermelha. Essa radiação não consegue atravessar o vidro, aumentando ainda mais a temperatura no seu interior.
- b) A maior parte do carro é feita de metal, que conduz bem o calor, deixando-o entrar e dessa forma aumentando a temperatura no interior.
- c) É o vidro que esquenta o carro
- d) A luz solar entra pelo vidro, e o calor dessa luz fica preso no carro.

8 - O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura abaixo, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar. Sobre o aquecedor solar podemos afirmar que:



- Os tanques pintados de preto, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia;
- A cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento;
- O calor propaga-se da superfície dos tanques metálicos para a água em seu interior por radiação.
- A água circula devido à variação de energia luminosa existentes entre os pontos X e Y.

9 - Em determinadas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

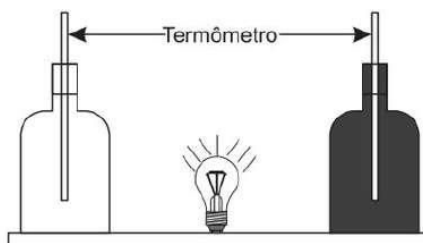
- Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- Os dois pisos encontram-se a mesma temperatura, porém o piso de cerâmica troca mais calor com os nossos pés, causando-nos sensação de frio.
- Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso troca mais calor, causando sensação de frio.



10 - (Enem – 2006) Em um experimento foram utilizadas duas latas, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as latas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das latas:

i) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e ii) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.

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



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

11 - A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

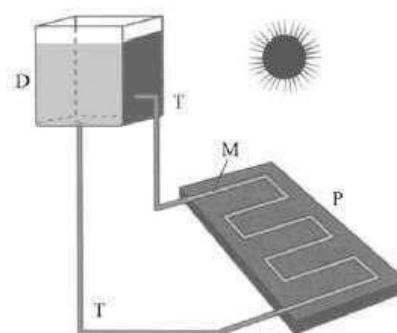
- I. Na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. Na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. Na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em

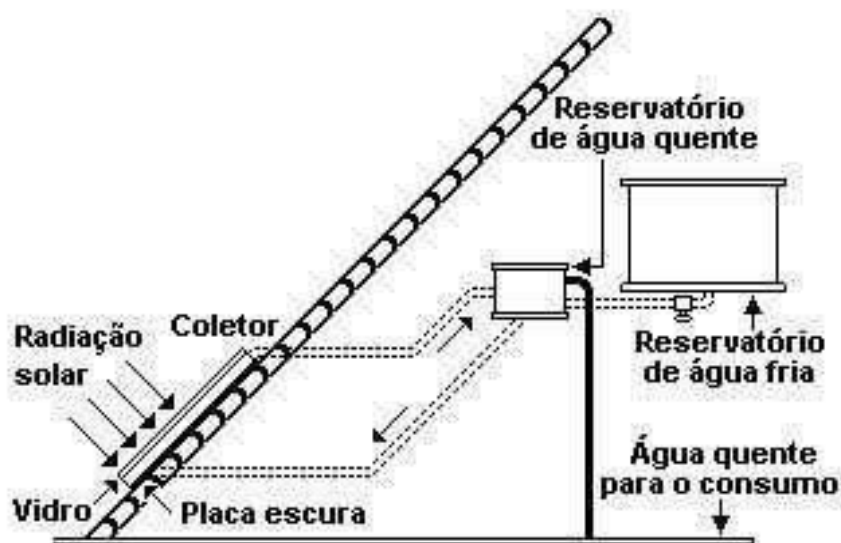
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I, II e III.

12 - A energia solar é uma das fontes de energia limpa cujo uso deve ser incentivado. A figura acima ilustra um sistema de aquecimento solar demonstrativo que pode ser facilmente construído nos laboratórios de escolas do ensino médio e fundamental. Ele é composto de uma placa metálica (P) pintada de preto, em contato com um tubo metálico sinuoso (M); um depósito de água D e tubos (T) que ligam o depósito ao tubo metálico em contato com a placa. Os tubos sinuosos (M) no interior da placa devem ser de feitos de metal. O aquecimento da água contida no depósito D, pela absorção da energia solar, deve-se, basicamente, à ocorrência sucessiva dos fenômenos de:

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



13 - (ENEM_MEC) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) II e III
- c) II
- d) I e III

QUESTÕES DISCURSIVAS

1 - A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água, está havendo transferência de calor?



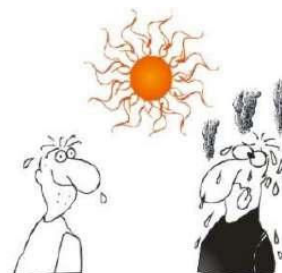
() Sim () Não

Se sim, de que forma acontece?

2 - Em uma praia, um banhista fez o seguinte comentário: "Estou com muito calor, vou tomar banho de mar". Do ponto de vista da Física, ele cometeu um equívoco nessa frase? Qual?

3 - Uma pessoa afirma que seu agasalho é de boa qualidade "porque impede que o frio passe através dele" Essa afirmativa está correta? Justifique.

4 - Observe a figura, explique porque apesar dos dois homens estarem expostos ao Sol, apenas um deles está muito suado.



5- Uma pessoa pretende instalar um ar condicionado próximo ao chão. Usando seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria que não seria aconselhável fazer a instalação nesse local?

6 - O aquecedor solar é um sistema simples que utiliza a radiação, a condução e a convecção térmica para o aquecimento da água. Esse dispositivo é constituído de duas partes: o coletor solar (placas ou garrafas pets, como no nosso caso) e o reservatório onde a água é armazenada). Identifique no aquecedor as etapas onde ocorrem as transferências de calor citadas acima (radiação, a condução e a convecção térmica).



Radiação _____

Condução _____

Convecção _____

7- A respeito do aquecedor solar de garrafas PET que construímos, responda:

a) Por que as caixas de leite e canos foram pintadas de preto?

b) E se as garrafas não fossem transparentes, fossem verdes, por exemplo, a eficiência do coletor seria a mesma? Justifique.

4.12 Atividade 12 - Produto educacional elaborado pelos alunos da 2ª série da turma no ano de 2018 da Escola Rômulo Castello

Esta atividade apresenta um caráter desafiador. Os alunos foram motivados através de uma competição entre turmas a produzir um vídeo que explicasse de forma clara e objetiva o funcionamento do ASBC abordando os conceitos apresentados em sala de aula.

Neste vídeo elaborado pela turma 2M4 do ano de 2018, de forma lúdica e simples é possível visualizar e entender de que forma os três processos de transmissão de calor se fazem presentes no funcionamento do aquecedor solar. Na Figura 24 é apresentado a imagem inicial do vídeo disponível no sítio eletrônico do Youtube.

Figura 24 – Tela inicial do vídeo produzido pelos alunos e disponibilizado na internet.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oEem1yyVo8M>

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANO, J. A. **Manual Sobre a Construção e Instalação do Aquecedor Solar com Descartáveis.** Santa Catarina. 2008. Disponível em: <http://www.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf> Acesso em: 19 set. 2017

BARRETO FILHO, B.; SILVA, C. X. **Física Aula por Aula.** Mecânica: 2º ano. 3ª edição. São Paulo: FTD, 2016.

CHC Ciência hoje das crianças Disponível em <http://chc.org.br/energia-solar-uma-solucao-eletrizante/> Acesso em: 28 de out. 2017.

FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio 2.** 4ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2017

GASPAR, A. **Compreendendo a Física 2.** 3º Edição. São Paulo: Ática, 2017

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: Interação e Tecnologia,** Volume 2. 2ª edição. São Paulo: Leya, 2016.

GRAF - **Grupo de Reelaboração de Ensino de Física** - Instituto de Física da USP. Disponível em: <http://www.if.usp.br/graf/termo/termo1.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2017.

GRAF - **Grupo de Reelaboração de Ensino de Física** - Instituto de Física da USP. Disponível em: <http://www.if.usp.br/graf/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2017.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Contexto e Aplicações 2.** 1ª Edição. São Paulo: Scipione, 2014.

MENEZES, L. C de *et al.* **Coleção Quanta Física.** 1ª série. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PIQUEIRA, J. R. C.; CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **Física 2.** 2ª Edição. São Paulo: Ática, 2017

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física Ciência e tecnologia 2.** 4ª Edição. São Paulo: Moderna, 2016.