



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Thiago Almeida de Sá

Implementação de Aquecedor Solar Caseiro na Unidade Socioeducativa – CASE de Criciúma: Introduzindo e discutindo conceitos de Termodinâmica

Araranguá

2021

Thiago Almeida de Sá

Implementação de Aquecedor Solar Caseiro na Unidade Socioeducativa – CASE de Criciúma: Introduzindo e discutindo conceitos de Termodinâmica

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Marcia Martins Szortyka

Araranguá

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

SÁ, THIAGO ALMEIDA DE
IMPLEMENTAÇÃO DE AQUECEDOR SOLAR CASEIRO NA UNIDADE
SOCIOEDUCATIVA - CASE DE CRICIÚMA: : INTRODUZINDO E
DISCUTINDO CONCEITOS DE TERMODINÂMICA / THIAGO ALMEIDA DE
SÁ ; orientador, Marcia Martins Szortyka , 2021.
132 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de
Pós-Graduação em Física, Araranguá, 2021.

Inclui referências.

1. Física. 2. ENSINO DE FÍSICA. 3. AQUECEDOR SOLAR
CASEIRO. 4. TERMODINÂMICA. 5. SOCIOEDUCAÇÃO. I. , Marcia
Martins Szortyka. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Física. III. Título.

Thiago Almeida de Sá

Implementação de Aquecedor Solar Caseiro na Unidade Socioeducativa – CASE de Criciúma: Introduzindo e discutindo conceitos de Termodinâmica

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Éverton Fabian Jasinski, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Zannin da Rosa, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Cíntia Barbosa Passos, Dra.
Instituto Federal Catarinense – Blumenau

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação
Prof. Leandro Batirolla Krott, Dr.

Prof.(a) Marcia Martins Szortyka, Dr.(a)
Orientadora

Araranguá, 2021.

Este trabalho é dedicado a minha mãe, seu trabalho como educadora me inspirou e proporcionou ter a melhor colega de trabalho sempre ao lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

À minha orientadora Marcia Martins Szortyka pela ajuda, compreensão, paciência e parceria.

Aos meus colegas do Mestrado pelos momentos de aprendizagem e discussões.

Ao Gestor do CASE de Criciúma, Paulo Adames, por abrir as portas da unidade para que eu aplicasse meu produto educacional e desenvolvesse meu trabalho.

Aos meus colegas de trabalho que contribuíram para a aplicação do projeto, ao Ronaldo que não mediu esforços para contribuir na construção do aquecedor solar caseiro e as pedagogas Roseli e Cecília que articularam todas as atividades pedagógicas.

Aos adolescentes que participaram ativamente das aulas.

Aos meus amigos que me escutaram incessantemente falar deste projeto e sempre me ofereceram palavras de incentivo e acalento.

Aos meus amigos Fernando Sávio e Jane que contribuíram com a correção do abstract.

Aos meus irmãos Willian, João Manoel e Karoline e minha mãe Custódia, sem eles não seria possível a construção deste trabalho.

À Capes pelo financiamento do programa Mestrado Nacional Profissionalizante em Ensino de Física.

RESUMO

O conhecimento é a chave para abrir portas em uma sociedade tão desigual, e o professor tem papel fundamental neste processo de aquisição do conhecimento, cabendo a este buscar estratégias e metodologias para que a aprendizagem ocorra de forma significativa e crítica. Partindo dessa compreensão, este trabalho desenvolve-se com uma proposta para o ensino de física e ciências pautada na teoria da aprendizagem significativa crítica, discutindo assuntos de termodinâmica. Aliado a isso, traz-se uma ideia de trabalho socialmente relevante, pois através da implementação de um aquecedor solar caseiro foram discutidos assuntos como calor, temperatura, transferência de calor, efeito estufa e energia solar. As aulas aconteceram dentro de uma Unidade Socioeducativa na cidade de Criciúma/SC, com a participação de 20 adolescentes que cumprem medida socioeducativa de internação em meio fechado. Inicialmente aconteceram duas aulas de física onde foram introduzidos e discutidos os assuntos já citados, e foram utilizadas metodologias diversificadas como reportagens, vídeos, experimentos, imagens com bastante discussão. Na terceira e última aula os alunos foram levados até o aquecedor solar que foi montado no pátio da Unidade, onde tiveram a oportunidade de entender como funciona o sistema e sua montagem. Após isso retornaram para sala de aula e através de um questionário e discussões tiveram a oportunidade de relacionar os conteúdos trabalhados de física e ciências com o aquecedor solar caseiro. Fazendo uma reflexão e observando que dentre os adolescentes participantes havia bastante distorção entre série e idade, conclui-se que os resultados foram positivos, pois todos participaram ativamente das atividades, contribuíram com questionamentos, exemplos do cotidiano e discutiram sobre os assuntos abordados.

Palavras-chave: Aquecedor Solar Caseiro. Termodinâmica. Física.

ABSTRACT

Knowledge is the key to opening doors in such an unequal society, and the teacher has a crucial role in this process of gaining knowledge, so it is up to them to seek strategies and methodologies so that learning happens in a meaningful and critical way. Understanding that, this work is developed with an approach for physics and science teaching based on the theory of Critical Meaningful Learning, discussing thermodynamics issues. Combined with this, an idea of socially relevant work is being brought, once through the implementation of a homemade solar heater, subjects such as heat, temperature, heat transfer, greenhouse effect, and solar energy were discussed. Classes took place in a Socio-Educational Unit at Criciúma/SC, and 20 adolescents under a socio-educational measure of confinement in a closed environment took part in the project. At first, there were two Physics classes when subjects already mentioned were introduced and discussed, and different methodologies were used, such as reports, videos, experiments, images with plenty of discussions. In the third and last class, the students were taken to the solar heater that was set up in the Unit's courtyard, so they had the opportunity to understand how the system works and its assembly, after which they returned to the classroom and through a questionnaire and discussions, they had the opportunity to relate the subjects worked on Physics and Science with the home solar heater. Reflecting and taking notice that among the participating adolescents there was a lot of distortion between grade and age, it is concluded that the results were positive, as everyone actively took part in the activities, contributed with questions, daily examples, and discussed the topics covered.

Keywords: Homemade Solar Heater. Thermodynamics. Physics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso	22
Figura 2 – Sensação frio, morno e quente	22
Figura 3 – Movimento das moléculas.....	23
Figura 4 – Termômetro clínico analógico	24
Figura 5 – Termômetro Infravermelho	25
Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit.	27
Figura 7 – Experimento de Joule.....	28
Figura 8 – Transferência de energia	28
Figura 9 – Condução	31
Figura 10 – Correntes de convecção no ar	32
Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido	33
Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas)	33
Figura 13 – Espectro Eletromagnético	34
Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência	35
Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente	37
Figura 16 – Funcionamento de Estufas	38
Figura 17 – Energia fotovoltaica	40
Figura 18 – Aquecedores solares.....	41
Figura 19 – Esquema de um aquecedor solar	42
Figura 20 – Aprendizagem Mecânica x Aprendizagem Significativa.....	45
Figura 21 – Modelo para elaboração de um mapa conceitual	46
Figura 22 – Diagrama V	47
Figura 23 – SINASE.....	54
Figura 24 – Aquecedor Solar Caseiro.....	64
Figura 25 – Questionário 1 – pergunta 1	65
Figura 26 – Questionário 1, pergunta 2 estudantes 2º e 3º E.M	66
Figura 27 – Questionário 1, pergunta 2, estudantes 7º E.F	66
Figura 28 – Questionário 1, pergunta 3	67
Figura 29 – Temperatura da água em cada pote, experimento 1	68
Figura 30 – Experimento 1 – Realizado pelo autor	69
Figura 31 – Questionário 2, resposta de um aluno da turma C	70

Figura 32 – Questionário 2, resposta de um aluno da turma B	70
Figura 33 – Experimento 2	71
Figura 34 – Questionário 3, resposta questão 1	72
Figura 35 – Questionário 3, resposta questão 2	73
Figura 36 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros.....	73
Figura 37 – Questionário, resposta questão 3	74
Figura 38 – Vídeo sobre Efeito Estufa	75
Figura 39 – Visita ao aquecedor solar	75
Figura 40 – Temperatura da água do reservatório	76
Figura 41 – Coletor solar	77
Figura 42 – Questionário 4, questão 2	78
Figura 43 – Questionário 4, questão 5	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Organizadores prévios	44
Quadro 2 – Diretrizes Pedagógicas	56
Quadro 3 – Áreas observadas no PIA.....	57
Quadro 4 – Unidades Socioeducativas de Santa Catarina.....	58
Quadro 5 – Aspectos físicos dos espaços de cumprimento de medidas.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calores específicos de algumas substâncias à temperatura ambiente	30
Tabela 2 – Condutividade Térmica	32
Tabela 3 – Emissividade para alguns materiais a uma temperatura de 300 K	36
Tabela 4 – Temperaturas das garrafas do experimento 2	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos Adolescentes do CASE de Criciúma	60
Gráfico 2 – Série Escolar dos Adolescentes do CASE de Criciúma.....	61
Gráfico 3 – Série escolar dos adolescentes participantes das atividades.....	62
Gráfico 4 – Idade dos adolescentes participantes das atividades	63
Gráfico 5– Questionário 4, questão 1	77
Gráfico 6 – Questionário 4, questão 3	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CASE – Centro de Atendimento Socioeducativo

CASEP – Centro de Atendimento Socioeducativo Provisório

CREAS – Centro de Referência Especializado de Assistência Social

CSL – Casas de Semiliberdade

DEASE – Departamento de Administração Socioeducativa

EAD – Educação a distância

ECA – Estatuto da Criança e do adolescente

E.M – Ensino Médio

E.F.F – Ensino Fundamental Anos Finais

PIA – Plano Individual de Atendimento

SAM – Serviço de Assistência ao Menor

SINASE – Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3	A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR	22
3.1	TEMPERATURA.....	22
3.2	TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	24
3.2.1	Escalas termométricas.....	25
3.3	CALOR.....	27
3.3.1	Calor específico	29
3.4	TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	30
3.4.1	Condução	31
3.4.2	Convecção	32
3.4.3	Radiação	33
3.4.3.1	<i>Absorção e reflexão</i>	35
3.5	EFEITO ESTUFA	37
3.6	ENERGIA SOLAR.....	39
3.6.1	Aquecedor solar	40
4	A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....	43
5	O SISTEMA SOCIOEDUCATIVO	51
5.1	MEDIDAS SOCIOEDUCATIVAS.....	54
5.2	ATENDIMENTO SOCIOEDUCATIVO.....	55
5.3	UNIDADES SOCIOEDUCATIVAS	57
5.3.1	Case de Criciúma	59
6	APLICAÇÃO DO PRODUTO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
6.1	PRIMEIRA AULA	64
6.2	SEGUNDA AULA	67
6.3	TERCEIRA AULA.....	75

7	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	87

1 INTRODUÇÃO

A educação precisa tomar novos rumos. Com a revolução tecnológica e com as mudanças aceleradas que a sociedade tem enfrentado o sistema educacional precisa se adaptar para acompanhar estas transformações. A informação a cada dia se torna mais acessível a todos, e a escola com seu papel de formação precisa se reconstruir para formar cidadãos com capacidade de assimilar, criticar e processar a quantidade de informações às quais são expostos diariamente.

A mudança de uma sociedade começa com educação, porém “de nada adianta o discurso competente se a ação pedagógica é impermeável à mudanças” (FREIRE, 2002), ao se observar a legislação brasileira para educação e os documentos norteadores vigentes percebe-se uma visão de educação de qualidade, de emancipação e progressiva, “neste contexto, os educadores (as) e professores (as) necessitam repensar suas práticas educacionais e pedagógicas, para se adaptarem às novas situações”. (DALBOSCO, BERTOTTO e SCHWENGBER, 2020)

A evolução de um povo se constrói com bases sólidas nos princípios educacionais e com práticas pedagógicas de qualidade, é importante que estas práticas sejam permeadas em documentos de base nacional, em uma das competências apresentadas pela BNCC para Educação Básica, observa-se que o papel da educação é

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2018).

As práticas pedagógicas necessitam ser pautadas na aprendizagem dialogando com as diferentes realidades, é necessário inserir todos os educandos neste processo para que haja construção de valores sociais, políticos, científicos e tecnológicos, basear-se em teorias de aprendizagem consistentes pode ser o primeiro passo. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel pode contribuir neste processo, pois para o autor é necessário compreender o conhecimento prévio do aluno, utilizá-lo como âncora para o novo conhecimento. Moreira completa que o foco deve estar em uma aprendizagem significativa crítica

[...] aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a

ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas. (MOREIRA, 2010)

A forma de aprendizagem discutida Moreira precisa servir de base para as escolas e aulas da atualidade, construindo uma escola democrática com voz para as diferenças, preocupando-se menos em seleção e mais na inserção, resgatando pessoas em vulnerabilidade e marginalizadas, discutindo temas atuais como os problemas ambientais e sociais, discutindo ciência e produzindo conhecimento de qualidade.

Não pensar na construção da aprendizagem e do conhecimento, pode gerar problemas em toda uma sociedade aumentando o número de crianças e adolescentes com envolvimento em drogas e atos infracionais.

A relação entre a escola e o adolescente autor de ato infracional é marcada por diversas tensões e ambiguidades. A literatura é eloquente em evidenciar que a maioria dos adolescentes que cometem práticas delituosas não frequentava a escola à época de sua apreensão, bem como em situar a evasão e o atraso escolar como preditores da delinquência juvenil. (CUNHA e DAZANZI, 2016)

Dentre outros fatores que marcam a trajetória de vida de jovens e adolescentes em conflito com a lei, perceber-se que “fenômenos como ausência de atração pela escola, notas baixas, altas taxas de reprovação, distorção idade-série, analfabetismo funcional e interrupção voluntária dos estudos escolares” (CUNHA e DAZANZI, 2016) são também fatores bastante comuns. Assim o ECA como uma lei de proteção a criança e ao adolescente, discorre que o que a medida socioeducativa de internação seja em estabelecimentos de educacional, sendo a escolarização obrigatória nestes espaços.

O presente trabalho se desenvolve pautado nos princípios de educação discutidos acima, propondo metodologias e estratégias para discutir assuntos de Física, abordando temas relevantes na atualidade e inserindo adolescentes que cometeram atos infracionais.

Este trabalho tem por objetivo implantar um aquecedor solar caseiro em uma Unidade Socioeducativa – Case de Criciúma/SC, e através deste aparato proporcionar aos adolescentes que lá cumprem medida socioeducativa um momento de experiência com a ciência, discutindo a partir do aquecedor conceitos de termodinâmica.

Buscando colocar em prática os princípios da aprendizagem significativa crítica, utilizou-se abordagens e metodologias diferenciadas. Para tal foi desenvolvido e aplicado um produto educacional e confeccionado um aquecedor solar caseiro. O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica de trabalhos que usam a temática pautada nesta dissertação, observando e discutindo a relevância do tema e sua aplicabilidade.

Com o título a “Física do aquecedor solar”, o terceiro capítulo apresenta uma sequência de conteúdos de Física, que são pertinentes a serem trabalhados com o projeto do aquecedor solar caseiro. O quarto Capítulo apresenta uma reflexão sobre a teoria de aprendizagem significativa crítica. Como o trabalho foi pensando, desenvolvido e aplicado em uma Unidade Socioeducativa, coube realizar uma discussão sobre o este Sistema. Desta forma o quinto capítulo apresenta um breve histórico do Sistema Socioeducativo observando como acontece o tratamento de crianças e adolescentes ao longo da história, em especial aquelas em situações vulneráveis. Apresenta-se uma descrição das medidas socioeducativas observando o ECA e o SINASE, e para finalizar apresenta algumas características da Unidade Socioeducativa – CASE de Criciúma.

Por fim, no sexto capítulo, descreve-se um relato de cada aula aplicada, observando os objetivos e habilidades pretendidos com cada atividade e analisando o envolvimento e participação dos estudantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este trabalho desenvolve-se com a proposta de introduzir e discutir conceitos de termodinâmica para estudantes do ensino fundamental anos finais e ensino médio, que se encontram em cumprimento de medida socioeducativa, através de aulas dinâmicas e com uso de recursos didáticos e metodologias diferenciadas e com a implementação de um aquecedor solar caseiro, em busca de uma aprendizagem significativa crítica.

De forma a enriquecer as discussões em torno dos assuntos a serem abordados, buscou-se por uma revisão bibliográfica em teses, dissertações e artigos, os pontos mais importantes e relevantes para este trabalho, encontrados nas referências pesquisadas são descritos neste capítulo.

A proposta da utilização de aquecedores solares como recurso para discutir assuntos abordados nas disciplinas de física, ciências ou outras disciplinas não é inédita, nem tão pouco se finda neste trabalho. Damasio e Steffani discorrem sobre potencialidades do trabalho com aquecedores no ensino de física.

Quanto ao ganho no ensino de física, também é enorme. Nós, professores de física, sempre somos indagados sobre a necessidade de nossos alunos aprenderem física. A construção e o funcionamento do aquecedor solar caseiro aliados à discussão dos conceitos científicos são um exemplo da aplicação da física, que extrapola a sala de aula e a própria escola. Outrossim, atividades desta natureza despertam o interesse dos alunos pela física. (DAMASIO e STEFFANI, 2007)

Fernandes (2016), utilizou um protótipo que chamou de coletor solar didático, para construir o conhecimentos necessários para o entendimento do funcionamento do aparato, destaca que para contribuir com a evolução cognitiva de seus alunos, foram utilizadas uma série de atividades, experimentos, demonstrações, simulações e um aparato experimental, onde utilizou sensores de imersão e placas de Arduino.

O trabalho de Monteiro et al (2019), compreende uma proposta de ensinar termologia através da construção de um aquecedor solar e usando a pedagogia de projetos, os autores pretendem realizar uma sequência de aulas embasados na teoria Ausubel e com auxílio de vídeos, simulações, leitura de textos diversos e experimentos de termologia, por fim irão propor aos alunos a construção de um aquecedor solar de baixo custo.

Estudar e discutir assuntos relacionados à termodinâmica como calor e temperatura são atualmente relevantes, uma vez que as mudanças climáticas afetam diretamente a todos, ao passo que diariamente se ouve alguém dizer “que calor”, “que frio”. Além disso, os jornais anunciam o crescimento do desmatamento e emissão dos gases poluentes, problemas que

aceleram na escassez de água e o efeito estufa, impactando diretamente em problemas na geração de energia elétrica.

A BNCC ao propor competências para Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, estabelece que nestes níveis de ensino devem ser abordados de assuntos relacionados a questões socioambientais, políticas e econômicas, com propostas de alternativas para problemas do mundo contemporâneo relacionados como atual dependência em relação aos recursos fósseis (BRASIL, 2018)

De acordo com as competências para o ensino de ciências nos documentos de base nacional compreende-se que tais propostas justificam e permeiam o ensino e discussões sobre termodinâmica, Fernandes (2016) relata em seu trabalho sobre Física Térmica a partir de um modelo didático de coletor solar, que o calor está presente nos processos da natureza direta ou indiretamente ponderando assim a importância do assunto não apenas em meio acadêmico como também no cotidiano do aluno.

O Estatuto da Criança e do Adolescente estabelece que adolescente em conflito com lei, quando receber medida de internação, deve cumpri-la em estabelecimento educacional. Lira (2017), que realizou pesquisa sobre a educação em uma Unidade Socioeducativa do Estado de Pernambuco, destaca que educação e o acesso a educação escolar são eixos fundamentais do atendimento ao adolescente em cumprimento de medida socioeducativa, a autora diz que o caráter pedagógico-educacional que a medida socioeducativa deverá obter, torna-se imprescindível que a execução da medida aconteça num espaço essencialmente educacional. Lira (2017) acrescenta que todo o espaço deve evidenciar o caráter educativo da medida, o desenho arquitetônico, os materiais, o projeto político-pedagógico, os profissionais, o diálogo, as relações, as atividades, os documentos e relatórios, a escolarização, as atividades culturais, esportivas e lazer entre outros.

Cabe destacar um dado importante apontado por Lira (2017), dentre os adolescentes pesquisados foi possível concluir que a uma prevalência de adolescentes matriculados no quinto e sexto ano, a autora completa que ao observar a faixa etária e os dados da matrícula conclui-se que estes adolescentes tenham vivenciado histórias de fracasso escolar, pois encontrou uma grande distorção série idade. Sobre este mesmo assunto Veloso (2017) que realizou sua pesquisa “O jovem em conflito com a lei e o direito à educação básica nos centros de socioeducação do Paraná (2006-2015)” observou que entre os adolescentes em cumprimento de medida de internação no Brasil, existe “um elevado percentual

de distorção idade-série e de evadidos do sistema escolar, uma quantidade ínfima de internos que frequentavam o ensino médio e, ainda, um significativo número de não alfabetizados.”

Sendo estes adolescentes vítimas, com histórias de insucesso escolar, Veloso (2017) discorre que a educação nos espaços de privação de liberdade precisa contemplar a possibilidade de os internos compreenderem a sociedade em que vivem, o conhecimento dos princípios e valores democráticos e analisar as situações sociais problemáticas as quais vivenciaram.

Considerar a educação essencial em unidades socioeducativas não é apenas um fundamento estabelecido em lei, a educação também é vista com bons olhos pelos socioeducandos, Gualberto (2011) em sua dissertação sobre “Educação Escolar de adolescentes em contextos de privação de liberdade: um estudo de política educacional em escola de centro socioeducativo” pontua algumas falas de adolescentes onde os mesmos relatam que vêem na educação escolar uma oportunidade para acesso ao mercado de trabalho, inclusão, ascensão social e complementa,

Para os alunos, a educação escolar é um elemento socioeducativo importante no processo de cumprimento da medida socioeducativa, o acesso a ela extrapola os muros do centro socioeducativo e faz surgir um horizonte diferente do que estava posto antes da sua chegada a medida. GUALBERTO (2011).

Produzir educação de qualidade é um desafio para governos escolas e professores, no Sistema Socioeducativo isso não é diferente, já que as especificidades do Sistema são enormes. É preciso pensar que no sistema maior parte dos estudantes está em distorção série/idade, jovens com marcas profundas de exclusão social, adolescentes envolvidos na criminalidade, problemas familiares, entre outros problemas sociais e individuais, assim as barreiras são maiores e o processo de escolarização precisa ser diferenciado. Gomes (2016) em seu trabalho “Práticas de Física para alunos do regime socioeducativo, anos finais do Ensino Fundamental” propôs atividades com metodologias diferenciadas com o objetivo de aguçar a curiosidade

[...] despertar o interesse pelo estudo e pela ciência em um público com deficiências e lacunas formativas, e que vivencia um processo de recuperação socioeducativo com muitas restrições e limitações para o desenvolvimento educacional. A ênfase na atividade experimental prática, busca, de um lado, associar a Ciência com o seu lado

aplicado, curioso e, de outro lado, possibilitar que o aluno expresse suas habilidades construtivas e manuais. (GOMES, 2016)

Em seu trabalho Gomes (2016) desenvolveu um Produto Educacional com a proposta de cinco aulas, como os seguintes temas: cargas elétricas, pressão atmosférica, densidade e tensão superficial, correntes de convecção e correntes de oceânicas. Todas as aulas são desenvolvidas a partir de experimentos e questionários, segundo o autor as aulas são voltadas para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental.

Gomes (2016) relata que seu trabalho propõe uma sequência de práticas baseadas na aprendizagem significativa, segundo o autor "espera-se contribuir para a construção dos primeiros conceitos físicos na estrutura cognitiva desses jovens, que futuramente servirão de subsunçores aos conceitos de física que lhes serão apresentados quando entrarem o Ensino Médio."

Entende-se que o papel da educação pública é favorecer a superação de saberes e práticas alienantes comumente empregados na escolarização formal. O conhecimento científico e filosófico deve permitir que o sujeito possa elaborar uma visão de mundo coerente com sua condição econômica, social e cultural. Assim, esse conhecimento, ao ser apropriado por adolescentes e jovens vitimados por uma sociedade excludente, pode ser considerado como um caminho (embora não suficiente) para o acesso à cidadania plena. (VELOSO, 2017).

É importante destacar que práticas educativas como as descritas por Gomes (2016), possibilitam olhar diferenciado para socioeducação e aproximam estes adolescentes da ciência, assim como destacado por Veloso (2017) a educação deve precisa ser uma porta de entrada para o conhecimento de um mundo desconhecido por muitos destes jovens, que são oriundos de situações de marginalidade e vulnerabilidade social.

3 A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR

Neste capítulo são apresentadas sugestões de conteúdos relevantes à discussão da física envolvida no aquecedor solar. Destaca-se que estas são propostas de conteúdos ficando o professor livre para outras abordagens e utilização de outras referências

3.1 TEMPERATURA

A temperatura é comumente associada as palavras frio ou quente. Da mesma forma, é muito comum escutarmos frases como: “coloque o pé no tapete, o piso (cerâmico) está muito frio”, quando na verdade os dois apresentam a mesma temperatura. Saber como está a temperatura de uma bebida, da água para o banho, de um alimento, do dia, da sala, do quarto, são coisas que estão presentes em nosso cotidiano.

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso



Fonte: <https://www.benditaobra.com.br/blog/2019/06/10/quarto-do-bebe/>. Acesso: 09 de jun 2021.

Intuitivamente, relacionamos a temperatura com as sensações de frio e calor, porém nem sempre podemos confiar na nossa sensação tátil de frio, morno ou quente.

Figura 2 – Sensação frio, morno e quente

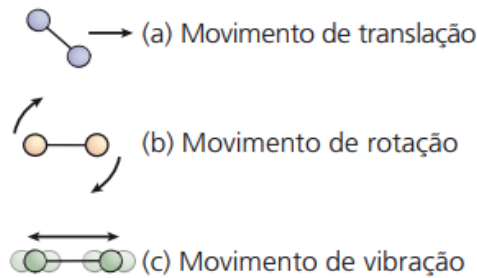


Fonte: HEWITT (2015).

Estudar as alterações na temperatura é importante não apenas pelas sensações físicas que nos provocam. Por exemplo, no inverno, se deixarmos a manteiga dentro da geladeira, fica quase impossível utilizá-la, pois fica muito dura, enquanto que no verão, se a deixarmos fora da geladeira, ela ficará muito mole. Isso ocorre, pois quando um corpo é aquecido ou resfriado, algumas de suas propriedades físicas se alteram.

Uma forma de entender o conceito de temperatura é através dos movimentos dos átomos e moléculas que compõem todos os corpos. Quanto maior a temperatura de um determinado corpo, maior será a agitação molecular em seu interior. Da mesma forma, quando diminuirmos a temperatura, a agitação molecular diminui. É importante salientar que essa agitação molecular nunca cessa (somente no zero absoluto) e ela é a responsável pelo estado da matéria ser sólido, líquido ou gasoso. Na Figura 3, é possível observar que esse movimento molecular se traduz em movimento de translação, rotação e/ou vibração.

Figura 3 – Movimento das moléculas



Fonte: HEWITT (2015).

Esses movimentos moleculares dão origem à energia cinética de translação, K_t , de rotação, K_R e de vibração, K_V . Para um gás (ideal) a energia cinética de translação está relacionada com a temperatura do gás através da equação 1.

$$K = \frac{3}{2} n R T \quad (1)$$

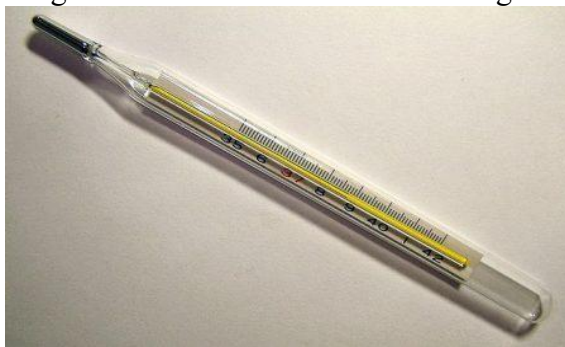
onde n é o número de moles da substância, R a constante universal dos gases e T a temperatura em Kelvin. A energia cinética associada à energia potencial (energia de interação do tipo elétrica entre átomos ou moléculas) da substância define o estado físico da matéria.

3.2 TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Uma maneira de inferir a temperatura de um corpo é através do termômetro. O termômetro ganhou destaque mundial neste momento de pandemia. É comum observar ele sendo utilizado em portas de supermercados, farmácias, shoppings, e outros estabelecimentos, para medir a temperatura corporal das pessoas. Eles são aparelhos amplamente utilizados em áreas como: medicina, culinária, indústria, agricultura, entre outras.

A Figura 4 apresenta o termômetro clínico analógico, onde seu em seu capilar possui mercúrio ou álcool, utilizado durante muitos anos em nossas casas. Quando a temperatura do líquido no interior no termômetro varia, a altura da coluna de líquido varia, possibilitando a medição da temperatura. Esse tipo de termômetro foi um dos primeiros desenvolvidos pelo homem, porém não é mais utilizado nos dias atuais.

Figura 4 – Termômetro clínico analógico



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clinical_thermometer_38.7.JPG. Acesso: 21 de jun. 2021.

A Figura 5, mostra um termômetro infravermelho que consegue medir a temperatura mirando o aparelho para a testa da pessoa. Tal equipamento ganhou destaque devido a situação pandêmica atual. Seu funcionamento é baseado em uma propriedade física relativamente simples: qualquer corpo que esteja aquecido, seja o corpo humano ou até mesmo um objeto, emite ondas de calor infravermelho, que é um tipo de radiação. Após captar a energia do corpo em forma de radiação, o mecanismo interno do termômetro infravermelho a converte em energia térmica e energia elétrica. Depois, o valor é apontado no display do termômetro o qual está relacionado com a expressão: $V(T) = \varepsilon K T^N$, onde: $V(T)$: tensão em função da temperatura; ε : emissividade; K : constante de Boltzmann; T : temperatura do objeto; N : fator calculado com $N = 14330 / \lambda T$; λ , comprimento de onda.

Figura 5 – Termômetro Infravermelho



Fonte: <https://accmetrologia.com.br/tipos-de-termometros-entenda-qual-o-melhor-para-o-seu-processo/>. Acesso: 21 de jun. 2021.

Cada termômetro tem sua característica e assim desempenham papéis diferentes nas áreas onde são usados.

Além disso, para haver uma padronização nas medidas é necessário que haja uma escala termométrica universal.

3.2.1 Escalas termométricas

Uma escala termométrica em geral é construída na graduação de um termômetro, “a maneira mais fácil de estabelecer uma escala termométrica é achar uma substância que possua uma propriedade que se modifica de modo regular com a temperatura e tenha praticidade de uso”. (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006). A partir disso o conjunto de números assumidos pela temperatura forma uma escala termométrica. As escalas termométricas em uso atualmente no mundo são as escalas Celsius, Fahrenheit e a Kelvin, a primeira baseia-se nos pontos fusão e ebulição da água, a segunda aponta 0 °F para uma mistura de água, gelo e cloreto de amônia e 100 °F a temperatura do corpo humano, a terceira é considerada uma escala absoluta.

A escala Celsius desenvolvida por Anders Celsius, chamada de escala centígrada, é subdividida em 100 partes iguais, chamadas de graus. Nesta escala o ponto zero é utilizado como o ponto de congelamento da água e ponto cem o ponto de ebulição.

Aperfeiçoada pelo físico holandês Daniel Fahrenheit, a escala Fahrenheit é dividida em 180 partes iguais, onde os intervalos são chamados de graus, porém para Fahrenheit a água congela a 32 °F e entra em ebulição a 212 °F.

Chamada de escala absoluta e utilizada principalmente pelos cientistas, a escala Kelvin foi desenvolvida pelo físico inglês Willian Thompson conhecido como Lord Kelvin. Através de um termômetro de gás é possível definir a escala de Kelvin com apenas um ponto de referência para a temperatura. Um termômetro de gás é um tipo de termômetro que apresenta um comportamento próximo do ideal, estes termômetros são calibrados, levando em consideração o fato de que a pressão de gás mantido a volume constante aumenta quando aumenta a temperatura (YOUNG E FREEDMAN, 2008). É possível medir a temperatura usando um termômetro de gás através da seguinte equação:

$$T = (273,16K) \left(\lim_{p_3 \rightarrow 0} \frac{p}{p_3} \right) \quad (2)$$

onde T é a temperatura em Kelvins, p_3 a pressão do gás a 273,16 K e p pressão do gás na temperatura que está sendo medida.

Através da equação (3) observa-se como calcular o valor da temperatura na escala Kelvin, com apenas um ponto de referência e utilizando o termômetro de gás. Para isso é escolhido o ponto triplo da água, único ponto em que a água coexiste em estado sólido (gelo), líquido e vapor d'água. Sabe-se que a temperatura da água no ponto triplo é 273,16 K.

$$T = T_{triplo} \frac{P}{P_{triplo}} = (273,16 K) \frac{P}{P_{triplo}} \quad (3)$$

onde, P_{triplo} é a pressão para uma temperatura T_{triplo} e P é a pressão para outra temperatura T , então T é dada na escala Kelvin.

Para a conversão de uma dada temperatura para qualquer outra das discutidas, basta utilizar das fórmulas abaixo, onde T_K representa a temperatura em Kelvin, T_C a temperatura em graus Celsius e T_F a temperatura em graus Fahrenheit.

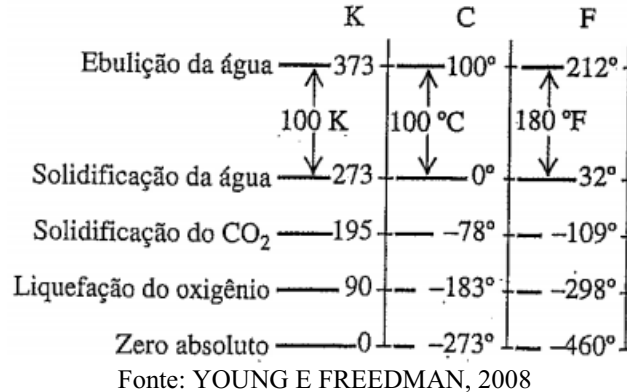
$$T_C = \frac{5(T_F - 32)}{9} \quad (4)$$

$$T_K = T_C + 273,15 \quad (5)$$

$$T_K = \frac{5(T_F - 32)}{9} + 273,15 \quad (6)$$

As relações entre as três escalas são representadas graficamente na figura abaixo, as frações dos graus das temperaturas foram aproximadas para os graus inteiros mais próximos.

Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit.

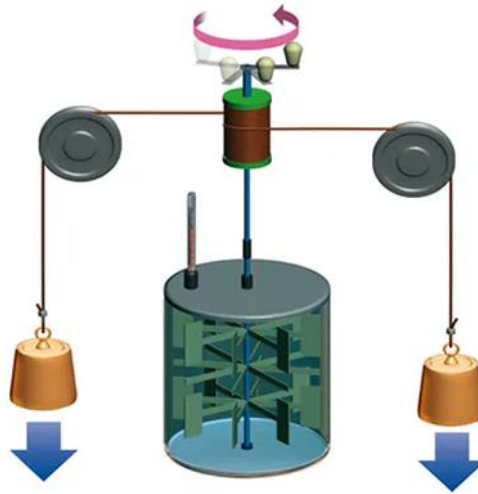


3.3 CALOR

Nos primórdios, o calor era visto como um fluido que os corpos continham e que, devido ao movimento relativo, passava de um corpo para outro. Até 1840, ano em que Joule realizou o experimento sobre o equivalente mecânico de calor, essa ideia de fluido prevalecia na comunidade científica.

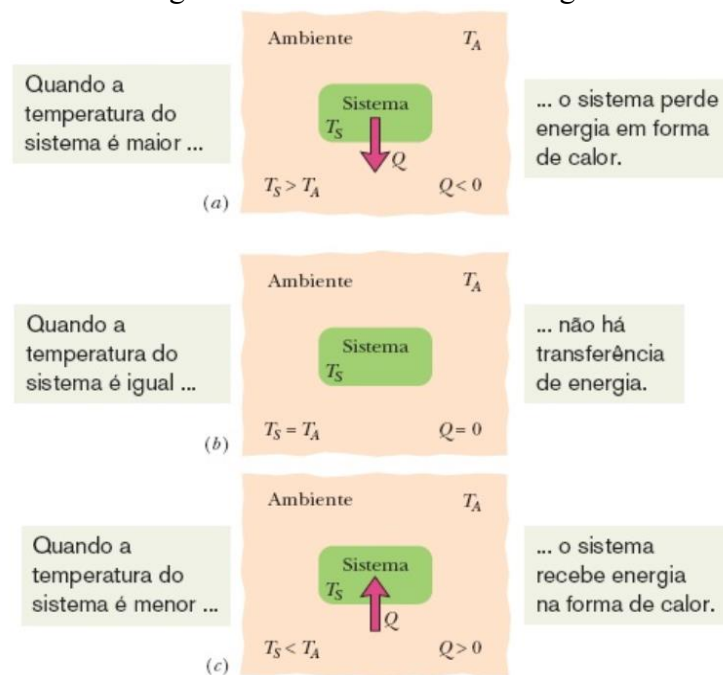
Joule desenvolveu um dispositivo (Figura 7) que consistia de dois pesos presos à pás giratórias que, quando liberados, realizavam trabalho sobre as pás, “enquanto o peso desce, ele perde energia potencial (mecânica), a qual é convertida em calor que aquece a água” (HEWITT, 2015). Com esse experimento ele foi capaz de estabelecer a relação entre trabalho e energia e demonstrar que calor também é uma forma de energia. Então, podemos definir o calor, representado pela letra Q , como a energia trocada por dois ou mais corpos quando existe uma diferença de temperatura entre eles. A Figura 8 mostra uma ilustração da transferência de energia entre um corpo qualquer e seus arredores, onde “na situação da Fig. 8 (a), na qual $T_S > T_A$, a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que Q é negativo. Na Fig. 8 (b), em que $T_S = T_A$, não há transferência de energia, Q é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na Fig. 8 (c), na qual $T_S < T_A$, a transferência é do ambiente para o sistema e Q é positivo” (HALLIDAY; RESNICK; e WALKER, 2008).

Figura 7 – Experimento de Joule



Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/experiencia-joule.htm>. Acesso em: 15 de jul. de 2021

Figura 8 – Transferência de energia



Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

Como pode ser visto, o calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Quando a temperatura dos dois corpos são iguais, dizemos que o sistema está em equilíbrio térmico. No Brasil a unidade mais utilizada para o calor é a *caloria (cal)*, sendo a caloria a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius. O Sistema Internacional adota o *Joule (J)* como unidade para o

calor. No sistema inglês a unidade de calor é o *British thermal unit (Btu)*, semelhante a caloria o Btu é definido como a quantidade calor necessária para elevar a temperatura de 1 libra de água em grau Fahrenheit. A *quilocaloria (kcal)* é uma unidade também bastante utilizada. Abaixo se observa algumas relações entre as unidades mencionadas.

$$\begin{aligned} 1 \text{ cal} &= 4,186 \text{ J} \\ 1 \text{ kcal} &= 1000 \text{ cal} = 4186 \text{ J} \\ 1 \text{ Btu} &= 778 \text{ ft} \cdot \text{lb} = 252 \text{ cal} = 1055 \text{ J} \end{aligned}$$

3.3.1 Calor específico

A perda ou a absorção de calor por um corpo, em geral, é acompanhada por uma variação de temperatura (isso não será verdade se a substância estiver passando por uma mudança de fase). Dependendo da substância com a qual o corpo é feito, a taxa de variação da temperatura será diferente. Isso significa que para corpos de mesma massa, mas formados por substâncias diferentes, uma mesma quantidade de calor absorvida leva a uma variação de temperatura diferente. Definimos então o calor específico, c , como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau.

Experimentalmente se verifica que a variação de temperatura ΔT sofrida por um corpo de massa m após ele absorver uma quantidade de calor ΔQ é diretamente proporcional ao calor absorvido e inversamente proporcional à sua massa. A constante de proporcionalidade será o calor específico. Expressando essas informações na forma de uma equação (7), temos

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (7)$$

Se a variação de temperatura for infinitesimal dT , teremos uma variação infinitesimal de calor dQ

$$dQ = mcdT \quad (8)$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \quad (9)$$

Para definir corretamente o calor específico, cabe destacar em quais circunstâncias ocorreram as variações na temperatura, os valores do calor específico serão diferentes se a pressão é mantida constante ou, se o volume da substância é mantido constante. Para a pressão constante temos c_p , para volume constante temos c_v . Estes valores não apresentam muita diferença quando tratamos de líquidos e sólidos, medidos à pressão atmosférica, porém para gases c_p e c_v são bastante diferentes. (NUSSSENSVEIG, 2005).

A tabela 1 apresenta os calores específicos de algumas substâncias.

Tabela 1– Calores específicos de algumas substâncias à temperatura ambiente

Substância	cal/g.K	Substância	cal/g.K	Substância	cal/g.K
Substâncias elementares		Outros sólidos		Líquidos	
Chumbo	0,0305	Latão	0,092	Mercúrio	0,033
Tungstênio	0,0321	Granito	0,19	Etanol	0,58
Prata	0,0564	Vidro	0,20	Água do mar	0,93
Cobre	0,0923	Gelo (a – 10°C)	0,530	Água doce	1,00
Alumínio	0,215	_____	_____	_____	_____

Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2008) .

3.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

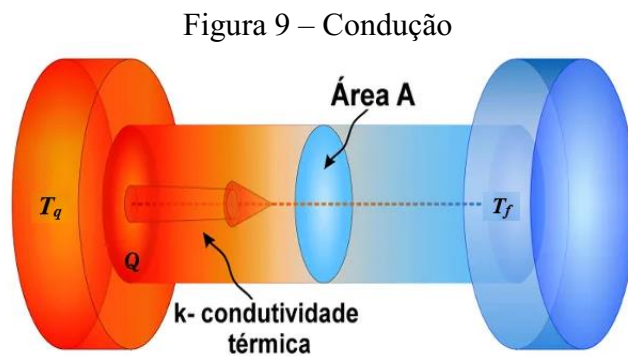
Para estudarmos a transferência de calor entre os corpos, precisamos comentar sobre o que são materiais condutores e isolantes térmicos. Um isolante térmico é qualquer material que dificulta a troca de calor entre dois corpos, enquanto que um condutor térmico é um material que permite a troca de calor entre dois corpos de temperaturas diferentes. Podemos citar como exemplo de bons isolantes térmicos a lã, a madeira, a palha, o papel, a cortiça e o isopor. Exemplos de condutores térmicos temos a prata, o cobre, o alumínio e o ferro .

A troca de calor entre dois corpos fora do equilíbrio pode ocorrer através de três processos diferentes: Condução, convecção e radiação.

3.4.1 Condução

Ao esquentar algo no fogão observa-se claramente como ocorre o processo de condução, pois geralmente utiliza-se uma panela ou recipiente de metal. Como os metais são bons condutores de calor, o que acontece é que o calor vindo da chama do fogão aquece a parte inferior deste objeto e, por um processo chamado de condução, o calor é transferido rapidamente por toda a superfície do objeto. Esse processo se dá pelo movimento vibracional dos átomos aquecidos. Como a energia cinética depende da temperatura, os átomos aquecidos aumentam a velocidade de vibração, os elétrons livres começam a colidir com elétrons de outros átomos vizinhos e transferem energia cinética dessa forma. Com o passar do tempo há uma transferência de energia para todo o material. Vale ressaltar que não há deslocamento atômico, mas sim uma transferência de energia cinética.

Vamos considerar uma placa de um material condutor de área A e espessura L , cada lado desta placa é mantido por fontes de calor diferentes, de um lado uma fonte fria de temperatura T_f de outro uma fonte quente T_q . O calor irá fluir ao longo desta placa, do lado mais quente para o mais frio, conforme Figura 9. A quantidade de calor dQ transferida através da placa em um intervalo tempo de dt é dada pela equação 10.



Fonte: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/conducao-termica.htm>. Acesso em: 21 de jun. 2021

$$\frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_f - T_q}{L} \quad (10)$$

onde k representa a condutividade térmica, sendo variável de acordo com o material condutor.

A tabela 2 apresenta a condutividade térmica de algumas substâncias.

Tabela 2 – Condutividade Térmica

Substância	$k(W/m.)K$	Substância	$k(W/m.)K$
Alumínio	205,0	Fibra de vidro	0,04
Latão	109,0	Isopor	0,01
Cobre	385,0	Madeira	0,12 – 0,04
Aço	50,2	Ar	0,024
Concreto	0,8	Hidrogênio	0.14
Cortiça	0,04	Oxigênio	0,023

Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

3.4.2 Convecção

O processo de convecção ocorre em fluidos e tem início quando se estabelece um gradiente de temperaturas no mesmo. O gradiente de temperaturas estabelece um fluxo de matéria, gerando o que chamamos de corrente de convecção, onde o fluido aquecido tem a tendência de subir e o fluido mais frio tem a tendência de descer. Esse movimento ocorre por diferença de densidades, onde o fluido com maior temperatura é menos denso que o fluido a uma menor temperatura. Exemplos de convecção são fáceis de encontrar no cotidiano, por exemplo, os sistemas de ar condicionado em residências, sistemas de aquecimento de água em residências, entre outros.

Observa-se nas figuras a seguir dois exemplos claros de correntes de convecção. Na Figura 10, é possível visualizar as correntes de convecção no ar, no interior de uma sala, na Figura 11 visualizam-se as correntes de convecção em um líquido sendo aquecido.

Figura 10 – Correntes de convecção no ar



Fonte: HEWITT, 2015

Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido



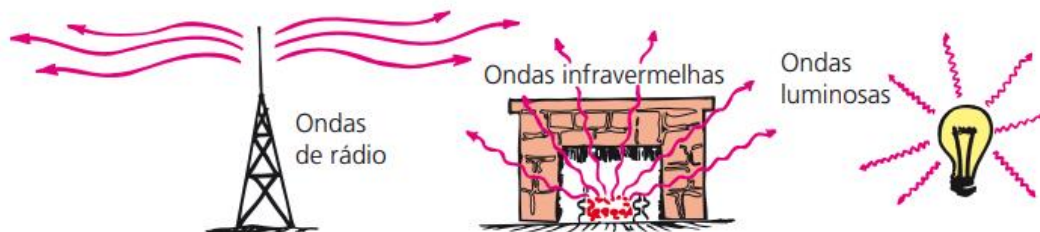
Fonte: HEWITT, 2015

As correntes de convecção podem ocorrer em todos os líquidos e gases, onde o fluido menos denso e aquecido afasta-se das proximidades da fonte de calor dando espaço para fluido mais denso. As correntes de convecção são responsáveis pelos ventos, influenciando assim no clima, contribuindo para que pássaros e pilotos de asa delta se mantenham mais tempo no ar utilizando-se das correntes de ar quente.

3.4.3 Radiação

Todos já sentimos o calor da radiação solar, a radiação é uma forma de transferência de calor através das ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas incluem as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama. As ondas eletromagnéticas que transferem calor são chamadas de radiação térmica. Ao se aproximar de uma churrasqueira, ou uma lareira, você sentirá a radiação térmica vinda do fogo e será aquecido. A radiação não precisa necessariamente de meio um para se propagar. A radiação solar é um exemplo disso, pois chega até a Terra através do vácuo.

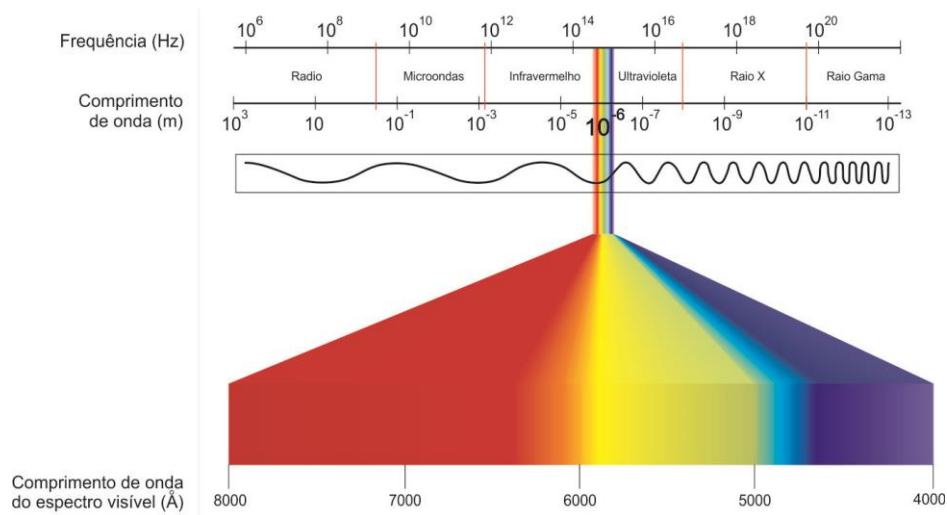
Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas)



Fonte: HEWITT, 2015

Todos os corpos que estiverem em temperatura acima do zero absoluto emitem energia na forma de radiação, esta energia é transportada por ondas que apresentam comprimento mais longo ou mais curto. Os comprimentos de onda apresentam valores menores com o aumento da temperatura. O vermelho é o comprimento de onda visível mais longo e o violeta o mais curto, conforme é possível observar no espectro eletromagnético na Figura 13. Em uma temperatura de 700°C um corpo emite comprimentos de ondas mais longos e adquirindo luminosidade e aparece vermelho. Em temperaturas acima de 4000°C, as diferentes ondas às quais nossos olhos são sensíveis são emitidas e o corpo irá parecer branco de tão quente (HEWITT, 2015).

Figura 13 – Espectro Eletromagnético
ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

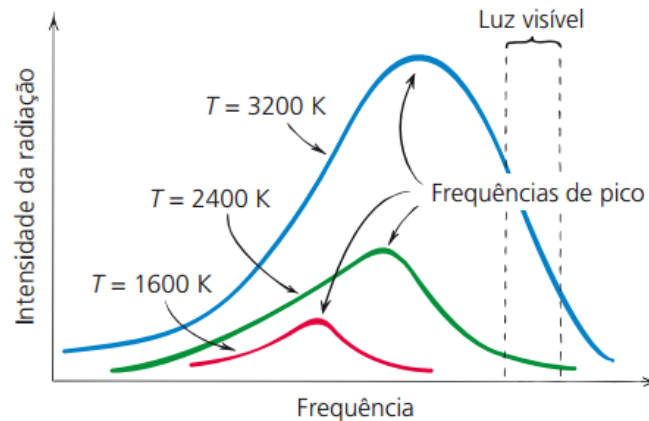


Fonte: Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

Os objetos ao nosso redor em geral emitem energia radiante de baixa frequência. O comprimento de onda λ relaciona-se com a frequência de radiação f como mostra a eq.(11), na qual v é a velocidade da luz no meio. A frequência da radiação emitida por um objeto é diretamente proporcional à temperatura do emissor, conforme apresenta o espectro de radiação na Figura 14.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (11)$$

Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência



Fonte: HEWITT, 2015

A energia radiante emitida por um corpo é dada pela Lei de Stefan- Boltzmann, conforme eq. (12). Uma superfície vai emitir radiação a uma taxa proporcional a sua área A , e essa taxa irá aumentar com o aumento da temperatura. A taxa de transferência H dependente de e chamada de emissividade, uma grandeza que depende da composição da superfície. Para um corpo chamado de radiador ideal ou corpo negro, a taxa na qual a energia é liberada pode ser calculada pela mesma equação, sendo 1 (um) a emissividade do corpo ideal.

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (12)$$

σ é a constante de Stefan Boltzmann, que equivale $\sigma = 5,670400(40) \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

3.4.3.1 Absorção e reflexão

Pensando no exemplo da churrasqueira (página 33) é interessante observar que ela emite radiação térmica e você que está próximo absorve essa radiação. Como já visto, todos os corpos acima da temperatura do zero absoluto emitem radiação, assim você também irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo radiação.

Um corpo de temperatura T , imerso em um ambiente de temperatura T_s , estarão em equilíbrio térmico com o ambiente quando $T = T_s$, assim a taxa de emissão de radiação é igual a taxa de absorção entre o corpo e o ambiente. Quando estas temperaturas forem diferentes a taxa de radiação resultante será dada pela equação 13

$$H_{total} = Ae\sigma T^4 - Ae\sigma T_s^4 = Ae\sigma(T^4 - T_s^4) \quad (13)$$

Alguns corpos que absorvem bem o calor são também, bons emissores de calor. A emissividade e desses corpos está relacionada com a natureza do material e pode variar de 0 a 1, a tabela 3 apresenta a emissividade de alguns materiais.

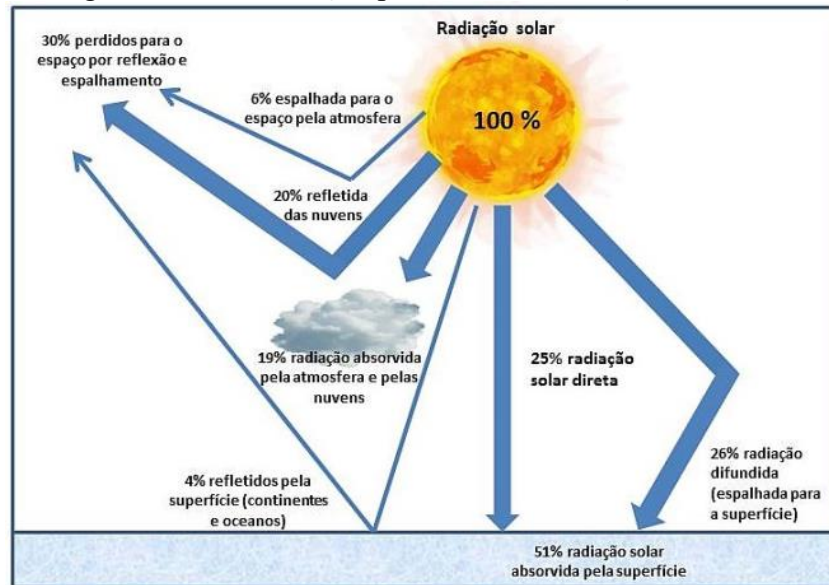
Tabela 3 – Emissividade para alguns materiais a uma temperatura de 300 K

Descrição/composição	Emissividade e
Aço inoxidável/típico polido	0,17
Alumínio – altamente polido, película	0,04
Água	0,96
Areia	0,90
Concreto	0,88 – 0,93
Janela de vidro	0,90 – 0,95
Papel branco	0,90 – 0,97
Pavimentação de asfalto	0,85 – 0,93
Rochas	0,88 – 0,95
Solo	0,93 – 0,96
Tecido	0,75 – 0,90
Tintas – pretas	0,98
Tintas – brancas acrílica	0,90
Tintas – branca óxido de zinco	0,92
Vegetação	0,92 – 0,96

Fonte: INCROPERA et al, 2008

Conforme já observado alguns materiais tem propriedades de serem bons absorvedores ou bons refletores, assim parte da radiação proveniente do Sol que consegue atravessar a atmosfera é absorvida, refletida ou espalhada pela superfície da Terra, a Figura 15 apresenta o balanço da radiação solar que incidente sobre a Terra.

Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente



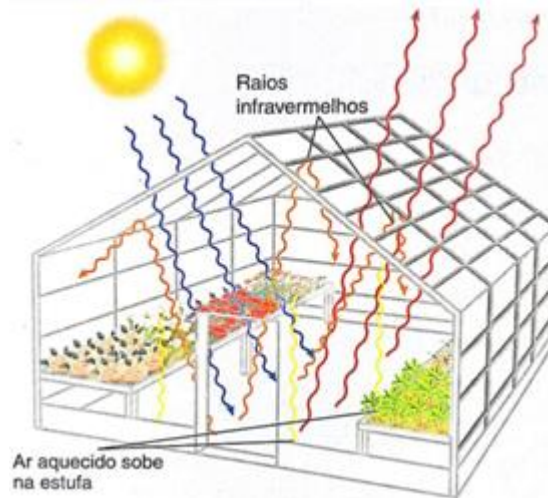
Fonte: SOUZA, 2020

A percepção de cor está relacionada à reflexão ou absorção da parte visível de irradiação que incide sobre a superfície, sendo esta irradiação proveniente do Sol ou de uma fonte luminosa. Assim uma camiseta azul, irá aparecer azul, pois contém um pigmento que absorver todas as outras cores provenientes da luz incidente. Da mesma forma um objeto aparece preto quando absorve toda a radiação incidente e branco quando reflete essa radiação. Objetos escuros tendem a aquecer com mais facilidade quando recebem radiação solar ou fonte de luz artificial.

3.5 EFEITO ESTUFA

Ao entrar no carro após deixá-lo algumas horas no sol com os vidros fechados, você certamente irá sentir um pouco de dificuldade de ficar em seu interior, pois, geralmente, ele estará com uma temperatura muito maior que o exterior. De funcionamento similar ao que acontece dentro do carro, temos as estufas para cultivo de flores, hortaliças ou outras culturas. Estes dois são exemplos de efeito estufa, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Funcionamento de Estufas



Fonte: MARTINI et al., 2016

Ao atravessarem o vidro do carro, as ondas da radiação solar aquecem o interior do automóvel. Esse produz radiação térmica de ondas longas que tentam atravessar o vidro, como o vidro não é transparente a este tipo de radiação, ocorre a reflexão fazendo com que elas retornem para o interior do veículo, alimentando o processo de aquecimento interno. O mesmo processo acontece nas estufas que onde suas paredes e teto são feitos de vidro ou plástico transparente.

Na Terra o efeito estufa acontece da mesma forma: a radiação solar atravessa a atmosfera e aquece a superfície terrestre. Parte desta energia é irradiada novamente, porém a atmosfera que funciona como os vidros do carro, não deixa parte desta radiação atravessar fazendo-a retornar a Terra. A atmosfera é composta por gases como vapor d'água, dióxido de carbono e gases do efeito estufa. Esta barreira feita pela atmosfera e seus gases é importante para o aquecimento da Terra, cientistas estimam que caso não fosse este processo a temperatura terrestre chegaria a -18°C .

Um dos gases que contribui para o efeito estufa na Terra é o dióxido de carbono (CO_2). Nos últimos anos tem observado um aumento nos níveis de CO_2 e outros gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, devido ao consumo de combustíveis fósseis, queimadas, desmatamentos e outras atividades que emitem tais gases, causando um desequilíbrio neste balanço entre as radiações emitidas e absorvidas, deixando a Terra mais quente.

Com o fenômeno do aquecimento global, o clima sofre alterações ocasionando o derretimento das calotas polares afetando ilhas e cidades litorâneas, e aumentando a ocorrência “de eventos extremos climáticos (tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, seca, nevascas, furacões, tornados e tsunamis) com graves consequências para

populações humanas e ecossistemas naturais, podendo ocasionar a extinção de espécies de animais e de plantas.” (WWF-Brasil, 2021).

3.6 ENERGIA SOLAR

Como já apresentado aqui, a energia vinda do Sol é de extrema importância para o aquecimento da Terra, porém, além disso,

Essa energia alimenta todos os processos térmicos, dinâmicos e químicos, sejam eles naturais ou artificialmente desenvolvidos, com aplicação do conhecimento científico e tecnológico produzido pela sociedade. Dentre os processos naturais, a fotossíntese (produção de biomassa), o ciclo hidrológico (evaporação/precipitação), a dinâmica da atmosfera e oceanos (ventos e correntes oceânicas) são exemplos com os quais estamos interagindo de forma rotineira. (PEREIRA et al, 2017)

Sendo importante em tantos processos, torna-se necessário o aproveitamento do sol com fonte energia, porém o crescente consumo de energia acaba “sendo atendido em grande parte por uma ampliação das fontes térmicas não renováveis (como óleo, carvão e gás natural) em um processo de carbonização na matriz elétrica brasileira.” (PEREIRA et al, 2017).

Apesar das hidrelétricas terem sua participação importante na matriz energética brasileira os períodos de seca e estiagem, acabam fazendo com que indústrias de geração de energia de combustíveis fósseis sejam ativadas ou aumentem suas capacidades.

Desta forma utilização da energia solar através de energia térmica ou energia elétrica (painéis fotovoltaicos), torna-se uma alternativa viável e interessante, pois a energia solar é um recurso abundante. Em várias partes do Brasil a incidência solar é bastante intensa em todas as épocas do ano.

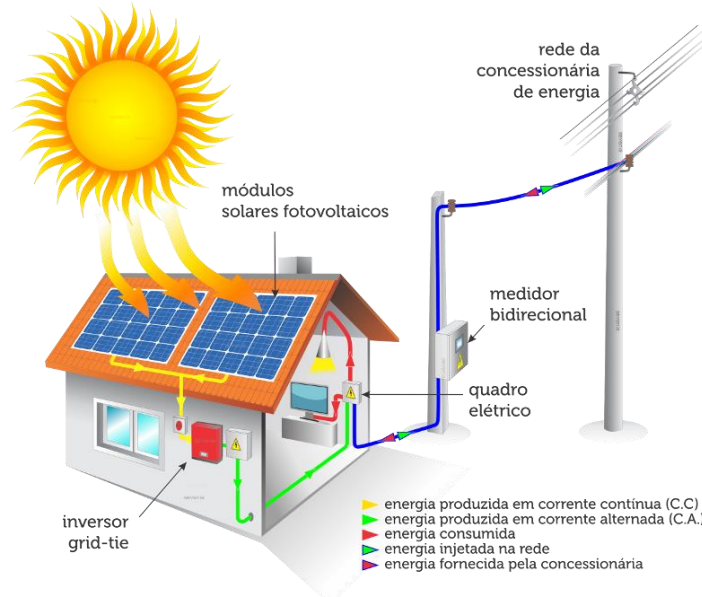
A energia solar térmica para aquecimento de água é “atualmente, a aplicação mais difundida no Brasil, principalmente em substituição a sistemas de aquecimento elétrico (chuveiros) ou a gás.” (PEREIRA et al, 2017).

Apesar do aquecimento de água se um dos processos mais conhecidos para o aproveitamento da energia solar térmica

O número de aplicações da energia solar é muito abrangente se forem considerados todos os níveis de temperatura e demandas de energia. Essas aplicações vão desde processos agropecuários, passando pela cocção de alimentos, a dessalinização de água, uma ampla gama de processos industriais e até mesmo a refrigeração e climatização. (PEREIRA et al, 2017).

Quando se trata de energia elétrica, as placas fotovoltaicas são capazes de transformar a energia solar em energia elétrica. A Figura 17 apresenta um modelo desta tecnologia em uso residencial. Segundo PEREIRA et al (2017) “o aproveitamento do recurso solar no Brasil se apresenta como uma excelente opção para complementação de fontes convencionais de energia já consolidadas como as hidroelétricas”.

Figura 17 – Energia fotovoltaica



Fonte: Disponível em: <https://futuresolar.com.br/como-funciona-o-sistema-de-energia-solar-fotovoltaico/>. Acesso: 05 de jul.2021.

3.6.1 Aquecedor solar

A utilização do Sol faz parte da evolução humana, sendo utilizado primeiramente para conforto térmico e produção de alimentos, evoluindo para a energia térmica solar e com os avanços tecnológicos é possível utilizá-lo em distintas áreas (PEREIRA, et al, 2017).

Os aquecedores solares para uso doméstico são bastante difundidos no Brasil, certamente porque o sistema de conversão de energia solar em energia térmica é bastante simples, esta tecnologia é

[...] amplamente disponível no mercado brasileiro, com diversos fornecedores e fabricantes, além da viabilidade econômica facilmente atingida em bons projetos. Incentivos governamentais são indutores do uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar residencial. Entre eles podem ser destacados: isenção de impostos, obrigatoriedade de uso em determinadas situações, oferta gratuita de equipamentos através de programas de eficiência energética da ANEEL e programas de moradias de interesse social como o Minha Casa Minha Vida. (PEREIRA, et al, 2017).

É possível encontrar em pesquisas na internet, vários modelos de aquecedores solares caseiros, incluindo projetos que utilizam produtos recicláveis. A confecção de aquecedores solares com garrafas PET e caixas Tetra Pak é muito comum, estes projetos propiciam “mais conforto, dignidade, qualidade de vida e economia de energia elétrica às pessoas com menor poder aquisitivo.” (CELESC, 2009).

Atualmente existem diferentes tecnologias que possibilitam a construção de vários modelos de aquecedores solares, buscando maior rendimento e eficiência destes aparelhos. Estes sistemas são compostos basicamente por coletores solares (placas) e reservatório térmico (boiler). A Figura 18 apresenta alguns modelos aquecedores.

Figura 18 – Aquecedores solares



(a) Aquecedor solar a vácuo



(b) Aquecedor feito de garrafa PET e caixa Tetra Pak

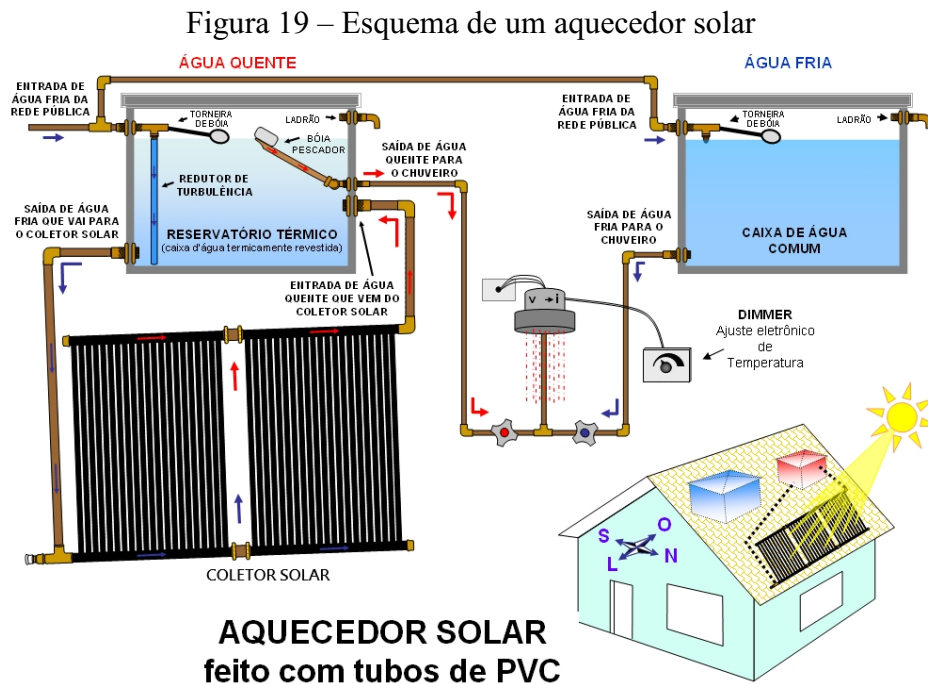


(c) Aquecedor tradicional

Fonte: (a) Disponível em: <https://www.ubersol.com.br/>; (b) DAMASIO e STEFFANI, 2007; (c) <https://www.soletrol.com.br/produtos/compactos/>. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

O funcionamento de um aquecedor é simples. A radiação solar incide no coletor solar, geralmente confeccionado de um material preto ou pintado de preto, a energia solar é absorvida e transferida para a água que está nos canos, aquecendo a água. A água mais quente do coletor fica menos densa do que a água fria que está no reservatório térmico, então por convecção, ela subirá para o reservatório, consequentemente a água mais fria desce para o

reservatório, formando assim um ciclo. Dentro do reservatório também por convecção a água quente (menos densa) se separa da água fria (mais fria), através da boia pescador a água mais quente é captada para uso. A Figura 19 ilustra o esquema do funcionamento um pouco mais detalhado.



Fonte: Disponível em: <https://www.sempresustentavel.com.br/solar/aquecedor/aquecedor-solar.jpg>. Acesso em: 02 de jun de 2021.

PEREIRA et al. (2017) destaca que o aquecimento solar

configura-se como uma das melhores alternativas para aquecimento doméstico de água, tanto do ponto de vista econômico, como na melhoria da eficiência do uso de energia. O maior problema no uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar no Brasil está associado a dois fatores principais: a falta de conscientização da população e o investimento inicial relativamente elevado quando comparado ao equipamento mais usado, o chuveiro elétrico. (PEREIRA, et al, 2017).

Repensar as atitudes e mudar hábitos em relação ao uso consciente e sustentável da energia contribui para minimizar danos ao meio ambiente, construir uma sociedade mais igual, e possibilita ter um futuro mais estável com maior segurança energética e menos surpresas negativas como apagões, enchentes, furacões e impactos na economia.

4 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Como se ensina Física atualmente? Quando esta pergunta vem à tona, percebe-se que tanto o ensino de física como ensino de ciências, na maioria das vezes, vem sendo ministrado por muitos professores que ainda ensinam somente baseados em fórmulas, leis, postulados, teorias e ensinam verdades absolutas, imutáveis sem contestação.

Freire (1981) diz que a educação pode matar o poder criador do aluno e além disso transformar o educador em alguém que impõe ou, na melhor das hipóteses um doador de “fórmulas” e “comunicados” recebidos passivamente pelos alunos.

Ainda se ensinam "verdades", respostas "certas", entidades isoladas, causas simples e identificáveis, estados e "coisas" fixos, diferenças somente dicotômicas. E ainda se "transmite" o conhecimento, desestimulando o questionamento. O discurso educacional pode ser outro, mas a prática educativa continua a não fomentar o "aprender a aprender" que permitirá à pessoa lidar frutiferamente com a mudança, e sobreviver. (Moreira, 2010).

Responder a pergunta “Para que se ensina Física no século XXI?” pode mostrar o caminho para compreender a questão levantada inicialmente, e além disso, levar o professor a refletir tal questionamento, pode auxiliá-lo na busca de novas metodologias e estratégias de aprendizagem. Mais que isso, discutir sobre o tema ajuda na desconstrução da ideia de uma ciência absoluta e acabada. Damasio e Peduzzi questionam este papel absoluto da ciência e acrescentam que “a ciência é uma das áreas que mais pode contribuir para escola útil do século XXI, pois desconstruir a imagem mítica de ciência implica em desconstruir a própria ideia de verdades absolutas” (DAMASIO e PEDUZZI, 2018).

A teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel, contribui para uma reflexão sobre os processos de aprendizagem em ciências e outras disciplinas. Segundo Moreira (1999) a aprendizagem de Ausubel é voltada para a sala de aula, pois acredita que o fator que mais influencia na aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já sabe.

É importante destacar que

a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-literal e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (MOREIRA, 2006).

Este novo conhecimento deve se ancorar em um conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aluno, tornando-se importante para nova aprendizagem, Moreira (2006) destaca que este conhecimento, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora.

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. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (MOREIRA, 2006)

A ação mediadora do professor tem a função de provocar e favorecer a interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio e relevante na estrutura cognitiva do aluno. Esta mediação se constrói através da utilização de organizadores prévios.

Os organizadores prévios são informações e recursos introdutórios que se apresentam antes do novo material de aprendizagem, para provocar os inclusores pertinentes; eles devem ser apresentados antes do material a ser aprendido, pois servem de ponte, entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve aprender, para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa. (TARGINO, 2013)

Estes organizadores prévios funcionam como pontes cognitivas, servindo como ideia âncora para nova aprendizagem significativa, ou estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2006). Os organizadores prévios não se resumem apenas a uma comparação entre o conhecimento prévio e novo conhecimento buscando introdução de novos conceitos, no Quadro 1 são pontuadas três características que devem ser observadas para construção de organizadores prévios.

Quadro 1 – Organizadores prévios

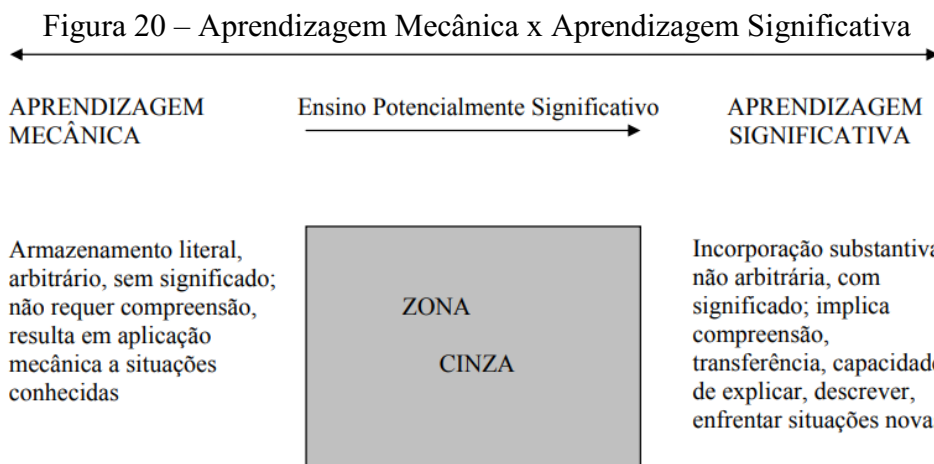
1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Fonte: MOREIRA, 2008

Pelizzari et al. (2002) baseados nas teorias Ausubel, discorrem que para ocorrer aprendizagem significativa são necessárias duas condições: primeiro, o aluno precisa ter predisposição para aprender, a aprendizagem não deve acontecer de forma mecânica; segundo, o conteúdo a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo, sendo que o significado lógico depende apenas da natureza do conteúdo e o psicológico está relacionado com a experiência que cada um tem.

Ao falar que o conteúdo tem que ser potencialmente significativo, significa que o material utilizado na aprendizagem, livros, experimentos, aplicativos, aulas ou outros, tenha significado lógico e seja relacionável com a estrutura cognitiva apropriada e relevante. Dizer que o aluno precisa ter predisposição para aprender, fala-se sobre ele ter ideias-âncora relevantes com as quais o material utilizado possa se relacionar com sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2010)

Como já discutido a escola ainda continua a ensinar verdades e busca transmitir conhecimentos, sem provocar o questionamento, assim à aprendizagem ocorre de forma mecânica, tudo que é aprendido serve para ser memorizado transcrito na prova e logo pode ser apagado. A aprendizagem significativa vem na contramão à aprendizagem mecânica, segundo Moreira (2010) elas estão ao longo de um mesmo contínuo, existindo uma “zona cinza” entre elas, como mostra a Figura 20.



Fonte: MOREIRA, 2010

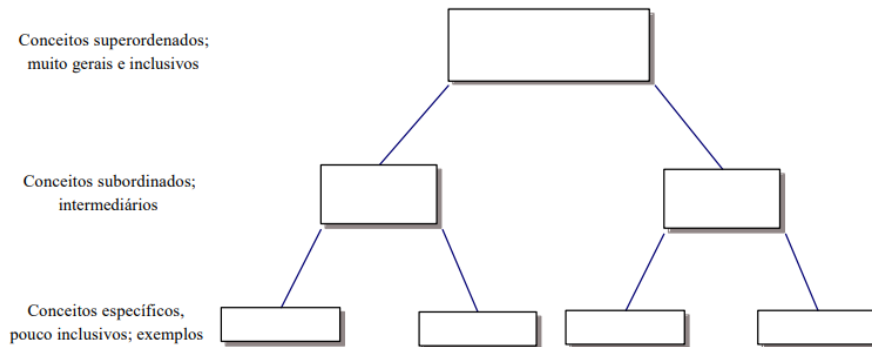
A imagem demonstra de forma esquemática um contínuo entre aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica, podendo-se observado que grande parte da

aprendizagem ocorre na zona intermediária desse contínuo e que um ensino potencialmente significativo pode facilitar “a caminhada do aluno nessa zona cinza”. (MOREIRA, 2010)

Para facilitar a aprendizagem significativa algumas estratégias e instrumentos podem ser utilizados com o objetivo para estabelecer a relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento. Um destes instrumentos já foi discutido: os organizadores prévios. Outros dois instrumentos bastante mencionados e usados são os mapas conceituais e os diagramas V.

Os mapas conceituais apresentam-se como uma técnica de representação hierárquica de conceitos, estabelecendo relações entre conceitos de uma determinada área. A técnica foi desenvolvida pelos seguidores de Ausubel, e tornou-se uma estratégia facilitadora da aprendizagem significativa. Moreira (2006) apresenta um modelo para elaboração de um mapa conceitual segundo a teoria de Ausubel.

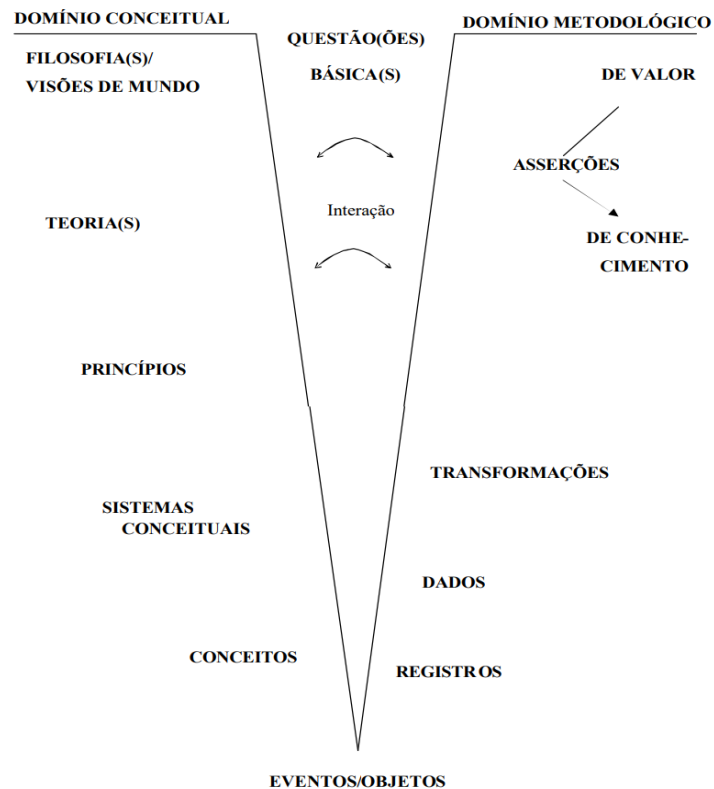
Figura 21 – Modelo para elaboração de um mapa conceitual



Fonte: MOREIRA, 2006

O Diagrama V é utilizado para conduzir um processo de investigação, para conectar conceitos, fatos e eventos. Também conhecido como ‘V’ de Gowin, o diagrama V foi desenvolvido por D. B. Gowin (1970, 1981), segundo ele “conceitos são definidos como signos/símbolos que apontam regularidades em eventos e que utilizamos para pensar, pesquisar, aprender, enfim para dar respostas rotineiras e estáveis ao fluxo de eventos”. (MOREIRA, 2006). A Figura 22, mostra como acontece a conexão entre eventos, fatos e conceitos, na ponta V estão os conceitos e ao lado do V os fatos.

Figura 22 – Diagrama V



Fonte: MOREIRA, 2006

Guiando-se pelos caminhos da aprendizagem significativa, Moreira propõe a aprendizagem significativa crítica, esta também apresenta-se bastante relevante na atualidade, uma vez que neste tipo de aprendizagem “o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias.” (MOREIRA, 2005). O fluxo contínuo e crescente de informações oriundos dos meios de comunicação está dificultando o processo de assimilação da aprendizagem e fazendo com que as pessoas tornem-se imediatistas em relação ao conhecimento, sem refletir sobre o que aprendem.

Através da aprendizagem significativa crítica o aluno

[...] poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo.(MOREIRA, 2005)

Fazendo uma analogia a aprendizagem significativa de Ausubel e usando referências de Postaman e Weingartner, Moreira (2009) propõe onze princípios, ideias ou estratégias

facilitadoras da aprendizagem significativa crítica. Tais princípios podem nortear o professor em sala de aula, criando um ambiente favorável para construção da aprendizagem.

Discorre-se sucintamente sobre os onze princípios para a aprendizagem significativa crítica, utilizando-se dos escritos de Moreira (2009) como referência.

1. Princípio do conhecimento prévio.

Pensar este princípio no contexto da sala de aula é interessante, pois cada aluno apesar de estar em formação carrega um conhecimento prévio sobre os mais variados assuntos, o professor precisa criar um ambiente favorável para o surgimento desses conhecimentos prévios.

Freire (2008), destaca que é dever do professor ou, da escola

[...] respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os das classes populares, chegam a ela – saberes socialmente construídos na prática comunitária – mas também, como há mais de trinta anos venho sugerindo, discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. (FREIRE, 2008).

2. Princípio da interação social e do questionamento.

A interação é um passo importante para a aprendizagem, quando o professor cria este laço de interação com o aluno ele cria um ambiente crítico e harmonioso, estabelece com o aluno espaço de diálogo.

O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. (FREIRE, 2008).

3. Princípio da não centralidade do livro de texto.

Muitos professores utilizam os livros didáticos como bíblias para catequizar seus alunos, levam isso tão a sério que muitos deles só sabem fazer sua aula com o livro ou suas anotações, se as perde-las não sabem o que fazer na aula, demonstrando seu despreparo e falta de conhecimento sobre assunto abordado.

Certamente existem excelentes livros didáticos em qualquer disciplina, e os professores podem usá-los, porém este princípio alerta para a possibilidade da utilização de outros materiais, existem tantos outros documentos, artigos, pesquisas, o princípio trata da diversificação dos materiais educativos e suas possibilidades em sala de aula.

4. Princípio do aprendiz perceptor/representador

Este princípio pode ser sintetizado da seguinte maneira, tudo que aluno percebe ele representa, “A ideia de percepção/representação nos traz a noção de que o que “vemos” é produto do que acreditamos “estar lá” no mundo” (MOREIRA, 2009). É importante destacar que o professor representa para seus alunos o mundo que percebe, assim este precisa alinhar junto aos alunos sua percepção e representação para que ocorra a aprendizagem.

5. Princípio do conhecimento como linguagem

Para conhecimento de uma determinada disciplina é importante que conhecer seus símbolos, pois cada conhecimento é produzido dentro de uma linguagem. “Praticamente tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um conhecimento, ou de um conteúdo é conhecer sua linguagem” (MOREIRA,2009).

6. Princípio da consciência semântica

Este princípio nos mostra que “o Significado está nas pessoas, não nas palavras. Sejam quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas.” (MOREIRA, 2009).

7. Princípio da aprendizagem pelo erro

A escola encara o erro como algo ruim, mesmo o errar sendo algo inerente ao ser humano. Neste princípio Moreira, chama a atenção para a punição ao erro, para a reprovação pelo erro, e dialoga que o erro deve apresentar-se como um passo para a construção da aprendizagem.

8. Princípio da desaprendizagem

Aprender a desaprender, compreende deixar de lado o que não é mais relevante no conhecimento anterior e apropriar-se do novo. Compreende refletir o novo sob uma perspectiva do conhecimento prévio, porém quando este conhecimento prévio limita a aprendizagem do novo, então deve desaprendê-lo.

9. Princípio da incerteza do conhecimento

Este princípio dialoga com a ideia de que as definições são criadas, com perguntas e metáforas. Compreender que metáforas são usadas a todo tempo em todas as áreas, mas é importante destacar que são

O princípio da incerteza do conhecimento nos chama atenção que nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão interrelacionados na linguagem humana.

10. Princípio da não utilização do quadro de giz

Quando fala-se da não utilização do quadro-de-giz, Moreira fala sobre a não centralidade nele, nem tampouco substituí-lo por outro aparato tecnológico, mas sim que as aulas sejam ministradas através de uma diversidade de estratégias de ensino. Percebe-se que muitos professores ficam presos ao quadro de giz e outros atualmente aos projetores multimídia. “Distintas estratégias instrucionais impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2009).

11. Princípio do abandono da narrativa

Quando se observa os princípios já citados fica evidente e claro este último princípio, pois professor que utiliza-se de formas distintas de dar aula, valoriza o conhecimento prévio, não aponta verdades absolutas, não se centra no livro didático, busca a interação social automática deixará de ser do dono do saber, irá deixar o aluno falar. “Abandonar a narrativa implica a busca de outras maneiras de ensinar, nas quais, metaforicamente, o professor fale menos, narre menos, e o aluno fale mais, participe criticamente de sua aprendizagem” (MOREIRA, 2009).

5 O SISTEMA SOCIOEDUCATIVO

A infância e adolescência são fases importantes na vida de todos. Tantas descobertas e transformações, tanto aprendizado. Há mudanças no corpo, mudança de pensamento, criamos ídolos e monstros, um turbilhão de hormônios agem no corpo e a cada ano que passa tudo se transforma rapidamente.

Pensando em todas estas inconstâncias naturais as quais se passa até a chegada da fase adulta, compreende-se a importância do apoio e proteção que devem ser oferecidos à crianças e adolescentes, e este não é apenas um dever da família, mas como destaca a Constituição Federal, é também dever da sociedade e do Estado, observa-se o recorte do artigo 127

É dever da família, da sociedade e do Estado assegurar à criança, ao adolescente e ao jovem, com absoluta prioridade, o direito à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária, além de colocá-los a salvo de toda forma de negligência, discriminação, exploração, violência, crueldade e opressão. (BRASIL, 1988, Art. 127)

Enxergar a criança e o adolescente como um sujeito em construção, e dar-lhes subsídios para que se desenvolvam de maneira sadia e digna não é uma realidade observada ao longo da história do Brasil, percebe-se que esta preocupação começou a ser desenhada com o Código de Menores de 1927, também conhecido como Código Mello de Mattos, o código foi

[...] elaborado exclusivamente para o controle da infância abandonada e dos delinquentes de ambos os sexos, menores de 18 anos (art.1º), o Código Mello Mattos seria, apesar disto, o primeiro diploma legal a dar um tratamento mais sistemático e humanizador à criança e ao adolescente, consolidando normas esparsas anteriores e prevendo, pela primeira vez, a intervenção estatal nesta delicada seara social. (AZEVEDO, p.3)

Debruçando-se sobre o Código Mello de Mattos, fica evidente sua preocupação com menor de 18 anos, abandonado ou delinquente, sem fomentar preocupação ou qualquer responsabilização do Estado com os menores que estavam em outras situações vulneráveis, que não o abandono ou a delinquência. Em sua redação original o Código diz:

Art. 1º – O menor, de um ou de outro sexo, abandonado ou delinquente, que tiver menos de 18 annos de idade, será submettido pela autoridade competente às medidas de assistência e protecção contidas neste Código (BRASIL, 1927).

São pequenos passos em uma tentativa de solucionar problemas sociais historicamente encontrados no Brasil, as políticas de proteção à criança e adolescentes surgem

“ora como uma resposta do Estado para amenizar os conflitos de classe, ora como conquista dos movimentos sociais que eclodem no Brasil durante toda a sua história”. (COSTA, 2012).

A história vai se desenhando e o Estado criando alternativas de prestar proteção à infância e adolescência.

Entre 1930 e 1945, com o surgimento do Estado autoritário, as políticas sociais tinham como agente executor esse próprio Estado de configuração centralizadora. É o período do Estado Novo, baseado, no campo social, em programas assistencialistas autoritários. Nesse contexto, têm-se dois episódios que devem ser destacados para a compreensão da história da proteção à infância: a promulgação do Código Penal de 1940 e, em 1942, o surgimento do Serviço de Assistência ao Menor (SAM). (LIMA, 2013, p.10)

Ainda tímido, o caráter socioeducativo aplicado aos menores começa a ser delineado, observando que os recolhidos sejam abrigados em estabelecimentos onde possam estudar, ter instruções técnicas, e outras obrigações atribuídas pelo Estado, o artigo 2º do SAM, mostra com clareza as finalidades de tal serviço.

Art. 2º O S. A. M. terá por fim:

- a) sistematizar e orientar os serviços de assistência a menores desvalidos e delinquentes, internados em estabelecimentos oficiais e particulares;
- b) proceder à investigação social e ao exame médico-psicopedagógico dos menores desvalidos e delinquentes;
- c) abrigar os menores, à disposição do Juízo de Menores do Distrito Federal;
- d) recolher os menores em estabelecimentos adequados, afim de ministrarlhes educação, instrução e tratamento sômato-psíquico, até o seu desligamento;
- e) estudar as causas do abandono e da delinquência infantil para a orientação dos poderes públicos;
- f) promover a publicação periódica dos resultados de pesquisas, estudos e estatísticas.(BRASIL, 1941).

No período do Governo Militar o estado na tentativa de criar mecanismos de proteção a infância criou-se Fundação Nacional do Bem-Estar do Menor (FUNABEM) que ficou com toda estrutura física, organizacional e pessoal do SAM, e reformulou-se o Código de Menores em 1979 que continuou com características do Código de Mello Mattos, com a tratativa do assistencialismo e da correção (LIMA, 2013). Os Estados e nos municípios, ficavam responsáveis na criação das Fundações Estaduais para o Bem-Estar do Menor (FEBEMs) e os Centros do Bem-Estar do Menor (CBEMs).

Em 1985 com surgimento do Movimento Nacional dos Meninos e Meninas de Rua, e junto a outras organizações da sociedade civil, iniciam-se as primeiras ideias de uma nova tratativa para o “menor”, isso é o início do ECA, a partir daí já se pensa em criança e

adolescente como ser titular de direitos e deveres e entendidos em sua situação pessoa em desenvolvimento (BIASI, 2020).

É no ano de 1990 com criação da Lei 8.069, o Estatuto da Criança e do adolescente, que um novo cenário começa a ser desenhado, em seu artigo 3º, o ECA diz:

A criança e o adolescente gozam de todos os direitos fundamentais inerentes à pessoa humana, sem prejuízo da proteção integral de que trata esta Lei, assegurando-se-lhes, por lei ou por outros meios, todas as oportunidades e facilidades, a fim de lhes facultar o desenvolvimento físico, mental, moral, espiritual e social, em condições de liberdade e de dignidade. (BRASIL, 1990)

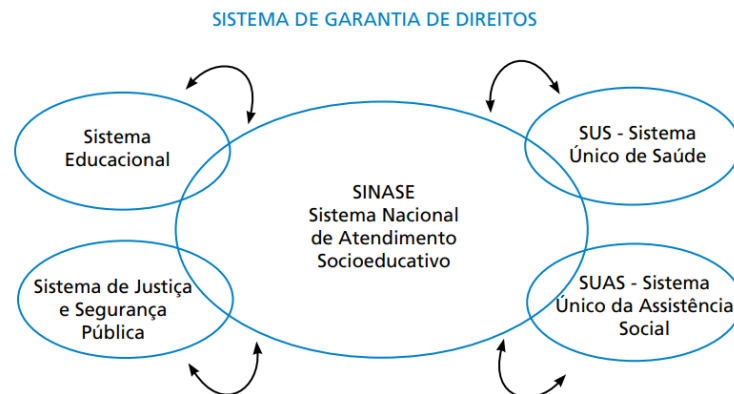
Este é um marco para história do Brasil, pois o ECA está em consonância com pactos e regras internacionais em uma doutrina de proteção integral a criança e ao adolescente.

O ECA busca em sua essência a proteção e atenção a pessoa em desenvolvimento, assim a lei estabelece que os menores de 18 anos são penalmente inimputáveis, considerando que as condutas destes, descritas como crime ou contravenção penal sejam considerados atos infracionais, sujeitos a medidas descritas na própria lei.

Concomitantemente, com o movimento de criação e aprovação do ECA, visando concretizar os avanços contidos no mesmo e a preocupação em relação ao enfrentamento das situações de violências envolvendo os adolescentes que pratiquem atos infracionais, iniciou-se toda uma discussão em relação ao atendimento prestado a este segmento. Neste sentido, foi aprovado, em 2006, pela Resolução nº 119 do Conselho Nacional de Direitos da Criança e do Adolescente (CONANDA), o Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo (SINASE), o qual compreende um conjunto ordenado de princípios, regras e critérios, de caráter jurídico, político, pedagógico, financeiro e administrativo. (SANTA CATARINA, 2015)

Em 2012 o SINASE torna-se a Lei nº 12.594, sendo o Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo (SINASE), o qual compreende um conjunto ordenado de princípios, regras e critérios, de caráter jurídico, político, pedagógico, financeiro e administrativo. O SINASE, institui-se como um sistema de garantia de direitos e se interliga com outros sistemas como descreve a Figura 23.

Figura 23 – SINASE



Fonte: SINASE, p.23 2006

Em Santa Catarina o Departamento de Administração Socioeducativa (DEASE), é órgão Estadual responsável pela implantação e implementação do Sistema de Atendimento Socioeducativo Catarinense, referente à execução das medidas socioeducativas em regime de restrição e privação de liberdade. O DEASE é um órgão subordinado à Secretaria de Segurança Pública.

5.1 MEDIDAS SOCIOEDUCATIVAS

As medidas socioeducativas serão aplicadas ao adolescente por autoridade competente, quando a verificação de ato infracional, entre elas temos: advertência, obrigação de reparar o dano, prestação de serviço à comunidade, liberdade assistida, inserção em regime de semiliberdade, internação em estabelecimento educacional e outras dispostas no art. 101, I a IV do ECA.

Segundo a Lei do Sinase (2012) as medidas socioeducativas são divididas em programas de meio aberto, que englobam a prestação de serviço à comunidade e a liberdade assistida, e os programas de privação de liberdade que são a semiliberdade e a internação.

Nos programas de meio aberto o adolescente não é retirado do núcleo familiar, porém ele deverá cumprir algumas regras e ordenamentos estabelecidos em lei. Segundo o ECA (1990), a prestação de serviço não deve comprometer a frequência escolar ou a jornada de trabalho. Estes serviços devem ser desenvolvidos em entidades assistenciais, hospitais, escolas e outros estabelecimentos congêneres, bem como em programas comunitários ou governamentais, as atividades devem ser gratuitas e a jornada de trabalho não deve exceder 8 horas semanais. A liberdade assistida é uma medida que apresenta um caráter de orientação,

auxílio e acompanhamento do adolescente, enquanto a prestação de serviços a comunidade não poderá exceder um prazo de 6 meses, a liberdade assistida terá prazo de 6 meses podendo ser prorrogada, revogada ou ser substituída por outra medida. De acordo com a tipificação nacional de serviços socioassistenciais, resolução 109 de novembro de 2009, as medidas de meio aberto serão acompanhadas pelos CREAS municipais. Estes centros têm o encargo de promover socialmente o adolescente e sua família, supervisionar a frequência e rendimento escolar, contribuir para encaminhamento profissional e sua inserção no mercado de trabalho e ainda apresentar relatório do caso.

Os programas de privação de liberdade são cumpridos em estabelecimentos especializados. Ao cumprir medida de semiliberdade o adolescente permanece em Casa de semiliberdade podendo realizar atividades externas, sendo obrigatórias atividades educacionais e de profissionalização. A internação deverá ser cumprida em Centro de Atendimento Socioeducativo (CASE), atividades externas serão permitidas a critério da equipe técnica da entidade ou por determinação judicial. Ambas as medidas serão reavaliadas a cada 06 meses não devendo ultrapassar a 3 anos, sendo obrigatórias as atividades pedagógicas.

Cabe ressaltar que as medidas de internação de acordo com ECA (1990) no art. 122, só deverão ser aplicadas quando ato for cometido mediante grave ameaça ou violência a pessoa, por reiteração a outras infrações graves ou descumprimento de medida anteriormente imposta. E ainda de acordo com a lei as medidas citadas estão sujeitos ao princípio da brevidade, excepcionalidade e respeito à condição peculiar de pessoa em desenvolvimento.

5.2 ATENDIMENTO SOCIOEDUCATIVO

A palavra socioeducativo, carrega em seu significado etimológico social + o +educativo, desta forma o atendimento socioeducativo precisa apresentar em suas premissas o trabalho dos aspectos sociais e educativos, estas premissas estão claras na lei do SINASE.

O SINASE estabelece doze diretrizes pedagógicas, descritas no Quadro 2, para orientação do trabalho pedagógico no atendimento socioeducativo.

Quadro 2 – Diretrizes Pedagógicas

1. Prevalência da ação socioeducativa sobre os aspectos meramente sancionatórios	Prevalência da natureza sócio-pedagógica, desenvolvimento de ações educativas que visem à formação da cidadania.
2. Projeto pedagógico como ordenador de ação e gestão do atendimento socioeducativo	O projeto pedagógico deverá conter minimamente: objetivos, público-alvo, capacidade, fundamentos teórico-metodológicos, ações/atividades, recursos humanos e financeiros, monitoramento e avaliação de domínio de toda a equipe.
3. Participação dos adolescentes na construção, no monitoramento e na avaliação das ações socioeducativas	As ações socioeducativas devem propiciar concretamente a participação crítica dos adolescentes na elaboração, monitoramento e avaliação das práticas sociais desenvolvidas, possibilitando.
4. Respeito à singularidade do adolescente, presença educativa e exemplaridade como condições necessárias na ação socioeducativa.	A ação socioeducativa deve respeitar as fases de desenvolvimento integral do adolescente.
5. Exigência e compreensão, enquanto elementos primordiais de reconhecimento e respeito ao adolescente durante o atendimento socioeducativo	Exigir dos adolescentes é potencializar suas capacidades e habilidades, é reconhecê-los como sujeitos com potencial para superar suas limitações.
6. Diretividade no processo socioeducativo	Técnicos e educadores são os responsáveis pelo direcionamento das ações, garantindo a participação dos adolescentes e estimulando o diálogo permanente.
7. Disciplina como meio para a realização da ação socioeducativa	A questão disciplinar requer acordos definidos na relação entre todos no ambiente socioeducativo (normas, regras claras e definidas) e deve ser meio para a viabilização de um projeto coletivo e individual.
8. Dinâmica institucional garantindo a horizontalidade na socialização das informações e dos saberes em equipe multiprofissional	é necessário garantir uma dinâmica institucional que possibilite a contínua socialização das informações e a construção de saberes entre os educadores e a equipe técnica dos programas de atendimento.
9. Organização espacial e funcional das Unidades de atendimento socioeducativo que garantam possibilidades de desenvolvimento pessoal e social para o adolescente	O espaço físico e sua organização espacial e funcional, as edificações, os materiais e os equipamentos utilizados nas Unidades de atendimento socioeducativo devem estar subordinados ao projeto pedagógico.
10. Diversidade étnico-racial, de gênero e de orientação sexual norteadora da prática pedagógica	Questões da diversidade cultural, da igualdade étnico-racial, de gênero, de orientação sexual deverão compor os fundamentos teórico-metodológicos do projeto pedagógico dos programas de atendimento socioeducativo.
11. Família e comunidade participando ativamente da experiência socioeducativa	A participação da família, da comunidade e das organizações da sociedade civil voltadas a defesa dos direitos da criança e do adolescente na ação socioeducativa é fundamental para a consecução dos objetivos da medida aplicada ao adolescente.
12. Formação continuada dos atores sociais	A formação continuada dos atores sociais envolvidos no atendimento socioeducativo é fundamental para a evolução e aperfeiçoamento de práticas sociais ainda muito marcadas por condutas assistencialistas e repressoras.

Fonte: Adaptado de SINASE, 2006

Quando observados os aspectos sociais o SINASE estabelece a preconização da elaboração do Plano Individual de Atendimento (PIA), plano que prevê o acompanhamento da evolução pessoal e social do adolescente, observando a conquista de metas e compromissos do adolescente e sua família. O PIA deve iniciar na acolhida do adolescente no programa de atendimento. No PIA são registrados aspectos de todas as áreas citadas no Quadro 3, possibilitando observar as evoluções ou crescimentos dos adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa.

Quadro 3 – Áreas observadas no PIA

Áreas	Descrição
Jurídica	Situação processual e providências necessárias;
Saúde	Física e mental proposta;
Social	Relações sociais, familiares e comunitárias, aspectos dificultadores e facilitadores da inclusão social; necessidades, avanços e retrocessos.
Pedagógica:	Estabelecem-se metas relativas à: escolarização, profissionalização, cultura, lazer e esporte, oficinas e autocuidado. Enfoca os interesses, potencialidades, dificuldades, necessidades, avanços e retrocessos. Registra as alterações (avanços e retrocessos) que orientarão na pactuação de novas metas.

Fonte: Adaptado de Sinase 2006

5.3 UNIDADES SOCIOEDUCATIVAS

Para que as medidas socioeducativas sejam cumpridas em sua integralidade é importante que as legislações vigentes sejam observadas e respeitadas, desta forma torna-se necessário entender como precisam ser os espaços de cumprimento destas medidas.

As estruturas físicas das Unidades de atendimento e/ou programas serão orientadas pelo projeto pedagógico e estruturadas de modo a assegurar a capacidade física para o atendimento adequado à execução desse projeto e a garantia dos direitos fundamentais dos adolescentes. (SINASE, p.50, 2006).

O Quadro 4 apresenta a relação de Unidades Socioeducativas em atividade atualmente em Santa Catarina de acordo com site do Departamento de Administração Socioeducativa – DEASE.

Quadro 4 – Unidades Socioeducativas de Santa Catarina

	Unidades
CASE – CENTRO DE ATENDIMENTO SOCIOEDUCATIVO	Case de Criciúma
	Case de Itajaí
	Case de Joinville
	Centro Socioeducativo Regional de Chapecó
	Centro Socioeducativo Regional de Florianópolis
	Centro Socioeducativo Regional de Lages
	Centro Socioeducativo Regional de São José
CSL – CASAS DE SEMILIBERDADE	Semiliberdade de Blumenau
	Semiliberdade de Caçador
	Semiliberdade de Criciúma
	Semiliberdade de Lages
CASEP – CENTRO DE ATENDIMENTO SOCIOEDUCATIVO PROVISÓRIO	Casep da Grande Florianópolis (São José)
	Casep de Blumenau
	Casep de Caçador
	Casep de Concórdia
	Casep de Curitiba
	Casep de Joaçaba
	Casep de Joinville
	Casep de Rio do Sul
	Casep de São José do Cedro
	Casep de São Miguel do Oeste
	Casep de Tubarão
	Casep de Xanxerê
CIF - CENTRO DE INTERNAÇÃO FEMININO	Centro Socioeducativo Feminino Regional de Florianópolis
	Centro Socioeducativo Feminino

Fonte: Disponível em: <https://www.dease.sc.gov.br/unidades>. Acesso em: 05 de jul. de 2021

Os CASEPs são unidades socioeducativas de atendimento provisório. Segundo o artigo 108 do ECA (1990) a internação provisória é apenas uma medida cautelar, determinada pelo prazo máximo de quarenta e cinco dias, não caracterizando uma medida socioeducativa. Porém estas unidades precisam ser espaços com condições apropriadas para o recebimento de adolescentes durante este período, o quadro 4 mostra os aspectos físicos a serem considerados por estas unidades.

De acordo com ECA (1990) em seu artigo 120, “regime de semiliberdade pode ser determinado desde o início, ou como forma de transição para o meio aberto, possibilitada a realização de atividades externas, independentemente de autorização judicial”. Pensando como uma transição para o meio aberto, as casas de semiliberdade são espaços, que possibilitam este contato do adolescente com meio externo, buscando a inserção deste adolescente em espaços escolares e o contato com a profissionalização.

Os CASEs são unidades de cumprimento de medida socioeducativa de meio fechado, estas unidades são geralmente maiores e dotadas de uma complexidade um pouco maior, visto que diferentes das outras unidades socioeducativas, as atividades externas são realizadas somente com avaliação da equipe técnica ou ordem judicial, desta forma o adolescente permanece mais tempo dentro da unidade.

As unidades e ou/programas para cumprimento de medida socioeducativa precisam apresentar um espaço adequado para atender estes adolescentes e suas famílias, o SINASE sinaliza os aspectos físicos a serem considerados por estes programas, o Quadro 5 destaca alguns pontos a serem observados.

Quadro 5 – Aspectos físicos dos espaços de cumprimento de medidas

Aspectos físicos a serem considerados	Internação provisória	Prestação de Serviço à Comunidade ³⁸	Liberdade Assistida	Semiliberdade	Internação
Condições adequadas de higiene, limpeza, circulação, iluminação e segurança					
Espaços adequados para a realização de refeições		quando necessário			
Espaço para atendimento técnico individual e em grupo					
Condições adequadas de repouso dos adolescentes					
Salão para atividades coletivas e/ou espaço para estudo					
Espaço para o setor administrativo e/ou técnico					
Espaço e condições adequadas para visita íntima					
Espaço e condições adequadas para visita familiar					
Área para atendimento de saúde/ambulatórios					
Espaço para atividades pedagógicas					
Espaço com salas de aulas apropriadas contando com sala de professores e local para funcionamento da secretaria e direção escolar					
Espaço para a prática de esportes e atividades de lazer e cultura devidamente equipados e em quantidade suficiente para o atendimento de todos os adolescentes					
Espaço para a profissionalização					

Fonte: SINASE, 2006

5.3.1 Case de Criciúma

As informações que seguem estão descritas no Plano Político Pedagógico do CASE de Criciúma.

O CASE de Criciúma iniciou suas atividades em junho de 2018, recebendo o primeiro adolescente em novembro do mesmo ano. Já em janeiro de 2019, o CASEP de Criciúma integrou-se ao CASE, coexistindo duas Unidades Socioeducativas no mesmo espaço

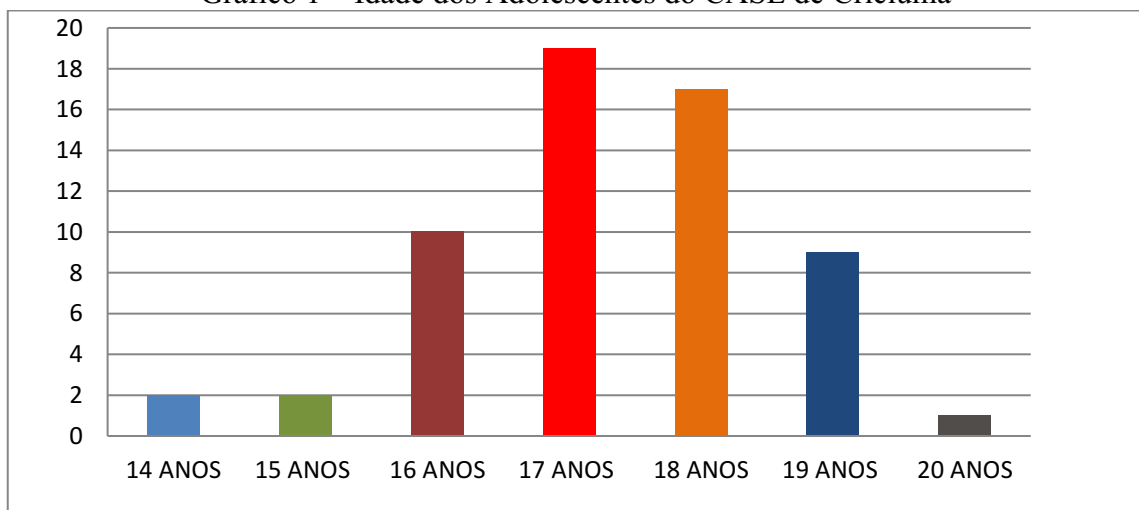
físico, internação e provisório, em julho do mesmo ano o DEASE reordenou as vagas do provisório e em 01 de agosto de 2019 a unidade CASE de Criciúma passou a atender apenas adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa de internação em meio fechado.

A estrutura física da Unidade é bastante ampla, abrangendo no perímetro de segurança 07 (sete) módulos de segurança, 01 (um) posto de saúde, 01 (uma) Escola, 04 (quatro) salas de cursos profissionalizantes, 01 (um) centro ecumênico, 01 (um) anfiteatro, 01 (um) ginásio de esportes, 01 (um) espaço destinado a horta, além da estrutura administrativa destinada a coordenação de plantão, corpo técnico e Direção.

O Centro de Atendimento Socioeducativo destina-se preferencialmente aos atendimentos da Mesorregião Sul do Estado de Santa Catarina, que compreende os seguintes municípios: Araranguá, Armazém, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Balneário Rincão, Braço do Norte, Capivari de Baixo, Cocal do Sul, Criciúma, Ermo, Forquilha, Garopaba, Grão Pará, Gravatal, Içara, Imaruí, Imbituba, Jacinto Machado, Jaguaruna, Laguna, Lauro Müller, Maracajá, Meleiro, Morro da Fumaça, Morro Grande, Nova Veneza, Orleans, Passo de Torres, Pedras Grandes, Pescaria Brava, Praia Grande, Rio Fortuna, Sangão, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa do Sul, São João do Sul, São Ludgero, São Martinho, Siderópolis, Sombrio, Timbé do Sul, Treviso, Treze de Maio, Tubarão, Turvo, Urussanga.

Atende adolescentes do sexo masculino dos 12 aos 18 anos, podendo, excepcionalmente, permanecer até completar 21 anos de idade, conforme preconiza o ECA e o SINASE, gráfico abaixo apresenta-se a idade dos adolescentes que cumprem medida de internação no CASE de Criciúma.

Gráfico 1 – Idade dos Adolescentes do CASE de Criciúma

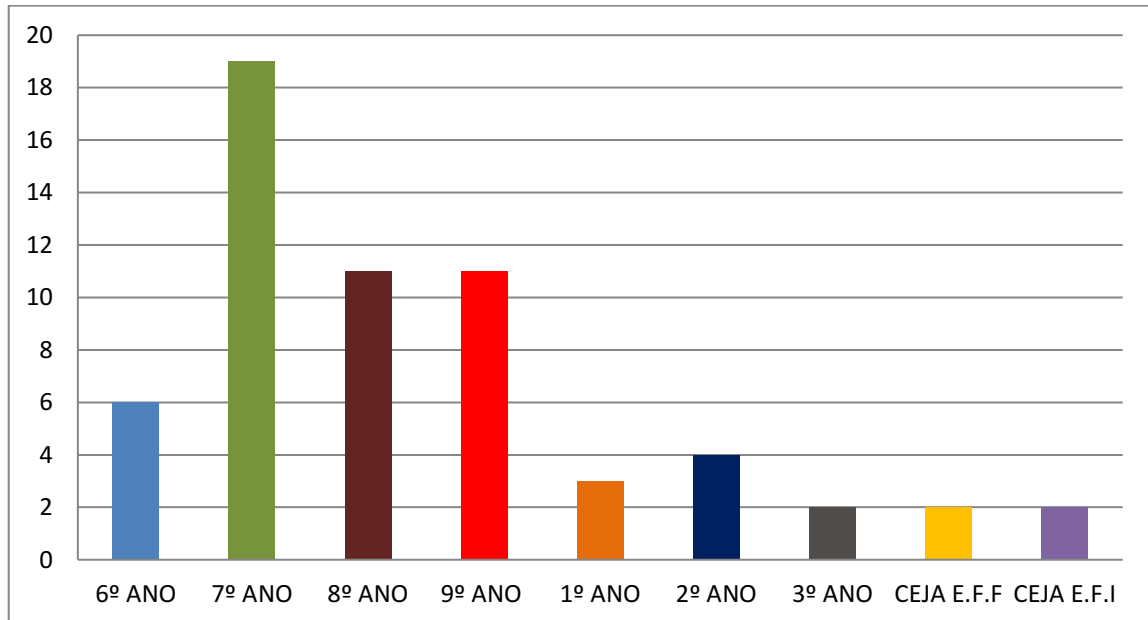


Fonte: Adaptado de PPP do CASE de Criciúma

A unidade atende atualmente 61 adolescentes e conta com uma equipe multidisciplinar, sendo composta por: 01(um) Gestor, 02 (dois) chefes de segurança, 90 (noventa) agentes de segurança, 02 (duas) pedagogas, 05 (cinco) psicólogas, 04 (quatro) assistentes sociais, 01 (uma) técnica em panificação, 02 (dois) instrutores de horta, 01 (um) instrutor de informática, 03 (três) técnicos administrativos. A vigilância, equipe de cozinha, e auxiliares de serviços gerais são contratadas por empresa terceirizada.

A maioria dos adolescentes estão matriculados na escola, Escola de Educação Básica João Dagostim e outros Ceja de Criciúma. O Gráfico 2 mostra a série dos adolescentes do Case de Criciúma. Atualmente os adolescentes recebem o material impresso em respeito às medidas de segurança da COVID-19, são respeitados horários para a realização das atividades escolares. Além das atividades escolares o adolescente tem a possibilidade de participar de algumas oficinas sociopedagógicas oferecidas pela unidade no contraturno escolar. As oficinas sociopedagógicas em funcionamento na unidade são: panificação, horta, marcenaria, informática, corte e costura oficina de bambu e cursos EAD.

Gráfico 2 – Série Escolar dos Adolescentes do CASE de Criciúma



Fonte: Adaptado de PPP do CASE de Criciúma

6 APLICAÇÃO DO PRODUTO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

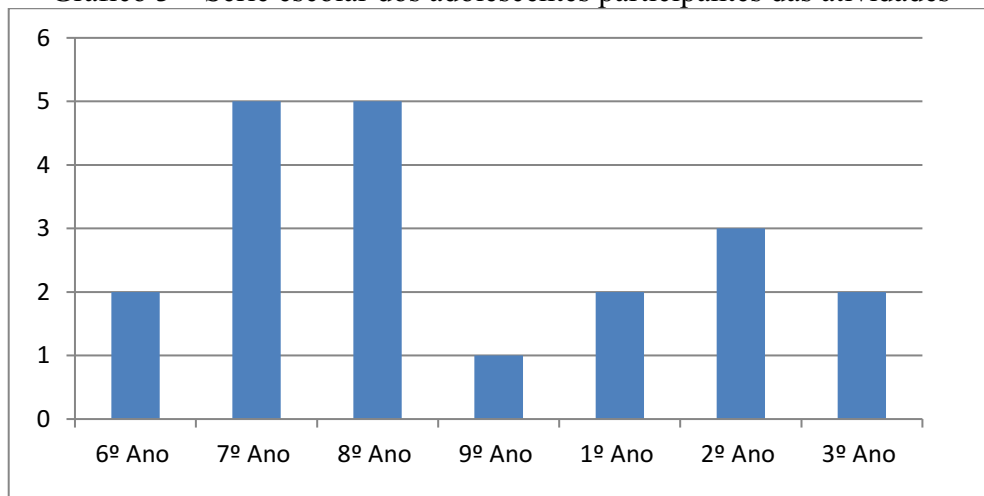
Este produto educacional tem como objetivo implementar um aquecedor solar caseiro em uma Unidade Sociedade, e a partir do mesmo promover discussões sobre assuntos de termodinâmica e energia solar para o aquecimento de água.

O produto foi aplicado com os estudantes dos módulos de segurança 6 e 7, na Unidade Socioeducativa – Case de Criciúma, totalizando 20 estudantes envolvidos. Para que seu desenvolvimento acontecesse de forma segura cumprindo as normas da Unidade Socioeducativa – Case de Criciúma e protocolos de prevenção a COVID-19, os estudantes foram distribuídos em quatro grupos de A a D, divididos por corredores, assim como são organizados rotineiramente para realizarem suas atividades escolares.

Antes da análise dos resultados destaca-se alguns pontos importantes a serem observados em relação a aprendizagem e os objetivos deste trabalho, os estudantes participantes das aulas são adolescentes de várias séries escolares com defasagens série/idade; estão em cumprimento de medida socioeducativa de privação de liberdade; durante o período de aplicação do projeto os mesmos não tiveram oportunidade de estudar os conteúdos abordados além da sala de aula; e outro ponto não menos importante, estes adolescentes estão sem aulas presenciais a mais de um ano devido às medidas de segurança para Covid-19.

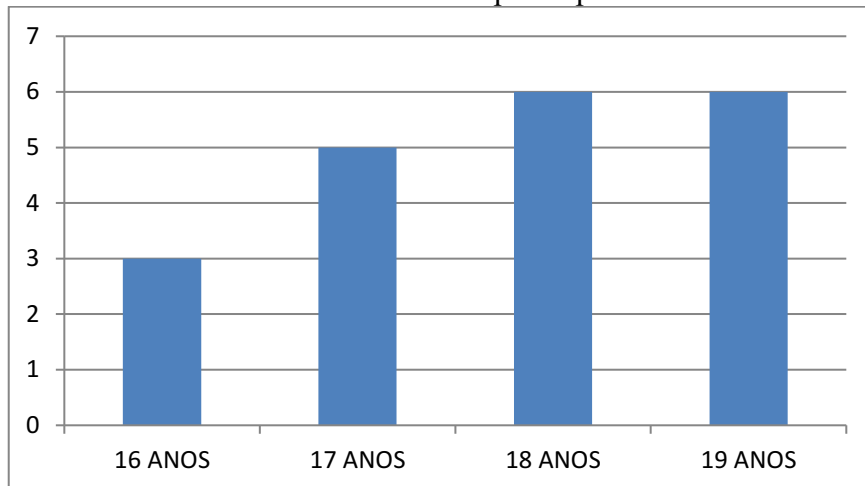
Os grupos são variados quanto à série escolar e idade, os Gráficos 3 e 4, apresentam série escolar e a idade dos adolescentes participantes das atividades, respectivamente.

Gráfico 3 – Série escolar dos adolescentes participantes das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor, dados setor pedagógico

Gráfico 4 – Idade dos adolescentes participantes das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor, dados setor pedagógico

Cabe ressaltar que devido heterogeneidade dos grupos em relação às séries escolares, foi necessário uma abordagem acessível a todos, os conteúdos foram pautados em ideias conceituais, e foram utilizados imagens e experimentos para melhorar a compreensão de todos.

As atividades foram aplicadas em três dias, sendo desenvolvidas três aulas de ciências/física. Na primeira aula foram discutidos assuntos como calor, temperatura, termômetros e escalas termométricas, a segunda aula abordou assuntos relacionados à transferência de calor, efeito estufa e energia solar. No desenvolvimento destas duas primeiras aulas foram realizados experimentos, questionários, leituras, discussões e assistido vídeos. Toda a metodologia foi desenvolvida com o objetivo de compreender quais os conhecimentos os estudantes possuíam referentes aos temas discutidos e assim introduzir conceitos iniciais de termodinâmica.

O objetivo da terceira aula foi relacionar os conteúdos e conceitos discutidos nas aulas anteriores com o aquecedor solar caseiro, assim nesta aula os alunos primeiramente observaram o aquecedor funcionando, onde conseguiram compreender como foi montado cada parte do aquecedor e expor suas dúvidas relacionadas ao projeto, em seguida retornaram para sala onde foi possível estabelecer uma relação entre todos assuntos abordados anteriormente com o aquecedor solar caseiro.

O aquecedor solar caseiro, mostrado na Figura 24, foi construído pelo autor com o auxílio dos instrutores de marcenaria do CASE de Criciúma, está exposto no pátio da Unidade Socioeducativa, o detalhamento para montagem do projeto encontra-se no Apêndice A, juntamente com as propostas das aulas desenvolvidas e relatadas aqui.

Figura 24 – Aquecedor Solar Caseiro



Fonte: Elaborada pelo autor

6.1 PRIMEIRA AULA

Para iniciar a primeira aula foi realizada a leitura de uma reportagem da revista *Veja* com o título “*Medir a temperatura para detectar o coronavírus é eficaz?*”, este primeiro momento foi bastante interessante, pois ao ler o título da reportagem, mesmo sem a necessidade de serem instigados muitos expuseram suas opiniões, alguns se posicionaram a favor e outros contra a medida. Destaca-se que a reação em comentar o título da reportagem foi unânime nos quatro grupos trabalhados, interessante relatar também que muitos apresentaram opiniões que estavam de acordo com a reportagem, com falas como “eu posso ter febre e não ser coronavírus”, “eu posso estar contaminado e não ter sintomas.”

Após a leitura da reportagem as dúvidas foram esclarecidas e o segundo momento da aula deu-se prosseguimento, sendo solicitado que os mesmos respondessem o questionário 1, composto por três questões. Este questionário teve a finalidade de compreender o que os estudantes entendem a sobre calor, temperatura e termômetros. Respondido o questionário foram realizadas discussões sobre cada uma das perguntas, antes de apresentar os conceitos

sempre foram feitos os mesmos questionamentos no grande grupo, para observar se surgiam novas opiniões ou questionamentos.

Ao analisar as respostas da primeira questão “O que você entende por temperatura?”, verificou-se que grande parte das respostas os alunos associaram temperatura com a ideia de quente e frio, alguns fizeram tal associação com o clima e outros com a temperatura do corpo humano, como mostra a Figura 25.

Figura 25 – Questionário 1 – pergunta 1

1) O que você entende por temperatura?	a temperatura é um modo de entender se está quente e frio
1) O que você entende por temperatura?	temperatura quer dizer a temperatura do corpo a temperatura do clima etc...
1) O que você entende por temperatura?	entendo que temperatura é para saber se está quente ou frio etc.

Fonte: Elaborada pelo autor

Assim, após entender o que pensavam sobre temperatura, foi apresentado o conceito de que temperatura está relacionada com agitação das moléculas e átomos de um corpo. Para enriquecer o debate foram apresentadas as Figuras 1 e 2.

Quando questionados sobre a temperatura do piso e do tapete na Figura 1, em a maioria respondeu “o piso é mais frio que o tapete”, alguns olharam, e disseram “a temperatura é igual”, mas não conseguiram justificar suas respostas. Para mostrar-lhes que a temperatura dos objetos são iguais, caso estejam no mesmo local, primeiro foi necessário falar sobre equilíbrio térmico, exemplificando que dois corpos de temperaturas diferentes quando colocados em contato, após a passagem do tempo estes apresentarão a mesma temperatura. Neste momento foi acrescentado que o objeto de maior temperatura sempre vai perder calor para o objeto para o objeto de menor temperatura.

Depois das reflexões, foi possível explicar-lhes que a sensação de sentirmos mais frio ao tocar no piso do que no tapete está ligada a propriedade dos materiais, alguns são condutores térmicos e outros isolantes. Analisando estas propriedades, pode-se compreender que a transferência de calor acontecerá com mais facilidade em um material condutor, por isso

sentiremos mais rapidamente o frio do piso, pois perderemos calor mais rapidamente para este material, já o tapete confeccionado com tecido que é um material isolante, a perda de calor será mais lenta e assim será mais agradável colocar os pés sobre o tapete. Após este debate, foi justificado que o assunto sobre transferência de calor seria discutido nas próximas aulas.

O segundo questionamento feito aos alunos foi “*o que é calor?*”, ao realizar uma análise das respostas observou-se que estas foram semelhantes aquelas da questão 1, sobre temperatura, todos relacionaram calor com a temperatura do clima ou do corpo humano. É interessante analisar as respostas de alguns alunos do ensino médio, pois daqueles que frequentam o 2º ano e 3º ano deste nível de ensino, esperava-se uma resposta um pouco mais elaborada e correta sobre calor, porém isso não aconteceu. Na Figura 26 observa-se as respostas de um aluno do 2º ano e outro do 3º ano, respectivamente. A Figura 27, apresenta a resposta de dois estudantes do 7º ano, mostrando assim que a percepção de calor não é diferente, independente das séries.

Figura 26 – Questionário 1, pergunta 2 estudantes 2º e 3º E.M

2) O que é calor?	É o clima quente ou algo que está quente.
2) O que é calor?	É quando a temperatura está alta daí causa o calor.

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 27 – Questionário 1, pergunta 2, estudantes 7º E.F

2) O que é calor?	é quando estamos com o corpo muito quente
2) O que é calor?	calor é quando um dia muito quente

Fonte: Elaborada pelo autor

Antes de prosseguir foram realizados questionamentos de forma oral, para verificar se novos posicionamentos surgiam, porém as respostas foram todas semelhantes às expressas

por eles no papel. Foi apresentado o conceito de calor, justificando que calor está relacionado à transferência de energia entre dois corpos (ou sistema) devido a diferença de temperatura.

A primeira aula foi concluída com uma discussão sobre os termômetros e escalas termométricas. Analisando as respostas do questionário 1, constatou-se que quase todos tinham a ideia que o termômetro só serve para medir temperatura do corpo ou clima. A questão 3 perguntava “*como funciona o termômetro e para que serve?*”, na Figura 28 há um recorte de algumas das respostas apresentadas.

Figura 28 – Questionário 1, pergunta 3

3) Como funciona o termômetro e para que serve?	Para medir a temperatura do corpo humano etc...
3) Como funciona o termômetro e para que serve?	funciona para medir o calor ou o frio do ambiente, ele funciona de varias formas, utilizado para medir a temperatura.

Fonte: Elaborada pelo autor

Para dar continuidade a aula, expôs-se como funciona um termômetro e sua utilidade, reforçando que ele é um instrumento para medir a temperatura, porém não somente do corpo humano e do clima, que existem outros tipos de termômetros que são importantes em várias áreas. Poucos conheciam o termômetro clínico analógico da Figura 4. Não conheciam o termômetro culinário e as câmeras termográficas, mostraram-se interessados nestes.

Quando discutido sobre escalas termométricas todos os grupos apresentaram interesse, não conheciam sobre elas. Antes de ser apresentada a escala Celsius, um deles perguntou “por que você fala 37° Celsius?”, nesta oportunidade apresentou-se as escalas termométricas e as relações entre elas, explicando-lhes a importância de falar sobre a unidade para expressar a temperatura, pois quando se fala 32°, este valor pode estar se referindo ao grau de um ângulo, ou latitude, ou até outras medidas Neste momento também enfatizou-se sobre a escala utilizada no Brasil e que a escala Kelvin é utilizada no meio científico.

6.2 SEGUNDA AULA

Neste encontro, um aluno da turma D não compareceu a aula, pois estava em consulta médica, e dois alunos da turma C não compareceram por um problema de logística do plantão do dia.

Compreender como acontecem os processos de transferência de calor é objetivo central desta aula, com isso para iniciar a aula foi apresentada a figura 5 para realçar que a transferência de energia sempre vai acontecer do corpo ou sistema com maior temperatura para outro com menor temperatura, e quando as temperaturas são as mesmas não há transferência de calor.

Os experimentos descritos nesta aula foram realizados pelo autor para não haver compartilhamento de materiais, menor contato e distanciamento de todos os envolvidos em respeito aos protocolos da COVID-19.

Em seguida realizou-se o experimento 1. Todos chegaram muito curiosos com os materiais que estavam separados para o experimento, assim foi explicado a todos os grupos, que a água do recipiente azul foi misturada com pedras de gelo e adicionado corante azul, a amarela foi aquecida em uma chaleira elétrica e adicionado corante amarelo, enquanto a água do recipiente maior estava à temperatura ambiente, havia sido retirada da torneira. Com o auxílio de um termômetro foi verificada a temperatura da água de todos os recipientes antes do início do experimento, como mostra a figura 29. As temperaturas de cada recipiente são: água da torneira temperatura de $15,6^{\circ}\text{C}$, água com corante amarelo $61,5^{\circ}\text{C}$ e água com corante azul $5,4^{\circ}\text{C}$. Estas foram temperaturas verificadas com grupo A, com os demais grupos as temperaturas foram semelhantes.

Figura 29 – Temperatura da água em cada pote, experimento 1



Fonte: Elaborada pelo autor

Feita a verificação da temperatura, foi despejado no recipiente maior as águas com corante, conforme instruções contidas no roteiro. A Figura 30 ilustra a realização do experimento. Cabe destacar que devido a uma questão de iluminação, as cores da imagem não ficaram bem definidas.

Figura 30 – Experimento 1 – Realizado pelo autor



Fonte: Elaborada pelo autor

Neste momento foi pedido aos alunos que respondessem o questionário 2. Ao investigar as respostas identifica-se um padrão, porém duas destacaram-se pois os estudantes justificaram suas respostas com um pouco mais de detalhes. As respostas estão ilustradas nas Figuras 31 e 32. Percebe-se que o estudante da turma C identifica uma relação entre as temperaturas das águas e sua posição dentro do recipiente. Já o estudante da turma B, na questão 2, apresenta a única resposta dentre todas que se aproximou de uma resposta mais certa para a questão, justificando que líquido gelado era mais “pesado” (maior densidade), todos os outros concluíram que os líquidos azul e amarelo ocuparam partes diferentes no pote pois estavam em temperaturas diferentes.

Figura 31 – Questionário 2, resposta de um aluno da turma C

QUESTIONÁRIO 2	
1) Que você observou?	Observei que quando se joga água quente e gelada junto a água gelada fica por baixo da quente
2) Por que o líquido azul foi para a parte de baixo do recipiente e amarelo ficou na parte de cima?	por que a temperatura das águas estavam diferente.

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 32 – Questionário 2, resposta de um aluno da turma B

QUESTIONÁRIO 2	
1) Que você observou?	que o líquido azul foi para baixo e o amarelo para cima.
2) Por que o líquido azul foi para a parte de baixo do recipiente e amarelo ficou na parte de cima?	Eu acho que foi porque o líquido gelado é mais pesado.

Fonte: Elaborada pelo autor

Após a entrega do questionário, os mesmos foram provocados a expor suas opiniões sobre o que viram no experimento, e em todas as turmas saíram respostas que diziam: “o azul é mais pesado porque está gelado e o amarelo mais leve por estar quente”. Todos observaram que os líquidos tomaram posições diferentes no recipiente maior.

Antes de dar início a uma discussão sobre o experimento, um adolescente do grupo A, fez o seguinte questionamento “é por isso que quando entramos no mar, embaixo a água está mais fria em cima está mais quente?”, a partir destas falas a aula prosseguiu e sendo possível relacionar as conclusões com as correntes de convecção, explicando que a convecção é um processo de transferência de calor, que acontece somente em fluidos (líquidos e gases), onde o movimento de matéria se dá pela diferença de densidade.

Assim a aula seguiu com a explicação e exemplos de convecção, algumas imagens ajudaram a justificar o conceito, alguns ainda relataram “por isso que o ar quente do ar condicionado não é tão bom”, pois em geral o ar condicionado está instalado na parte superior da parede, favorecendo a convecção do ar frio.

No momento seguinte, apresentou-se a condução como outro mecanismo de transferência de calor, introduzindo seu conceito e utilizando-se de imagens e debates para observar este processo. A imagem 1 proporcionou uma reflexão melhor sobre este tipo de

transferência de energia, com isso também aprofundou-se um pouco mais na discussão sobre condutores e isolantes.

Nesta parte da aula encaminha-se para o experimento 2, assim foi mostrado aos alunos três garrafas pet de refrigerante, uma pintada de branco fosco, outra de preto fosco e a terceira ficou sem pintar, como mostra a Figura 33, explicando-lhes que as três garrafas haviam sido colocadas no sol no dia anterior, sendo verificada a temperatura de cada uma delas durante três períodos do dia, as 10h00min da manhã, as 13h30min e as 15h15min, assim foi solicitado que respondessem o questionário 3.

Figura 33 – Experimento 2



Fonte: Elaborada pelo autor

Respondido o questionário, os dados da Tabela 4 foram expostos para os estudantes. Todos ficaram bastante impressionados com as diferenças de temperatura entre as garrafas, mesmo aqueles que haviam respondido que a garrafa preta apresentaria temperatura mais elevada.

Tabela 4 – Temperaturas das garrafas do experimento 2

HORÁRIO	GARRAFAS		
	Transparente	Branca	Preta
10h00min	18,9°C	18,5°C	23,9°C
13h30min	30,3°C	27,8°C	39,8°C
15h15min	34,1°C	30,6°C	43,2°C

Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme a Tabela 4, em todos os horários em que foram medidas as temperaturas, a garrafa pintada com tinta preta apresentou temperatura mais elevada, é importante registrar

que alguns alunos questionaram “como que os dias estão tão frios e as temperaturas chegaram neste valor?”, questionamento bastante pertinente já que Criciúma situa-se na região Sul do Brasil e a atividade está sendo desenvolvida no mês de julho, um dos meses mais frios do ano nesta região.

O questionário 3, tem como primeira pergunta “Qual das garrafas apresentará temperatura mais elevada?”, algumas respostas chamam a atenção, dois adolescentes tiveram a mesma percepção demonstradas nas suas respostas, como mostra a Figura 34, outros dois adolescentes responderam a transparente e o restante a preta.

Figura 34 – Questionário 3, resposta questão 1

1) Qual das garrafas apresentará temperatura mais elevada?	As três estarão com a mesma temperatura
1) Qual das garrafas apresentará temperatura mais elevada?	As três tem a mesma temperatura

Fonte: Elaborada pelo autor

Partindo para o segundo questionamento “Por que você escolheu esta garrafa?”, e provocando uma discussão sobre suas respostas, ficou evidente um conhecimento do senso comum, sem uma justificativa clara sobre suas respostas, pois quase todos que responderam a garrafa preta usaram como argumento “porque a cor preta puxa mais calor”, a Figura 35 (a) apresenta a resposta de dois destes adolescentes. Sobre a mesma questão, cabe o recorte de outras respostas para compreensão do porque escolheram outras garrafas, Figura 35 (b).

Figura 35 – Questionário 3, resposta questão 2

(a)

2) Por que você escolheu esta garrafa?	Porque a Preta Puxa mais calor.
2) Por que você escolheu esta garrafa?	POR QUE A COR PRETA PUXA O CALOR

(b)

2) Por que você escolheu esta garrafa?	o transparente porque não tem nada de tinta ao redor dele por isso fica mais quente
2) Por que você escolheu esta garrafa?	porque ela não estava com tinta para proteger do sol.

Fonte: Elaborada pelo autor

Para compreender melhor o assunto, apresentou-se o vídeo sobre os Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros

Figura 36 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros

youtube.com/watch?v=QT9L-fRme9s

YouTube

Pesquisar

Fonte: @am.moraes

Fonte das Imagens: Pixabay e Wikimedia

Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros | Parte I

QR code: Acesso o vídeo!

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=QT9L-fRme9s>. Acesso: 06 de jun 2021

Ao final do vídeo realizou-se uma discussão e análise do mesmo, a partir das falas e do debate percebeu-se que os grupos demonstraram compreensão do assunto, entendendo o porquê a garrafa preta esquentou mais que as outras. Em seguida ao vídeo deu-se sequência aos processos de transferência de calor, colocando em evidência a radiação, pois este foi bastante abordado pelo autor do vídeo.

Discutiu-se a radiação térmica como um mecanismo de transporte de energia por meio de ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas provenientes do Sol atravessam uma grande distância no vácuo até chegar a Terra e transferir para ela. Com o vídeo e as reflexões realizadas em sala os estudantes compreenderam que parte da luz proveniente do sol é refletida e outra parte é absorvida pelos objetos.

O terceiro questionamento faz referência a importância do Sol, quando foi realizado uma discussão sobre suas opiniões, os mesmos participaram respondendo que o sol é importante para “as plantas realizem fotossíntese”, “para vitamina D e prevenir doenças”, “para aquecer a terra”, “para energia”, todas estas falas foram orais, as quais se refletiram com os suas escritas, como se observa na Figura 37.

Figura 37 – Questionário, resposta questão 3

3) Qual a importância do sol no nosso dia a dia? Explique.	A importância é para nos aquecer e também nos dá energia e nos dá a vitamina precisa e diversos outros.
3) Qual a importância do sol no nosso dia a dia? Explique.	para que nos mantenha aquecido e também tem vitamina e para as plantas também

Fonte: Elaborada pelo autor

Com as respostas dadas destacou-se a importância do sol para todos os processos vitais, destacando sua importância como uma forma de energia, podendo ser usado para aquecer água e para produzir energia elétrica.

Estando o sol em destaque, e seguindo a aula englobou-se um assunto muito pertinente que tem como o sol como um protagonista, o efeito estufa, para tal discussão primeiramente os estudantes assistiram o vídeo “O efeito estufa é bom para o planeta?”, Figura 38, ao final do vídeo realizou-se um debate sobre suas opiniões, foi exemplificado que um processo semelhante é utilizado pelo homem para cultivar diversas culturas, outro exemplo citado é quando um carro é deixado no sol e o calor fica aprisionado.

Figura 38 – Vídeo sobre Efeito Estufa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=EZgSUdfMJ6c>. Acesso: 09 de jun 2021.

6.3 TERCEIRA AULA

A terceira aula iniciou-se com uma visita ao o aquecedor solar caseiro montado no pátio do Case de Criciúma Figura 39, todos os grupos foram levados até o aquecedor e receberam uma explicação de quais eram as partes do aquecedor e como funcionavam, neste momento foi preciso um pouco de cautela durante a explicação, pois após esta etapa os estudantes responderiam o último questionário que tem como objetivo relacionar os conteúdos de termodinâmica estudados com o aquecedor.

Figura 39 – Visita ao aquecedor solar



Fonte: Elaborada pelo autor

No período matutino, as aulas turma A iniciaram as 09h00min e da turma B as 10h00min, o dia estava frio e ensolarado, porém o sol estava apenas começando a incidir sobre o coletor solar, não sendo interessante medir a temperatura da água naquele momento. Já as turmas C e D, as aulas começaram às 13h30min e 15h00min, respectivamente, como o sol já estava incidindo sobre o coletor desde o período da manhã, foi verificada a temperatura da água com as duas turmas. Para observar se a água havia aquecido, foi realizada uma comparação com a água retirada de uma torneira com água vinda da caixa d'água central e água retirada da torneira do reservatório, ambas as águas foram coletas no momento da medida na presença das turmas. A Figura 40 apresenta os resultados destas temperaturas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Após verificarem como funcionava o coletor, todos os grupos retornaram para a sala e responderam o questionário 4, após entregarem, foi realizada uma discussão de forma coletiva em grande grupo, neste momento foram retomados os conceitos já pautados nas aulas anteriores. Nesta última aula apenas um estudante do grupo A não compareceu, pois recebeu Liberdade Assistida.

A questão 1 do questionário 4, tem como objetivo principal observar o processo de transferência de calor através da radiação solar, os alunos deveriam compreender que radiação é responsável pelo aquecimento da água no coletor solar figura 41. Do Gráfico 5 inferem-se os resultados das respostas desta primeira questão, onde percebe-se que 65% dos estudantes

assimilaram o conceito de radiação, pois responderam que a radiação é responsável por aquecer a água no coletor.

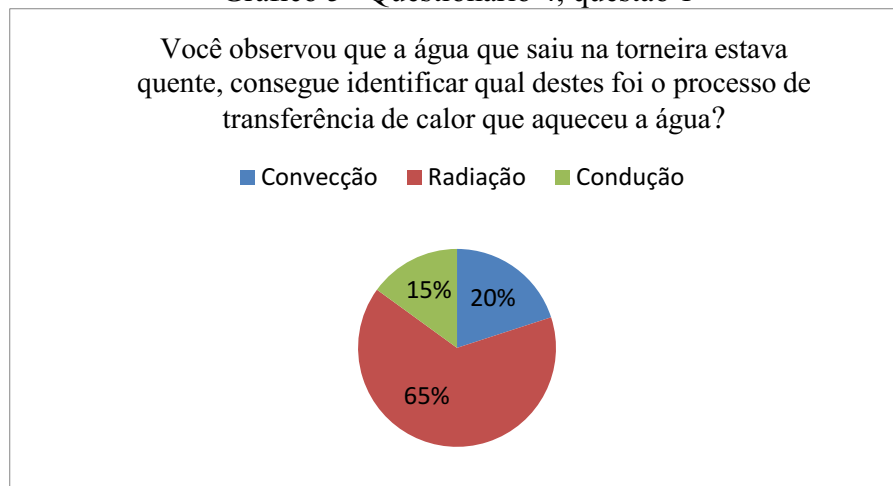
Figura 41 – Coletor solar



Fonte: Elaborada pelo autor

Os outros 35% dos estudantes que responderam as outras alternativas, após as discussões realizadas conseguiram refletir suas respostas e muitos deles perceberam seu erro apenas com uma leitura da questão em forma oral.

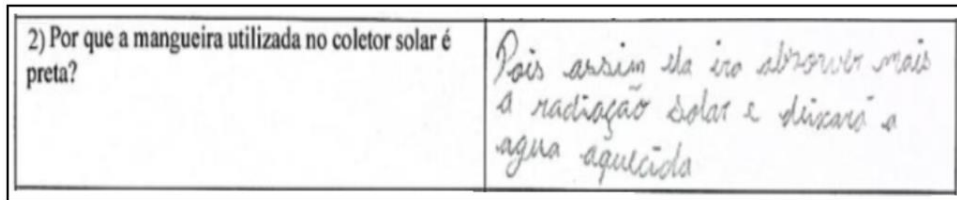
Gráfico 5– Questionário 4, questão 1



Fonte: Elaborado pelo autor

A segunda pergunta refere-se a cor da mangueira, onde os estudantes precisavam justificar sua cor preta, 84% dos alunos justificaram suas respostas com frases semelhantes a resposta do aluno apresentada na Figura 42

Figura 42 – Questionário 4, questão 2

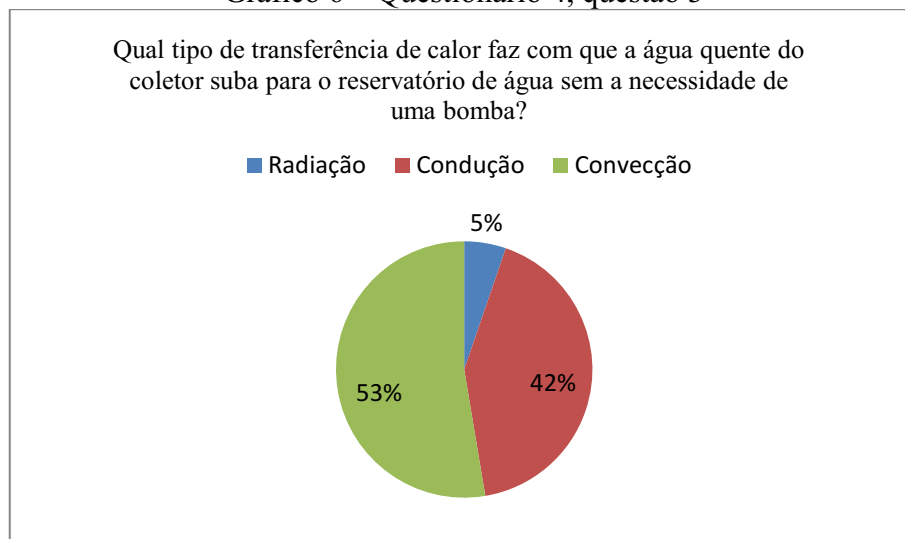


Fonte: Elaborado pelo autor

Realizando uma comparação com a questão 2 questionário anterior, constata-se uma mudança na linguagem e concepção dos educandos, pois apenas 3 alunos usaram a frase “para puxar mais calor”.

O Gráfico 6 apresenta as respostas da questão 3, antes de responder o que esperava-se de uma resposta correta foi realizada uma reflexão sobre a densidade de água quente e fria, todos os grupos com exceção daqueles alunos que haviam faltado a aula anterior conseguiram responderem que a água quente ficaria menos densa e subiria e fria mais densa desceria, compreendendo assim o que fez a água subir para o reservatório sem a necessidade de uma bomba, porém percebeu-se que estes não conseguiram distinguir se isso aconteceria por um processo de condução ou convecção. Assim, realizou-se uma retomada dos mecanismos de transferência de calor realçando o nome de cada um com sua respectiva característica.

Gráfico 6 – Questionário 4, questão 3



Fonte: Elaborado pelo autor

A terceira questão tem referência ao plástico transparente do coletor solar Figura 41, nesta questão os alunos precisavam identificar a finalidade do plástico no coletor, para isso teriam que decidir entre duas alternativas para responder a questão, assim 79% deles responderam a resposta correta onde dizia que o plástico transparente seria para acontecer um processo semelhante ao efeito estufa. Quando discutiu-se a questão, alguns deles reforçaram dizendo que podia ser utilizado um vidro ou acrílico transparente, alguns foram além dizendo que o processo é mesmo que acontece com o carro exposto ao sol, discutido na aula do dia anterior.

Para concluir a aula analisou-se a última questão e em seguida uma realizou-se uma discussão sobre os aquecedores solares e a energia solar, antes de relatar algumas contribuições e relatos feitos, serão observadas algumas das respostas mais relevantes apresentadas neste último questionamento na Figura 43.

Figura 43 – Questionário 4, questão 5

5) Você utilizaria um coletor solar em sua casa? Justifique.	<i>em país seria bom para evitar o consumo de energia em caso de chuva e de fornecimento para lavar algumas coisas.</i>
5) Você utilizaria um coletor solar em sua casa? Justifique.	<i>Sim, para economizar energia.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

Muitos justificaram suas respostas, dizendo que utilizariam para economizar energia, um deles justificou que utilizaria para lavar o cachorro, outro disse que não utilizaria “pelo motivo de ser poucas pessoas”, este mesmo justificou oralmente que em sua casa eram poucas pessoas não seria interessante.

Concluído as reflexões sobre as questões, foi apresentado aos alunos outros tipos de aquecedores solares, reforçando como funcionam e diferenças de um aquecedor solar caseiro e um profissional, neste momento aconteceram muitas contribuições, um deles disse “meu vizinho tem um, mas o dele gera energia”, neste momento foi necessário intervir e reforçar as diferenças entre os aquecedores solares e a energia solar fotovoltaica.

Neste momento da aula foi necessária uma reflexão sobre nossa matriz energética, onde foi citado, que estamos vivendo algumas crises energéticas no Brasil, sendo importante diversificarmos nossa matriz, assim a energia solar seria uma ótima alternativa, tanto com os aquecedores quanto a energia fotovoltaica, um deles disse “mas estes são só para aquecer a água, não economiza tanto”, assim o mesmo foi instigado a refletir “ e se você tem uma empresa que necessita de água quente em algum processo?”, outro acrescentou “para um motel é bom, utilizam bastante o chuveiro”. Desta forma concluiu-se que o pouco que se contribui é torna-se muito no final.

7 CONCLUSÃO

Ao pensar em educação, no ato ensinar, não é possível que exista apenas um método didático, e que este ou aquele é o certo. Compreende-se que ensinar vai além da transferência de conhecimento, o mundo é plural. Moreira (2009) aponta onze princípios para a aprendizagem significativa crítica, porém o professor não deve sentir-se obrigado a realizar todos de uma vez, mas que a partir deles sintam-se motivados a ser um pesquisador, um criador, que desenvolva metodologias, que estude seus alunos, que se torne estudado por eles, que envolva-se e deixe envolver-se e ainda assim não perca o foco na aprendizagem e na construção de um cidadão crítico.

O presente trabalho promoveu uma reflexão sobre pontos relevantes da atualidade como: realizar uma aula dinâmica com metodologias diferenciadas promovendo o envolvimento de todos; refletir e discutir sobre uma forma de energia não poluente, afinal o mundo tem sofrido com os problemas relacionados a escassez de energia; envolver adolescentes em aulas de ciências e física, proporcionando momentos com a ciência, e assim despertando o pensamento reflexivo sobre o mundo a sua volta; inserir jovens em situações de vulnerabilidade social em atividades onde conseguiram expor suas ideias e pensamentos sobre os temas abordados, sem julgamentos, mas com uma abordagem onde ele pode refletir suas verdades e construir e reconstruir seus conhecimentos.

A aplicação do produto educacional foi bastante satisfatória, pois envolveu toda a Unidade Socioeducativa, promovendo discussão e interesse. Os socioeducandos envolvidos no projeto mostraram-se comprometidos com a aprendizagem e interessados. Durante as aulas estiveram atentos aos assuntos. Apesar da defasagem série idade dos envolvidos no projeto observaram-se grandes avanços nas respostas dadas aos questionários e principalmente nas discussões orais feitas após a realização dos questionários.

Ao final observou-se que o “aquecedor solar caseiro” é um projeto bastante promissor, com um pouco de imaginação e pesquisa ele pode ser construído com materiais de baixo custo. Percebeu-se que este desperta o interesse e curiosidade de todos, instalado no pátio de uma escola torna-se uma ferramenta pedagógica para ser trabalhado em várias disciplinas e vários conteúdos com isso promovendo a interdisciplinaridade.

Além dos temas e conteúdos abordados neste trabalho, novas propostas para a disciplina de física ou para outras disciplinas podem surgir com a construção deste projeto, alguns temas são sugeridos aqui, como: fontes de energias renováveis e não renováveis,

consumo de energia elétrica, pressão, densidade, eletricidade, aquecimento global, atmosfera e ciclo glaciais, reciclagem, entre outros. Com o envolvimento de professores e da comunidade escolar o trabalho com aquecedor solar pode ser enriquecido, adquirindo um potencial didático, promovendo discussões, aprendizagem e despertando um olhar para um futuro.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Maurício M. **O Código Mello Mattos e seus reflexos na Legislação posterior.** Disponível em:
http://www.tjrj.jus.br/documents/10136/30354/codigo_mello_mattos_seus_reflexos.pdf. Acesso em: 15 de ago. de 2020.
- BIASI, A. S. H. **A “VIDA NUA” E O ESTADO:** as perspectivas dos atores do Sistema de Garantia dos Direitos de Crianças e Adolescentes de Santa Catarina. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2020.
- BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente.** Brasília: Diário Oficial da União, 1990.
- _____. Decreto Lei n. 3.799 de 5 de novembro de 1941. Disponível em:
 < <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-3799-5-novembro-1941-413971-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 22 fev. 2021.
- _____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988.
- _____. BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- _____. Lei n. 12.594, de 18 de janeiro de 2012. Institui o Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo (SINASE). Brasília: Diário Oficial da União, 2012.
- _____. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Assistência Social. Tipificação Nacional de Serviços Socioassistenciais. Brasília: MDS, 2009.
- CELESC. **Aquecedor solar composto de produtos descartáveis:** manual de construção e instalação. Florianópolis: Celesc, 2009. 41 p.
- COSTA, Ana C. P. **As políticas de proteção à Infância e Adolescência e a Educação:** Reflexões A Partir Da Década De 1920. Disponível em:
<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/cips/n4v1/03.pdf>. Acesso em: 19 de ago. de 2020.
- CUNHA, E. O; DAZZANI, M. V. M. **A escola e o adolescente em conflito com a lei:** desvelando as tramas de uma difícil relação. Educação em Revista. Belo Horizonte. v.32. n.01. p. 235-259. Janeiro-Março 2016.
- DALBOSCO, C. A.; BERTOTTO, C.; SCHWENGBER, I. L. **A ação pedagógica crítica e formação do pensamento reflexivo.** Olhar de Professor, vol. 23, pp. 01-14, 2020. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/journal/684/68464195054/html/>. Acesso em: 12 de jul. de 2021.
- DAMASIO, F; STEFFANI, M. H. **Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, 2007. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/LKTYQgkjktgntPsJg43Dcn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 de jul. 2021.

DAMASIO, Felipe. PEDUZZI, Luiz O.Q. **Para que Ensinar Ciência no Século XXI? – Reflexões a partir da filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica.** Ensaio, 2018.

FERNANDES, S. **O ensino da Física Térmica a partir de um modelo de didático de coletor solar.** Mestrado em Ensino de Física. Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá: 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 24 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002. 165.p

_____. **Educação e mudança.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GUALBERTO, J. G. G. **Educação escolar de adolescentes em contextos de privação de liberdade: um estudo de política educacional em escola de centro socioeducativo.** Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

GOMES, V. L. F. **Práticas de Física para alunos do regime socioeducativo, anos finais do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda: 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/4698>. Acesso em: 02 de jan. 2021.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica.** 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual.** Trad. Trieste Freire Ricci. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LIMA, P. G. M. **A luta pelos direitos humanos infantojuvenis no Brasil.** Cadernos da Escola do Legislativo – Volume 15. Número 23. jan/jun 2013. Minas Gerais: 2013.

LIRA, J. A. **A educação na socioeducação: um olhar para as ações educativas no contexto da medida socioeducativa de internação numa unidade de privação de liberdade.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12794>. Acesso em: 20 de jun de 2021.

MARTINI, G. et al. **Conexões com a Física: 2º ano Ensino médio.** São Paulo: Moderna, 2016.

MONTEIRO, F. B. S. et al. **Abordando a Termologia na Construção de um Aquecedor Solar usando a Pedagogia de Projetos.** Revista do Professor de Física. Universidade de Brasília, DF –11 a 12 de julho de 2019v. 3, n. especial (2019). Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25878/22731>. Acesso em: 12 de jul. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa Crítica**. Publicada também em *Indivisa*, Boletín de Estudios e Investigación, nº6, PP. 83-101, 2005, com o título *Aprendizaje Significativo Crítico*. 2ª edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.

_____. **Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo**: Subsídios teóricos para os professor de pesquisador em ensino de ciências. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>. Acesso em: 20 de fev. 2021.

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

_____. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

_____. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. 1 Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008.

_____. **Mapas conceituais e diagramas V**. Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Porto Alegre: 2006. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

NUSSENSVEIG, H. M. **Curso de física básica 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PELIZZARI, A. et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 08 jul. 2021.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. A termometria nos séculos XIX e XX. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 101-114, 2006.

Santa Catarina. Plano Estadual de Atendimento Socioeducativo 2015 – 2024. Dease. Florianópolis, 2015.

Santa Catarina. Projeto Político Pedagógico – CASE de Criciúma. Dease. Criciúma: 2019.

Sistema Nacional De Atendimento Socioeducativo - SINASE/ Secretaria Especial dos Direitos Humanos – Brasília-DF: CONANDA, 2006. Disponível em: <https://www.dease.sc.gov.br/documentos/leis-federais/68-sinase-1/file>. Acesso em: 10 de jul. de 2021.

SOUZA, F. S. **Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC: Araranguá, 2020.

TARGINO, M. L.S. **Psicologia da Aprendizagem** - Licenciatura em letras – Português. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Trad. Paulo Machado Mors. 6. ed. São Paulo: LTC, 2009.

VELOSO, V.B. **O jovem em conflito com a lei e o direito à educação básica nos centros de socioeducação do Paraná (2006-2015)**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/55200>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **FÍSICA II: Termodinâmica e Ondas**. Trad. Cláudia Santana Martins. 12^a ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

WWF – BRASIL. **As mudanças climáticas**. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 15 de jul de 2021.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

**Implementação de Aquecedor Solar Caseiro: Introduzindo e discutindo conceitos
de Termodinâmica**

Thiago Almeida de Sá
Orientadora Prof^a. Dr. Marcia Martins Szortyka

Araranguá
2021

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a):

A educação, parte fundamental no desenvolvimento de uma sociedade, assim, é necessário que pensemos em processos educacionais com metodologias e estratégias que sejam capazes de transformar cidadãos em seres críticos, com capacidade de transformar suas realidades e assim se insiram nos ambientes que assim queiram e ali possam realizar a diferença que acharem necessária para o bem estar de todos.

Este produto educacional foi pensado e desenvolvido como parte integrante da dissertação de mestrado *Implementação de aquecedor solar caseiro em Unidade Socioeducativa - Case de Criciúma: introduzindo e discutindo conceitos de termodinâmica.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso	93
Figura 2 – Sensação frio, morno e quente	93
Figura 3 – Movimento das moléculas.....	94
Figura 4 – Termômetro clínico analógico	95
Figura 5 - Termômetro Infravermelho	96
Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit.	98
Figura 7 – Experimento de Joule.....	99
Figura 8 – Transferência de energia	99
Figura 9 – Condução	102
Figura 10 – Correntes de convecção no ar	103
Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido	104
Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas)	104
Figura 13 – Espectro Eletromagnético	105
Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência	106
Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente	108
Figura 16 – Funcionamento de Estufas	109
Figura 17 – Energia fotovoltaica	111
Figura 18 – Aquecedores solares.....	112
Figura 19 – Esquema de um aquecedor solar.....	113
Figura 20 – Eficácia da medida da temperatura no controle do coronavírus	115
Figura 21 – Preparação para o experimento 1	118
Figura 22 – Correntes de convecção.....	119
Figura 23 – Radiação Solar	120
Figura 24 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros.....	121
Figura 25 – Vídeo sobre Efeito Estufa	122
Figura 26 – Funcionamento do aquecedor solar.....	125
Figura 27 – Coletor Solar	126
Figura 28 – Caixa para coletor	127
Figura 29 – Fixação das mangueiras	127
Figura 30 – Reservatório	128
Figura 31 – Medidas dos furos para colocar flanges	129
Figura 32 – Aquecedor por fora	130
Figura 33 – Aquecedor por dentro.....	130

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	92
2	A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR.....	93
2.1	TEMPERATURA.....	93
2.2	TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	95
2.2.1	Escalas termométricas.....	96
2.3	CALOR.....	98
2.3.1	Calor específico	100
2.4	TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	101
2.4.1	Condução	102
2.4.2	Convecção	103
2.4.3	Radiação	104
<i>2.4.3.1</i>	<i>Absorção e reflexão</i>	<i>106</i>
2.5	EFEITO ESTUFA	108
2.6	ENERGIA SOLAR.....	110
2.6.1	Aquecedor solar	111
3	SEQUÊNCIAS DIDÁTICA	114
3.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA - TEMPERATURA E CALOR	114
3.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	116
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AQUECEDOR SOLAR	122
4	MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR CASEIRO	126
4.1	MONTAGEM DO COLETOR SOLAR	126
4.2	MONTAGEM DO RESERVATÓRIO	127
4.3	ESQUEMA COMPLETO	129
5	CONCLUSÃO.....	131
	REFERÊNCIAS.....	132

1 INTRODUÇÃO

Este produto foi elaborado com o objetivo de ensinar física e ciências de forma mais atrativa e leve, utilizando abordagens diferenciadas e estratégias pedagógicas para introduzir o conceito de termodinâmica.

O produto é dividido em três partes, sendo que no primeiro capítulo, a A Física do aquecedor solar, o professor encontra uma sequência de conteúdos para introdução de termodinâmica que visa contribuir na construção de conteúdos para sua aula e também para seus estudos.

No segundo capítulo, *seqüências didáticas*, sugere-se três planos de aula. Cabe ressaltar que estes planejamentos podem ser aplicados nas séries finais do ensino fundamental e no ensino médio. O primeiro plano de aula discute as ideias de: temperatura, calor e escalas termométricas. O segundo plano de aula aborda assuntos relacionados a formas de transferência de calor. O terceiro plano de aula permite ao professor realizar uma avaliação dos conteúdos discutidos anteriormente, já que o mesmo aborda um exemplo prático para a discussão de assuntos como convecção, radiação, efeito estufa entre outros. Através do aquecedor solar caseiro o professor poderá abordar todos os assuntos discutidos e outros que surgirem no decorrer da aula.

O terceiro capítulo, *montagem do aquecedor solar caseiro*, mostra o passo a passo para a implementação de uma aquecedor solar, mostrando que é possível a montagem de um projeto deste tipo em uma residência, ou até no pátio de uma escola, tornando-se uma excelente ferramenta para diversas abordagens e disciplinas.

2 A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR

Neste capítulo são apresentadas sugestões de conteúdos relevantes à discussão da física envolvida no aquecedor solar. Destaca-se que estas são propostas de conteúdos ficando o professor livre para outras abordagens e utilização de outras referências

2.1 TEMPERATURA

Quando ouvimos falar em temperatura, rapidamente nos vem à cabeça as palavras frio ou quente. Da mesma forma, é muito comum escutarmos frases como: “coloque o pé no tapete, o piso (cerâmico) está muito frio”, quando na verdade os dois apresentam a mesma temperatura. Saber como está a temperatura de uma bebida, da água para o banho, de um alimento, do dia, da sala, do quarto, são coisas que estão presentes em nosso cotidiano.

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso



Fonte: <https://www.benditaobra.com.br/blog/2019/06/10/quarto-do-bebe/>. Acesso: 09 de jun 2021.

Intuitivamente, relacionamos a temperatura com as sensações de frio e calor, porém nem sempre podemos confiar na nossa sensação tátil de frio, morno ou quente.

Figura 2 – Sensação frio, morno e quente

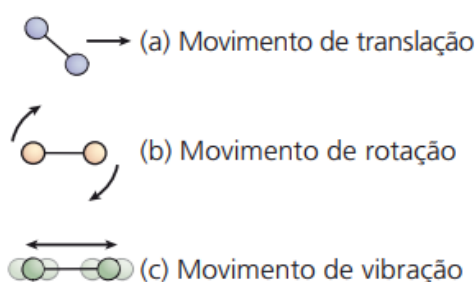


Fonte: HEWITT (2015).

Estudar as alterações na temperatura é importante não apenas pelas sensações físicas que nos provocam. Por exemplo, no inverno, se deixarmos a manteiga dentro da geladeira, fica quase impossível utilizá-la, pois fica muito dura, enquanto que no verão, se a deixarmos fora da geladeira, ela ficará muito mole. Isso ocorre, pois quando um corpo é aquecido ou resfriado, algumas de suas propriedades físicas se alteram.

Uma forma de entender o conceito de temperatura é através dos movimentos dos átomos e moléculas que compõem todos os corpos. Quanto maior a temperatura de um determinado corpo, maior será a agitação molecular em seu interior. Da mesma forma, quando diminuirmos a temperatura, a agitação molecular diminui. É importante salientar que essa agitação molecular nunca cessa (somente no zero absoluto) e ela é a responsável pelo estado da matéria ser sólido, líquido ou gasoso. Na Figura 3, é possível observar que esse movimento molecular se traduz em movimento de translação, rotação e/ou vibração.

Figura 3 – Movimento das moléculas



Fonte: HEWITT (2015).

Esses movimentos moleculares dão origem à energia cinética de translação, K_t , de rotação, K_R e de vibração, K_V . Para um gás (ideal) a energia cinética de translação está relacionada com a temperatura do gás através da equação 1.

$$K = \frac{3}{2} n R T \quad (1)$$

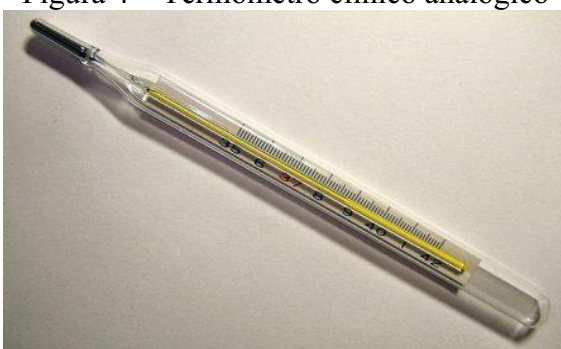
onde n é o número de moles da substância, R a constante universal dos gases e T a temperatura em Kelvin. A energia cinética associada à energia potencial (energia de interação do tipo elétrica entre átomos ou moléculas) da substância define o estado físico da matéria.

2.2 TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Uma maneira de inferir a temperatura de um corpo é através do termômetro. O termômetro ganhou destaque mundial neste momento de pandemia. É comum observar ele sendo utilizado em portas de supermercados, farmácias, shoppings, e outros estabelecimentos, para medir a temperatura corporal das pessoas. Eles são aparelhos amplamente utilizados em áreas como: medicina, culinária, indústria, agricultura, entre outras.

A Figura 4 apresenta o termômetro clínico analógico, onde seu em seu capilar possui mercúrio ou álcool, utilizado durante muitos anos em nossas casas. Quando a temperatura do líquido no interior no termômetro varia, a altura da coluna de líquido varia, possibilitando a medição da temperatura. Esse tipo de termômetro foi um dos primeiros desenvolvidos pelo homem, porém não é mais utilizado nos dias atuais.

Figura 4 – Termômetro clínico analógico



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clinical_thermometer_38.7.JPG. Acesso: 21 de jun. 2021.

A Figura 5, mostra um termômetro infravermelho que consegue medir a temperatura mirando o aparelho para a testa da pessoa. Tal equipamento ganhou destaque devido a situação pandêmica atual. Seu funcionamento é baseado em uma propriedade física relativamente simples: qualquer corpo que esteja aquecido, seja o corpo humano ou até mesmo um objeto, emite ondas de calor infravermelho, que é um tipo de radiação. Após captar a energia do corpo em forma de radiação, o mecanismo interno do termômetro infravermelho a converte em energia térmica e energia elétrica. Depois, o valor é apontado no display do termômetro o qual está relacionado com a expressão: $V(T) = \varepsilon K T^N$, onde: $V(T)$: tensão em função da temperatura; ε : emissividade; K : constante de Boltzmann; T : temperatura do objeto; N : fator calculado com $N = 14330 / \lambda T$; λ , comprimento de onda.

Figura 5 - Termômetro Infravermelho



Fonte: <https://accmetrologia.com.br/tipos-de-termometros-entenda-qual-o-melhor-para-o-seu-processo/>. Acesso: 21 de jun. 2021.

Cada termômetro tem sua característica e assim desempenham papéis diferentes nas áreas onde são usados.

Além disso, para haver uma padronização nas medidas é necessário que haja uma escala termométrica universal.

2.2.1 Escalas termométricas

Uma escala termométrica em geral é construída na graduação de um termômetro, “a maneira mais fácil de estabelecer uma escala termométrica é achar uma substância que possua uma propriedade que se modifica de modo regular com a temperatura e tenha praticidade de uso”. (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006). A partir disso o conjunto de números assumidos pela temperatura forma uma escala termométrica. As escalas termométricas em uso atualmente no mundo são as escalas Celsius, Fahrenheit e a Kelvin, a primeira baseia-se nos pontos fusão e ebulição da água, a segunda aponta 0 °F para uma mistura de água, gelo e cloreto de amônia e 100 °F a temperatura do corpo humano, a terceira é considerada uma escala absoluta.

A escala Celsius desenvolvida por Anders Celsius, chamada de escala centígrada, é subdividida em 100 partes iguais, chamadas de graus. Nesta escala o ponto zero é utilizado como o ponto de congelamento da água e ponto cem o ponto de ebulição.

Aperfeiçoada pelo físico holandês Daniel Fahrenheit, a escala Fahrenheit é dividida em 180 partes iguais, onde os intervalos são chamados de graus, porém para Fahrenheit a água congela a 32 °F e entra em ebulição a 212 °F.

Chamada de escala absoluta e utilizada principalmente pelos cientistas, a escala Kelvin foi desenvolvida pelo físico inglês Willian Thompson conhecido como Lord Kelvin. Através de um termômetro de gás é possível definir a escala de Kelvin com apenas um ponto de referência para a temperatura. Um termômetro de gás é um tipo de termômetro que apresenta um comportamento próximo do ideal, estes termômetros são calibrados, levando em consideração o fato de que a pressão de gás mantido a volume constante aumenta quando aumenta a temperatura (YOUNG E FREEDMAN, 2008). É possível medir a temperatura usando um termômetro de gás através da seguinte equação:

$$T = (273,16K) \left(\lim_{p_3 \rightarrow 0} \frac{p}{p_3} \right) \quad (2)$$

onde T é a temperatura em Kelvins, p_3 a pressão do gás a 273,16 K e p pressão do gás na temperatura que está sendo medida.

Através da Equação (3) observa-se como calcular o valor da temperatura na escala Kelvin, com apenas um ponto de referência e utilizando o termômetro de gás. Para isso é escolhido o ponto triplo da água, único ponto em que a água coexiste em estado sólido (gelo), líquido e vapor d'água. Sabe-se que a temperatura da água no ponto triplo é 273,16 K.

$$T = T_{triplo} \frac{P}{P_{triplo}} = (273,16 K) \frac{P}{P_{triplo}} \quad (3)$$

onde, P_{triplo} é a pressão para uma temperatura T_{triplo} e P é a pressão para outra temperatura T , então T é dada na escala Kelvin.

Para a conversão de uma dada temperatura para qualquer outra das discutidas, basta utilizar das fórmulas abaixo, onde T_K representa a temperatura em Kelvin, T_C a temperatura em graus Celsius e T_F a temperatura em graus Fahrenheit.

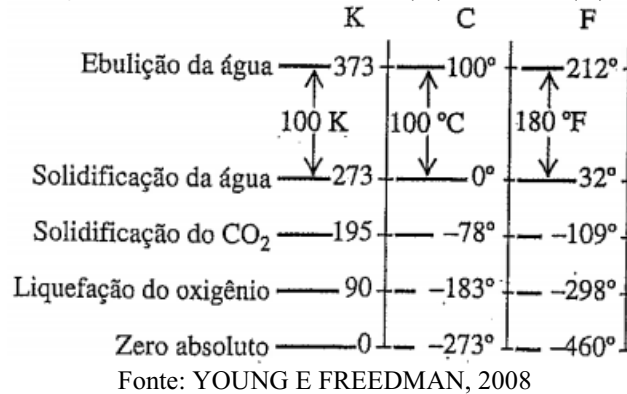
$$T_C = \frac{5(T_F - 32)}{9} \quad (4)$$

$$T_K = T_C + 273,15 \quad (5)$$

$$T_K = \frac{5(T_F - 32)}{9} + 273,15 \quad (6)$$

As relações entre as três escalas são representadas graficamente na figura abaixo, as frações dos graus das temperaturas foram aproximadas para os graus inteiros mais próximos.

Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit.

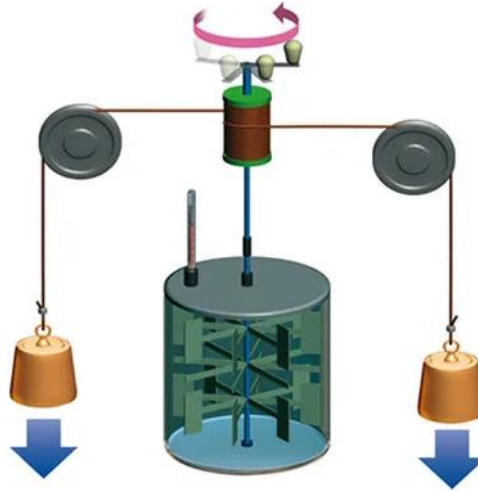


2.3 CALOR

Nos primórdios, o calor era visto como um fluido que os corpos continham e que, devido ao movimento relativo, passava de um corpo para outro. Até 1840, ano em que Joule realizou o experimento sobre o equivalente mecânico de calor, essa ideia de fluido prevalecia na comunidade científica.

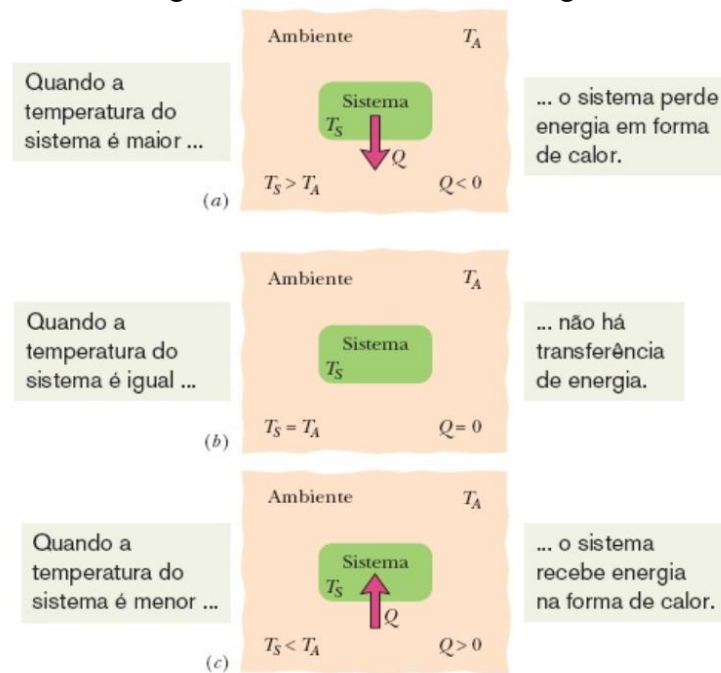
Joule desenvolveu um dispositivo (Figura 7) que consistia de dois pesos presos à pás giratórias que, quando liberados, realizavam trabalho sobre as pás, “enquanto o peso desce, ele perde energia potencial (mecânica), a qual é convertida em calor que aquece a água” (HEWITT, 2015). Com esse experimento ele foi capaz de estabelecer a relação entre trabalho e energia e demonstrar que calor também é uma forma de energia. Então, podemos definir o calor, representado pela letra Q , como a energia trocada por dois ou mais corpos quando existe uma diferença de temperatura entre eles. A Figura 8 mostra uma ilustração da transferência de energia entre um corpo qualquer e seus arredores, onde “na situação da Fig. 8 (a), na qual $T_S > T_A$, a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que Q é negativo. Na Fig. 8 (b), em que $T_S = T_A$, não há transferência de energia, Q é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na Fig. 8 (c), na qual $T_S < T_A$, a transferência é do ambiente para o sistema e Q é positivo” (HALLIDAY; RESNICK; e WALKER, 2008).

Figura 7 – Experimento de Joule



Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/experiencia-joule.htm>. Acesso em: 15 de jul. de 2021

Figura 8 – Transferência de energia



Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

Como pode ser visto, o calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Quando a temperatura dos dois corpos são iguais, dizemos que o sistema está em equilíbrio térmico. No Brasil a unidade mais utilizada para o calor é a *caloria (cal)*, sendo a caloria a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius. O Sistema Internacional adota o *Joule (J)* como unidade para o

calor. No sistema inglês a unidade de calor é o *British thermal unit (Btu)*, semelhante a caloria o Btu é definido como a quantidade calor necessária para elevar a temperatura de 1 libra de água em grau Fahrenheit. A *quilocaloria (kcal)* é uma unidade também bastante utilizada. Abaixo se observa algumas relações entre as unidades mencionadas.

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 4186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 778 \text{ ft} \cdot \text{lb} = 252 \text{ cal} = 1055 \text{ J}$$

2.3.1 Calor específico

A perda ou a absorção de calor por um corpo, em geral, é acompanhada por uma variação de temperatura (isso não será verdade se a substância estiver passando por uma mudança de fase). Dependendo da substância com a qual o corpo é feito, a taxa de variação da temperatura será diferente. Isso significa que para corpos de mesma massa, mas formados por substâncias diferentes, uma mesma quantidade de calor absorvida leva a uma variação de temperatura diferente. Definimos então o calor específico, c , como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau.

Experimentalmente se verifica que a variação de temperatura ΔT sofrida por um corpo de massa m após ele absorver uma quantidade de calor ΔQ é diretamente proporcional ao calor absorvido e inversamente proporcional à sua massa. A constante de proporcionalidade será o calor específico. Expressando essas informações na forma de uma equação (7), temos

$$\Delta Q = mc\Delta T \quad (7)$$

Se a variação de temperatura for infinitesimal dT , teremos uma variação infinitesimal de calor dQ

$$dQ = mcdT \quad (8)$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \quad (9)$$

Para definir corretamente o calor específico, cabe destacar em quais circunstâncias ocorreram as variações na temperatura, os valores do calor específico serão diferentes se a pressão é mantida constante ou, se o volume da substância é mantido constante. Para a pressão constante temos c_p , para volume constante temos c_v . Estes valores não apresentam muita diferença quando tratamos de líquidos e sólidos, medidos à pressão atmosférica, porém para gases c_p e c_v são bastante diferentes (NUSSENSVEIG, 2005)

A tabela 1 apresenta os calores específicos de algumas substâncias.

Tabela 1– Calores específicos de algumas substâncias à temperatura ambiente

Substância	cal/g.K	Substância	cal/g.K	Substância	cal/g.K
Substâncias elementares		Outros sólidos		Líquidos	
Chumbo	0,0305	Latão	0,092	Mercúrio	0,033
Tungstênio	0,0321	Granito	0,19	Etanol	0,58
Prata	0,0564	Vidro	0,20	Água do mar	0,93
Cobre	0,0923	Gelo (a – 10°C)	0,530	Água doce	1,00
Alumínio	0,215	_____	_____	_____	_____

Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2008) .

2.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

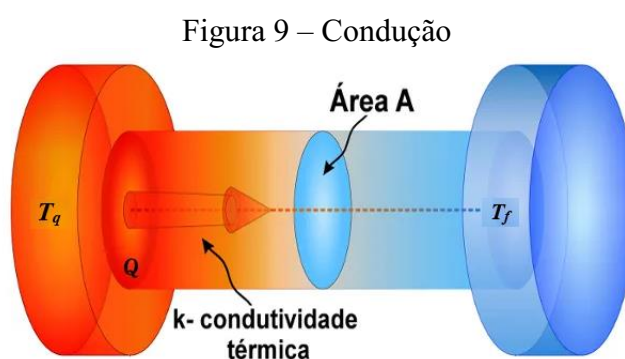
Para estudarmos a transferência de calor entre os corpos, precisamos comentar sobre o que são materiais condutores e isolantes térmicos. Um isolante térmico é qualquer material que dificulta a troca de calor entre dois corpos, enquanto que um condutor térmico é um material que permite a troca de calor entre dois corpos de temperaturas diferentes. Podemos citar como exemplo de bons isolantes térmicos a lã, a madeira, a palha, o papel, a cortiça e o isopor. Exemplos de condutores térmicos temos a prata, o cobre, o alumínio e o ferro.

A troca de calor entre dois corpos fora do equilíbrio pode ocorrer através de três processos diferentes: Condução, convecção e radiação.

2.4.1 Condução

Ao esquentar algo no fogão observa-se claramente como ocorre o processo de condução, pois geralmente utiliza-se uma panela ou recipiente de metal. Como os metais são bons condutores de calor, o que acontece é que o calor vindo da chama do fogão aquece a parte inferior deste objeto e, por um processo chamado de condução, o calor é transferido rapidamente por toda a superfície do objeto. Esse processo se dá pelo movimento vibracional dos átomos aquecidos. Como a energia cinética depende da temperatura, os átomos aquecidos aumentam a velocidade de vibração, os elétrons livres começam a colidir com elétrons de outros átomos vizinhos e transferem energia cinética dessa forma. Com o passar do tempo há uma transferência de energia para todo o material. Vale ressaltar que não há deslocamento atômico, mas sim uma transferência de energia cinética.

Vamos considerar uma placa de um material condutor de área A e espessura L , cada lado desta placa é mantido por fontes de calor diferentes, de um lado uma fonte fria de temperatura T_f de outro uma fonte quente T_q . O calor irá fluir ao longo desta placa, do lado mais quente para o mais frio, conforme Figura 9. A quantidade de calor dQ transferida através da placa em um intervalo tempo de dt é dada pela equação 10.



Fonte: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/conducao-termica.htm>. Acesso em: 21 de jun. 2021

$$\frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_f - T_q}{L} \quad (10)$$

onde k representa a condutividade térmica, sendo variável de acordo com o material condutor.

A tabela 2 apresenta a condutividade térmica de algumas substâncias.

Tabela 2 – Condutividade Térmica

Substância	$k(W/m.K)$	Substância	$k(W/m.K)$
Alumínio	205,0	Fibra de vidro	0,04
Latão	109,0	Isopor	0,01
Cobre	385,0	Madeira	0,12 – 0,04
Aço	50,2	Ar	0,024
Concreto	0,8	Hidrogênio	0.14
Cortiça	0,04	Oxigênio	0,023

Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

2.4.2 Convecção

O processo de convecção ocorre em fluidos e tem início quando se estabelece um gradiente de temperaturas no mesmo. O gradiente de temperaturas estabelece um fluxo de matéria, gerando o que chamamos de corrente de convecção, onde o fluido aquecido tem a tendência de subir e o fluido mais frio tem a tendência de descer. Esse movimento ocorre por diferença de densidades, onde o fluido com maior temperatura é menos denso que o fluido a uma menor temperatura. Exemplos de convecção são fáceis de encontrar no cotidiano, por exemplo, os sistemas de ar condicionado em residências, sistemas de aquecimento de água em residências, entre outros.

Observa-se nas figuras a seguir dois exemplos claros de correntes de convecção. Na Figura 10, é possível visualizar as correntes de convecção no ar, no interior de uma sala, na Figura 11 visualizam-se as correntes de convecção em um líquido sendo aquecido.

Figura 10 – Correntes de convecção no ar



Fonte: HEWITT, 2015

Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido



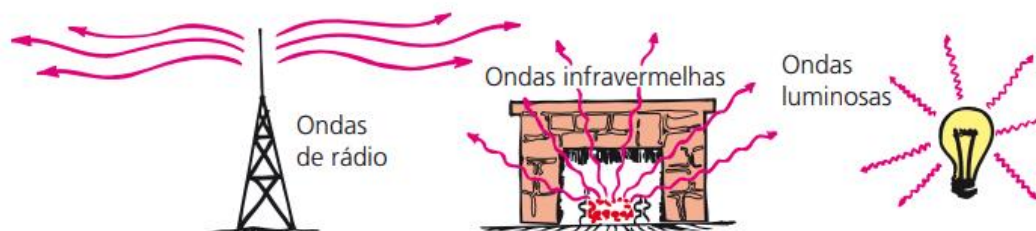
Fonte: HEWITT, 2015

As correntes de convecção podem ocorrer em todos os líquidos e gases, onde o fluido menos denso e aquecido afasta-se das proximidades da fonte de calor dando espaço para fluido mais denso. As correntes de convecção são responsáveis pelos ventos, influenciando assim no clima, contribuindo para que pássaros e pilotos de asa delta se mantenham mais tempo no ar utilizando-se das correntes de ar quente.

2.4.3 Radiação

Todos já sentimos o calor da radiação solar, a radiação é uma forma de transferência de calor através das ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas incluem as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama. As ondas eletromagnéticas que transferem calor são chamadas de radiação térmica. Ao se aproximar de uma churrasqueira, ou uma lareira, você sentirá a radiação térmica vinda do fogo e será aquecido. A radiação não precisa necessariamente de meio um para se propagar. A radiação solar é um exemplo disso, pois chega até a Terra através do vácuo.

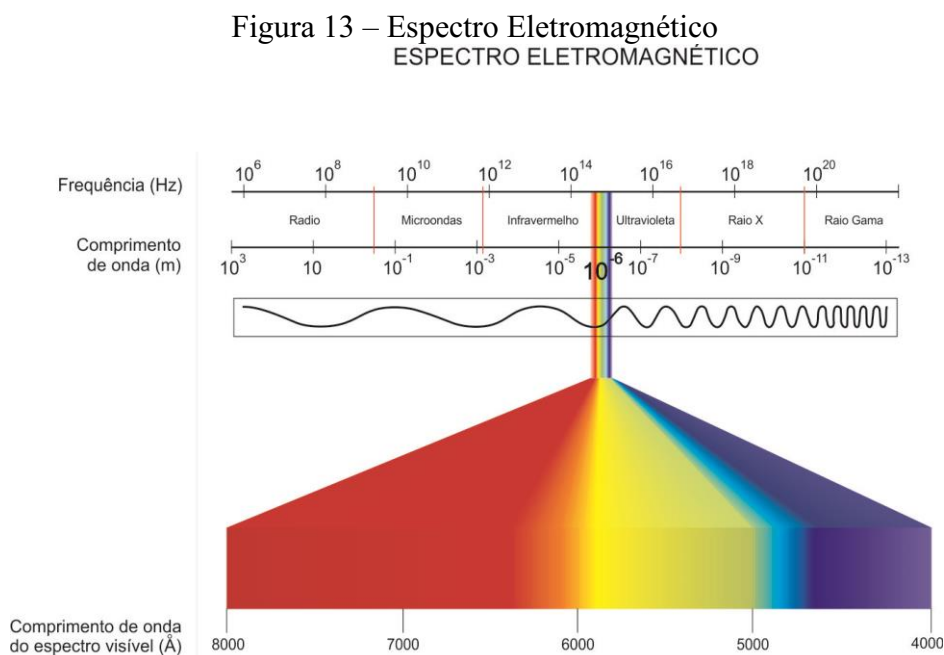
Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas)



Fonte: HEWITT, 2015

Todos os corpos que estiverem em temperatura acima do zero absoluto emitem energia na forma de radiação, esta energia é transportada por ondas que apresentam comprimento mais longo ou mais curto. Os comprimentos de onda apresentam valores

menores com o aumento da temperatura. O vermelho é o comprimento de onda visível mais longo e o violeta o mais curto, conforme é possível observar no espectro eletromagnético na Figura 13. Em uma temperatura de 700°C um corpo emite comprimentos de ondas mais longos e adquirindo luminosidade e aparece vermelho. Em temperaturas acima de 4000C°, o corpo irá parecer branco de tão quente (HEWITT, 2015).

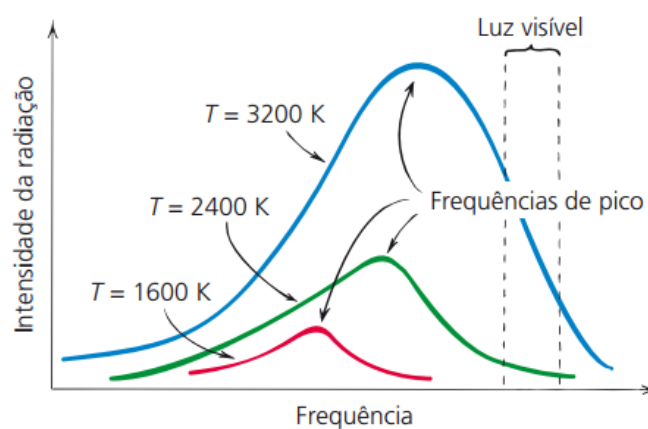


Fonte: Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

Os objetos ao nosso redor em geral emitem energia radiante de baixa frequência. O comprimento de onda λ relaciona-se com a frequência de radiação f como mostra a eq.(11), na qual v é a velocidade da luz no meio. A frequência da radiação emitida por um objeto é diretamente proporcional à temperatura do emissor, conforme apresenta o espectro de radiação na Figura 14.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (11)$$

Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência



Fonte: HEWITT, 2015

A energia radiante emitida por um corpo é dada pela Lei de Stefan- Boltzmann, conforme eq. (12). Uma superfície vai emitir radiação a uma taxa proporcional a sua área A , e essa taxa irá aumentar com o aumento da temperatura. A taxa de transferência H dependente de e chamada de emissividade, uma grandeza que depende da composição da superfície. Para um corpo chamado de radiador ideal ou corpo negro, a taxa na qual a energia é liberada pode ser calculada pela mesma equação, sendo 1 (um) a emissividade do corpo ideal.

$$H = Ae\sigma T^4 \quad (12)$$

σ é a constante de Stefan Boltzmann, que equivale $\sigma = 5,670400(40) \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

2.4.3.1 Absorção e reflexão

Pensando no exemplo da churrasqueira (página 33) é interessante observar que ela emite radiação térmica e você que está próximo absorve essa radiação. Como já visto, todos os corpos acima da temperatura do zero absoluto emitem radiação, assim você também irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo radiação.

Um corpo de temperatura T , imerso em um ambiente de temperatura T_s , estarão em equilíbrio térmico com o ambiente quando $T = T_s$, assim a taxa de emissão de radiação é igual a taxa de absorção entre o corpo e o ambiente. Quando estas temperaturas forem diferentes a taxa de radiação resultante será dada pela equação 13

$$H_{total} = Ae\sigma T^4 - Ae\sigma T_s^4 = Ae\sigma(T^4 - T_s^4) \quad (13)$$

Alguns corpos que absorvem bem o calor são também, bons emissores de calor. A emissividade e desses corpos está relacionada com a natureza do material e pode variar de 0 a 1, a tabela 3 apresenta a emissividade de alguns materiais.

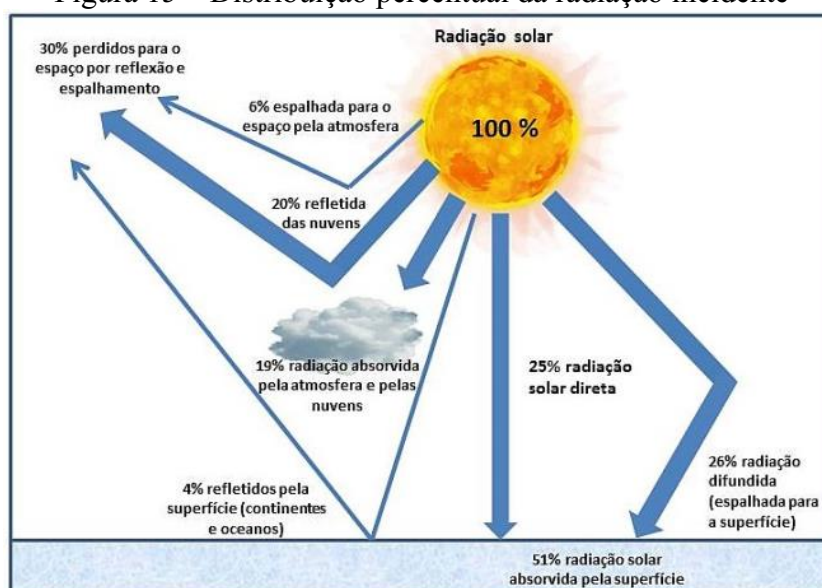
Tabela 1 – Emissividade para alguns materiais a uma temperatura de 300 K

Descrição/composição	Emissividade e
Aço inoxidável/típico polido	0,17
Alumínio – altamente polido, película	0,04
Água	0,96
Areia	0,90
Concreto	0,88 – 0,93
Janela de vidro	0,90 – 0,95
Papel branco	0,90 – 0,97
Pavimentação de asfalto	0,85 – 0,93
Rochas	0,88 – 0,95
Solo	0,93 – 0,96
Tecido	0,75 – 0,90
Tintas – pretas	0,98
Tintas – brancas acrílica	0,90
Tintas – branca óxido de zinco	0,92
Vegetação	0,92 – 0,96

Fonte: INCROPERA et al, 2008

Conforme já observado alguns materiais tem propriedades de serem bons absorvedores ou bons refletores, assim parte da radiação proveniente do Sol que consegue atravessar a atmosfera é absorvida, refletida ou espalhada pela superfície da Terra, a Figura 15 apresenta o balanço da radiação solar que incidente sobre a Terra.

Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente



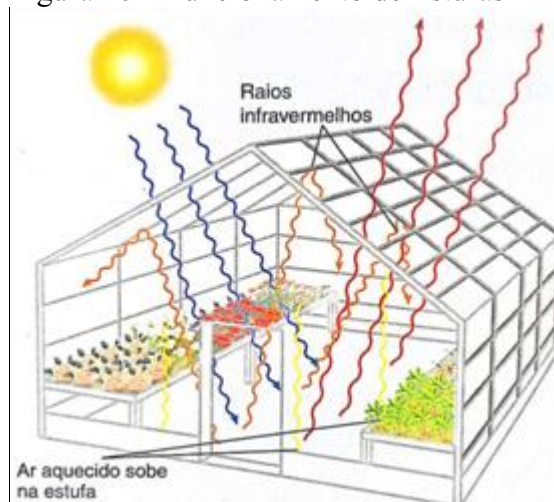
Fonte: SOUZA, 2020

A percepção de cor está relacionada à reflexão ou absorção da parte visível de irradiação que incide sobre a superfície, sendo esta irradiação proveniente do Sol ou de uma fonte luminosa. Assim uma camiseta azul, irá aparecer azul, pois contém um pigmento que absorver todas as outras cores provenientes da luz incidente. Da mesma forma um objeto aparece preto quando absorve toda a radiação incidente e branco quando reflete essa radiação. Objetos escuros tendem a aquecer com mais facilidade quando recebem radiação solar ou fonte de luz artificial.

2.5 EFEITO ESTUFA

Ao entrar no carro após deixá-lo algumas horas no sol com os vidros fechados, você certamente irá sentir um pouco de dificuldade de ficar em seu interior, pois, geralmente, ele estará com uma temperatura muito maior que o exterior. De funcionamento similar ao que acontece dentro do carro, temos as estufas para cultivo de flores, hortaliças ou outras culturas. Estes dois são exemplos de efeito estufa, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Funcionamento de Estufas



Fonte: MARTINI et al., 2016

Ao atravessarem o vidro do carro, as ondas da radiação solar aquecem o interior do automóvel. Esse produz radiação térmica de ondas longas que tentam atravessar o vidro, como o vidro não é transparente a este tipo de radiação, ocorre a reflexão fazendo com que elas retornem para o interior do veículo, alimentando o processo de aquecimento interno. O mesmo processo acontece nas estufas que onde suas paredes e teto são feitos de vidro ou plástico transparente.

Na Terra o efeito estufa acontece da mesma forma: a radiação solar atravessa a atmosfera e aquece a superfície terrestre. Parte desta energia é irradiada novamente, porém a atmosfera que funciona como os vidros do carro, não deixa parte desta radiação atravessar fazendo-a retornar a Terra. A atmosfera é composta por gases como vapor d'água, dióxido de carbono e gases do efeito estufa. Esta barreira feita pela atmosfera e seus gases é importante para o aquecimento da Terra, cientistas estimam que caso não fosse este processo a temperatura terrestre chegaria a -18°C .

Um dos gases que contribui para o efeito estufa na Terra é o dióxido de carbono (CO_2). Nos últimos anos tem observado um aumento nos níveis de CO_2 e outros gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, devido ao consumo de combustíveis fósseis, queimadas, desmatamentos e outras atividades que emitem tais gases, causando um desequilíbrio neste balanço entre as radiações emitidas e absorvidas, deixando a Terra mais quente.

Com o fenômeno do aquecimento global, o clima sofre alterações ocasionando o derretimento das calotas polares afetando ilhas e cidades litorâneas, e aumentando a ocorrência “de eventos extremos climáticos (tempestades tropicais, inundações, ondas de

calor, seca, nevascas, furacões, tornados e tsunamis) com graves consequências para populações humanas e ecossistemas naturais, podendo ocasionar a extinção de espécies de animais e de plantas.” (WWF-Brasil, 2021).

2.6 ENERGIA SOLAR

Como já apresentado aqui, a energia vinda do Sol é de extrema importância para o aquecimento da Terra, porém, além disso,

Essa energia alimenta todos os processos térmicos, dinâmicos e químicos, sejam eles naturais ou artificialmente desenvolvidos, com aplicação do conhecimento científico e tecnológico produzido pela sociedade. Dentre os processos naturais, a fotossíntese (produção de biomassa), o ciclo hidrológico (evaporação/precipitação), a dinâmica da atmosfera e oceanos (ventos e correntes oceânicas) são exemplos com os quais estamos interagindo de forma rotineira. (PEREIRA et al, 2017)

Sendo importante em tantos processos, torna-se necessário o aproveitamento do sol com fonte energia, porém o crescente consumo de energia acaba “sendo atendido em grande parte por uma ampliação das fontes térmicas não renováveis (como óleo, carvão e gás natural) em um processo de carbonização na matriz elétrica brasileira”. (PEREIRA et al, 2017).

Apesar das hidrelétricas terem sua participação importante na matriz energética brasileira os períodos de seca e estiagem, acabam fazendo com que indústrias de geração de energia de combustíveis fósseis sejam ativadas ou aumentem suas capacidades.

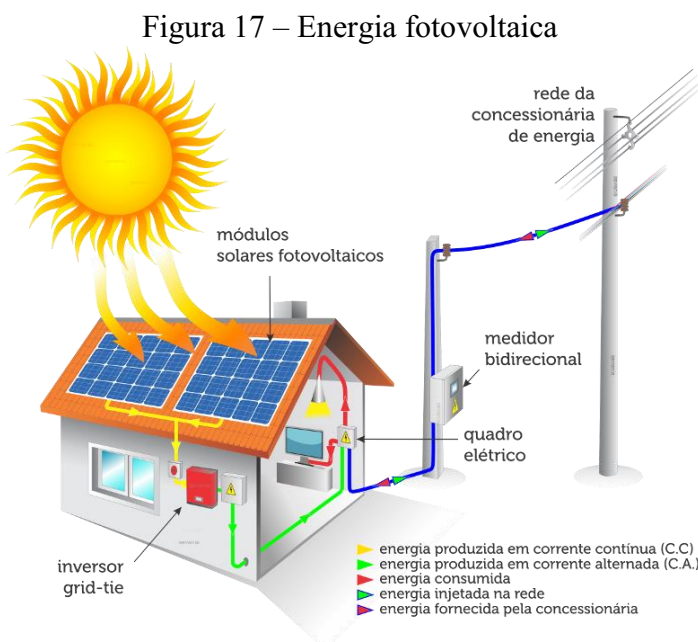
Desta forma utilização da energia solar através de energia térmica ou energia elétrica (painéis fotovoltaicos), torna-se uma alternativa viável e interessante, pois a energia solar é um recurso abundante. Em várias partes do Brasil a incidência solar é bastante intensa em todas as épocas do ano.

A energia solar térmica para aquecimento de água é “atualmente, a aplicação mais difundida no Brasil, principalmente em substituição a sistemas de aquecimento elétrico (chuveiros) ou a gás.” (PEREIRA et al, 2017).

Apesar do aquecimento de água se um dos processos mais conhecidos para o aproveitamento da energia solar térmica

O número de aplicações da energia solar é muito abrangente se forem considerados todos os níveis de temperatura e demandas de energia. Essas aplicações vão desde processos agropecuários, passando pela cocção de alimentos, a dessalinização de água, uma ampla gama de processos industriais e até mesmo a refrigeração e climatização. (PEREIRA et al, 2017).

Quando se trata de energia elétrica, as placas fotovoltaicas são capazes de transformar a energia solar em energia elétrica. A Figura 17 apresenta um modelo desta tecnologia em uso residencial. Segundo PEREIRA et al (2017) “o aproveitamento do recurso solar no Brasil se apresenta como uma excelente opção para complementação de fontes convencionais de energia já consolidadas como as hidroelétricas”.



Fonte: Disponível em: <https://futuresolar.com.br/como-funciona-o-sistema-de-energia-solar-fotovoltaico/>. Acesso: 05 de jul.2021.

2.6.1 Aquecedor solar

A utilização do Sol faz parte da evolução humana, sendo utilizado primeiramente para conforto térmico e produção de alimentos, evoluindo para a energia térmica solar e com os avanços tecnológicos é possível utilizá-lo em distintas áreas (PEREIRA, et al, 2017).

Os aquecedores solares para uso doméstico são bastante difundidos no Brasil, certamente porque o sistema de conversão de energia solar em energia térmica é bastante simples, esta tecnologia é

[...] amplamente disponível no mercado brasileiro, com diversos fornecedores e fabricantes, além da viabilidade econômica facilmente atingida em bons projetos. Incentivos governamentais são indutores do uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar residencial. Entre eles podem ser destacados: isenção de impostos, obrigatoriedade de uso em determinadas situações, oferta gratuita de equipamentos através de programas de eficiência energética da ANEEL e programas de moradias de interesse social como o Minha Casa Minha Vida. (PEREIRA, et al, 2017).

É possível encontrar em pesquisas na internet, vários modelos de aquecedores solares caseiros, incluindo projetos que utilizam produtos recicláveis. A confecção de aquecedores solares com garrafas PET e caixas Tetra Pak é muito comum, estes projetos propiciam “mais conforto, dignidade, qualidade de vida e economia de energia elétrica às pessoas com menor poder aquisitivo.” (CELESC, 2009).

Atualmente existem diferentes tecnologias que possibilitam a construção de vários modelos de aquecedores solares, buscando maior rendimento e eficiência destes aparelhos. Estes sistemas são compostos basicamente por coletores solares (placas) e reservatório térmico (boiler). A Figura 18 apresenta alguns modelos aquecedores.

Figura 18 – Aquecedores solares



(a) Aquecedor solar a vácuo



(b) Aquecedor feito de garrafa PET e caixa Tetra Pak

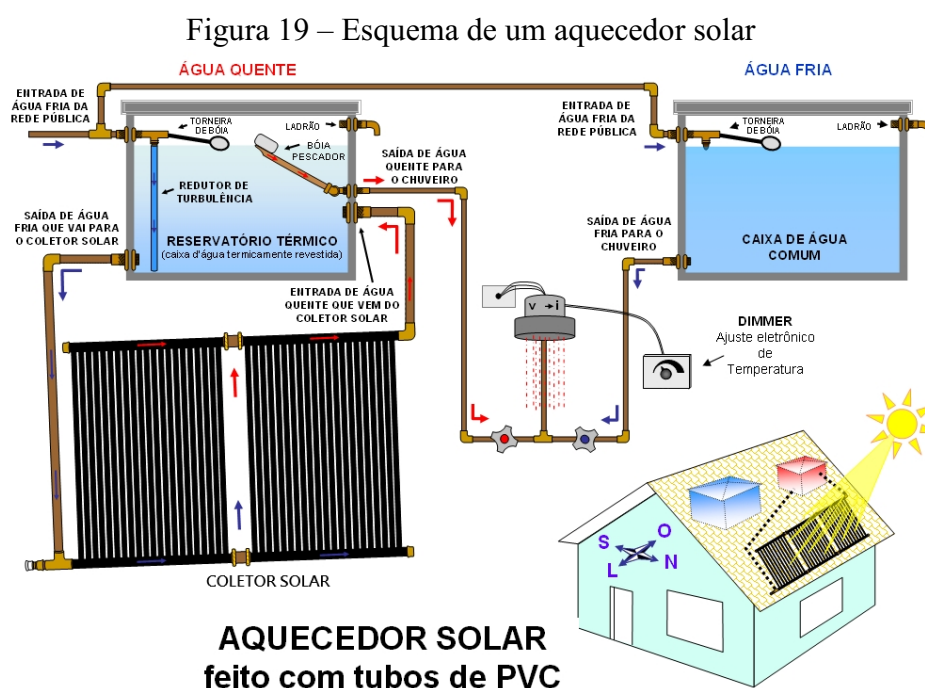


(c) Aquecedor tradicional

Fonte: (a) Disponível em: <https://www.ubersol.com.br/>; (b) DAMASIO e STEFFANI, 2007; (c) <https://www.soletrol.com.br/produtos/compactos/>. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

O funcionamento de um aquecedor é simples. A radiação solar incide no coletor solar, geralmente confeccionado de um material preto ou pintado de preto, a energia solar é absorvida e transferida para a água que está nos canos, aquecendo a água. A água mais quente do coletor fica menos densa do que a água fria que está no reservatório térmico, então por convecção, ela subirá para o reservatório, conseqüentemente a água mais fria desce para o

reservatório, formando assim um ciclo. Dentro do reservatório também por convecção a água quente (menos densa) se separa da água fria (mais fria), através da boia pescador a água mais quente é captada para uso. A Figura 19 ilustra o esquema do funcionamento um pouco mais detalhado.



Fonte: Disponível em: <https://www.sempresustentavel.com.br/solar/aquecedor/aquecedor-solar.jpg>. Acesso em: 02 de jun de 2021.

PEREIRA et al. (2017) destaca que o aquecimento solar

configura-se como uma das melhores alternativas para aquecimento doméstico de água, tanto do ponto de vista econômico, como na melhoria da eficiência do uso de energia. O maior problema no uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar no Brasil está associado a dois fatores principais: a falta de conscientização da população e o investimento inicial relativamente elevado quando comparado ao equipamento mais usado, o chuveiro elétrico. (PEREIRA, et al, 2017).

Repensar as atitudes e mudar hábitos em relação ao uso consciente e sustentável da energia contribui para minimizar danos ao meio ambiente, construir uma sociedade mais igual, e possibilita ter um futuro mais estável com maior segurança energética e menos surpresas negativas como apagões, enchentes, furacões e impactos na economia.

3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICA

Nesta seção são apresentadas três sequências didáticas, com objetivo de orientar e sugerir aos professores propostas de aulas, com vídeos, experimentos, questionamentos e abordagens sobre possíveis temas que podem ser trabalhados a partir da implementação de um aquecedor solar caseiro.

3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA - TEMPERATURA E CALOR

Sequência Didática Temperatura e Calor

Disciplina: Ciências e Física

Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio

Duração: 2 h/aula

CONTEÚDOS:

- Temperatura;
- Termômetro e suas aplicações;
- Escalas termométricas,
- Calor;

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- (EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas;
- (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas;
- Conhecer algumas escalas termométricas, reconhecer qual escala é utilizada no Brasil;

DESCRIÇÃO DA AULA:

1º Momento - Problematização:

Para dar início a aula, sugerir a leitura da notícia abaixo, em seguida realizar uma discussão a respeito da reportagem. É importante provocar um ambiente onde todos possam se posicionar e contribuir com suas opiniões.

Figura 20 – Eficácia da medida da temperatura no controle do coronavírus



ASSUNTOS EM DESTAQUE: Coronavírus Vídeos Edições da revista ENTRAR

MENU veja SAÚDE ASSINE BUSCAR

ALIMENTAÇÃO MEDICINA FITNESS MENTE FAMÍLIA VIDA ANIMAL COLUNISTAS LEITURA SAUDÁVEL

Medicina

Medir a temperatura para detectar o coronavírus é eficaz?

Com a flexibilização da quarentena, o uso de termômetros com sensor infravermelho para flagrar pacientes com Covid-19 se tornou comum em diversos locais

Por **Chloé Pinheiro** Atualizado em 3 set. 2020, 18h19 - Publicado em 31 ago 2020, 15h40

INFRARED THERMOMETER
21.0
100.0

SET STO CAL MODE

Acesse a notícia!

Fonte: <https://saude.abril.com.br/medicina/medir-a-temperatura-para-detectar-o-coronavirus-e-eficaz/>. Acesso: 09 de jun 2021.

2º Momento – Realizar uma sondagem inicial, fazendo as perguntas abaixo:

QUESTIONÁRIO 1	
1) O que você entende por temperatura?	
2) O que é calor?	
3) Como funciona o termômetro e para que serve?	

3º Momento – Realizada a sondagem com as questões do questionário 1, iniciar uma discussão dos conteúdos: temperatura, termômetro e suas aplicações, escalas termométricas e calor.

Sugere-se ao professor a consulta no material de apoio “A física do aquecedor solar”, no item 2.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;

AValiação

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Sequência Didática Transferência de Calor

Disciplina: Ciências e física (Ensino fundamental e médio)

Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio

Duração: 4 h/aula

CONTEÚDOS:

- Transferência do calor: condução, convecção e radiação;
- Efeito Estufa;
- Absorção de calor através de diferentes cores;
- Energia solar.

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- (EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento;
- (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
- (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas;
- Relacionar as formas de transmissão de calor a alguns fenômenos de aquecimento e resfriamento de observação cotidiana.
- (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

DESCRIÇÃO DA AULA:

1º Momento - PROBLEMATIZAÇÃO:

Para iniciar a aula realiza-se o Experimento 1.

EXPERIMENTO - 1

Material

- 1 – vasilha transparente;
- 1 – copo com água bem gelada,
- 1 – corante azul;
- 1 – copo com água bem quente;
- 1 - corante amarelo;

- 1 – termômetro;
- 2 – copos descartáveis com furo embaixo;
- 2 – prendedores de roupa.

Descrevendo o experimento:

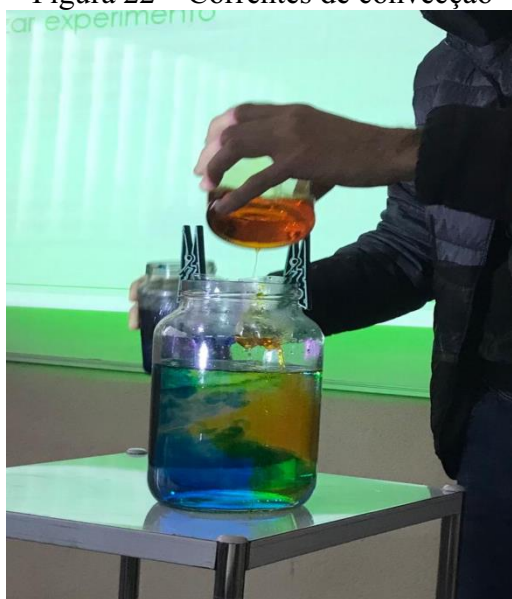
- Na vasilha transparente coloque água em temperatura ambiente.
- Fixe os copos descartáveis nos cantos da vasilha transparente com o prendedor.
- Em um copo coloque água bem gelada de preferência use umas pedras de gelo e misture corante azul, em outro recipiente coloque água quente e misture o corante vermelho.
- Meça a temperatura das águas.
- Devagar, despeje as águas com corante uma em cada copo descartável.

Figura 21 – Preparação para o experimento 1



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 22 – Correntes de convecção



Fonte: Elaborada pelo autor

2º Momento –

Após realizado o Experimento – 1, faça os seguintes questionamentos aos alunos.

QUESTIONÁRIO 2	
1) Que você observou?	
2) Por que o líquido azul foi para a parte de baixo do recipiente e amarelo ficou na parte de cima?	

3º Momento –

Neste momento é importante iniciar a discussão sobre os tipos de transferência de calor, citar cada um deles e destacar suas características principais. Para tal discussão o professor pode utilizar o Material de Apoio ao Professor. Quando o professor falar sobre convecção discutir o Experimento – 1.

4º Momento –

EXPERIMENTO - 2

Material

- 1 – garrafa pet transparente;
- 1 – garrafa Pet pintada de branca fosco;
- 1 – garrafa Pet pintada preta fosco;
- 1 – termômetro;

Figura 23 – Radiação Solar



Fonte: Elaborada pelo autor

Descrevendo o experimento:

- Encha as três garrafas com água;
- Coloque-as em um ambiente aberto, com a incidência de luz solar;
- Durante o dia meça as temperaturas de cada uma delas conforme tabela a seguir:

Tabela – Temperatura das garrafas

HORÁRIO	GARRAFAS		
	Transparente	Branca	Preta
10h00min			
13h30min			
15h15min			

Fonte: Elaborada pelo autor

5º Momento –

Antes de apresentar os dados coletados são realizadas as seguintes perguntas aos adolescentes:

QUESTIONÁRIO 3	
1) Qual das garrafas apresentará temperatura mais elevada?	
2) Por que você escolheu esta garrafa?	
3) Qual a importância do sol no nosso dia a dia? Explique.	

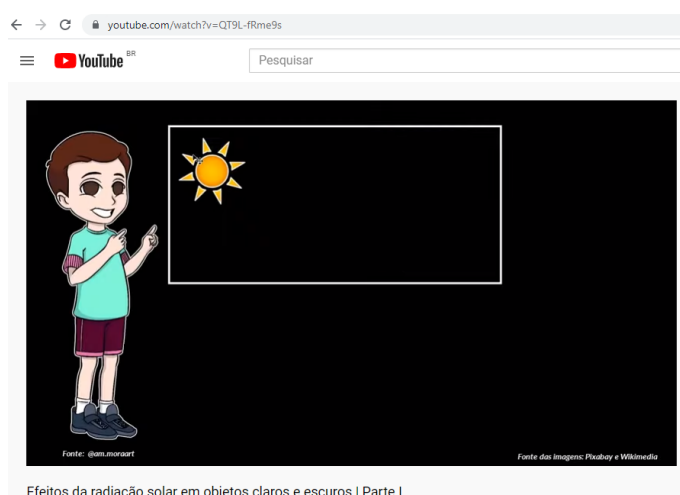
6º Momento –

Em seguida apresentam-se os dados coletados e discutem-se as questões levantadas acima, dando ênfase para:

- O processo de radiação;
- A relação de absorção de calor através das cores;
- Utilização do sol como fonte de energia, neste momento cabe citar o aquecedor solar como um exemplo da utilização da radiação solar
- Discutir sobre o Efeito estufa.

Para as discussões do temas mencionados serão utilizados o Material de Apoio ao Professor disponível no item 2 deste material, e os vídeos abaixo.

Figura 24 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=QT9L-fRme9s>. Acesso: 06 de jun 2021.

Figura 25 – Vídeo sobre Efeito Estufa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=EZgSUdfMJ6c>. Acesso: 09 de jun 2021.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;
- Materiais para experimento;

AVALIAÇÃO

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AQUECEDOR SOLAR

Sequência Didática Aquecedor Solar

Disciplina: Ciências e Física

Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio

Duração: 2h/aula

CONTEÚDOS:

- Temperatura;
- Termômetro e suas aplicações;
- Escalas termométricas,
- Calor;
- Transferência do calor: condução, convecção e radiação;
- Efeito Estufa;
- Absorção de calor através de diferentes cores;
- Energia solar.

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- Compreender se os conteúdos abordados nas aulas anteriores foram assimilados;
- Relacionar os conceitos e conteúdos discutidos com projeto do aquecedor solar caseiro.

DESCRIÇÃO DA AULA:**1º Momento - PROBLEMATIZAÇÃO:**

Para iniciar sua aula, sugere-se ao professor que apresente aos estudantes o projeto do Aquecedor Solar Caseiro, montado no pátio da Unidade Escolar ou apresente um vídeo de um projeto de aquecedor solar. No item 4, deste Produto Educacional, encontra-se todos os passos para a montagem de um aquecedor solar caseiro, e no 3º momento desta aula é possível encontrar um vídeo que apresenta o funcionamento de um aquecedor solar.

zApós a apresentação do funcionamento do aquecedor solar caseiro, sugere-se que o professor aplique com seus alunos o questionário 4.

QUESTIONÁRIO 4	
1) Você observou que a água que saiu no chuveiro estava quente, consegue identificar qual destes foi o processo de transferência de calor que aqueceu a água?	<input type="checkbox"/> a) Convecção <input type="checkbox"/> b) Radiação <input type="checkbox"/> c) Condução
2) Por que a mangueira utilizada no coletor solar é preta?	
3) Qual tipo de transferência de calor faz com que a água quente do coletor suba para o reservatório de água sem a necessidade de uma bomba?	<input type="checkbox"/> Convecção <input type="checkbox"/> Radiação <input type="checkbox"/> Condução
4) Por que as mangueiras do coletor solar foram cobertas com o plástico transparente?	<input type="checkbox"/> Para acontecer um processo semelhante ao efeito estufa. <input type="checkbox"/> Para acontecer a condução do calor.
5) Você utilizaria um coletor solar em sua casa? Justifique.	

3º Momento –

Após aplicado o Questionário – 4, iniciar uma discussão das questões abordadas, relacionando com os temas já estudados. Este é um momento importante para o professor dar significado aos conteúdos discutidos em aulas anteriores, já que com o aquecedor solar é possível discutir vários temas de física.

Assim, propõe-se que o professor enfatize os temas abaixo:

- Importância da luz solar;
- O processos de transferência de calor;
- O efeito estufa;
- Mostrar outros tipos de aquecedores;
- Destacar que estes aparelhos podem gerar economia na conta de energia de uma residência;

Para as abordagens acima, o professor pode utilizar o vídeo e o também retomar todo material já utilizado nas aulas anteriores deste produto educacional.

Figura 26 – Funcionamento do aquecedor solar



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=fltv6ztl5KE>. Acesso em: 07 de jun. 2021.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;
- Aquecedor solar caseiro;

AVALIAÇÃO

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

4 MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR CASEIRO

Apresenta-se a montagem do aquecedor com fotos da montagem e instruções.

4.1 MONTAGEM DO COLETOR SOLAR

Figura 27 – Coletor Solar



Fonte: Elaborada pelo autor

Materiais:

Descrição	Quantidade
Caixa de madeira com medidas 1,14m x 1,10m x 0,12m	01
Tintas spray preto fosco	03
Mangueira plástica preta ¾	40 m
Pregos para fixação da mangueira	1 kg
Plástico medindo 1,14m x 1,10m	01

Descrição da montagem

1º passo - Confeccionar uma caixa de madeira de comprimento 1,14m, largura 1,10m e altura de 0,12m.

2º passo – pintar a caixa de tinta preta fosco.

Figura 28 – Caixa para coletor



Fonte: Elaborada pelo autor

3º passo – fazer um furo para passagem da mangueira na lateral parte superior (1) e parte inferior (2) para a passagem da mangueira

4º passo – enrolar a mangueira em forma de espiral, para fixar use pregos.

Figura 29 – Fixação das mangueiras



Fonte: Elaborada pelo autor

4.2 MONTAGEM DO RESERVATÓRIO

Figura 30 – Reservatório



Fonte: Elaborada pelo autor

Materiais

Descrição	Quantidade
Bombona de 200 litros, com abertura na parte superior e tampa	01
Tubo de 75mm branco, medindo (reductor de turbulência)	70 cm
Flanges em PVC p/caixa d'água 25 mm, c/rosca interna	04
Torneira boia de 25 mm, c/tomada para mangueira	01
Torneira 1/2" Preta	01
Espigão de plástico com rosca externa 3/4	02
Cano PVC 3/4 mm	1 m
Curva longa 90° roscável 3/4 PVC (pescador)	01
Luva soldável com rosca 25 mm	03
Braçadeira nylon ou arame (fixar boia e reductor de turbulência)	02
Fita veda rosca (rolo)	01
Cola de cano	01

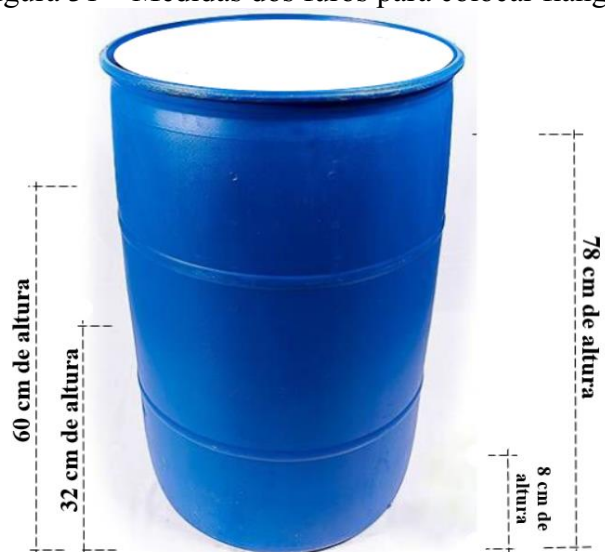
Descrição da montagem

- 1º passo – Furar a bombona em quatro pontos como especificado na figura 31.
- 2º passo – Colocar os 4 flanges.
- 3º passo – Colocar a boia com reductor de turbulência.
- 4º passo – Colocar o pescador (para coletar água quente da parte de cima do reservatório).
- 5º passo – Instalar a torneira.

6º passo – Utilize um pedaço de cano PVC, uma luva e um espigão e ligue com a mangueira para saída de água para o coletor, repita mesmo processo para retorno de água do coletor para reservatório.

7º passo – Para entrada de água da rede use um pedaço de cano PVC com uma luva e um espigão e ligue com a mangueira de água da rede.

Figura 31 – Medidas dos furos para colocar flanges



Fonte: Elaborada pelo autor

4.3 ESQUEMA COMPLETO

Esquema por fora

- 1 – Entrada de água da rede.
- 2 – Saída de água para coletor.
- 3 – Retorno de água do coletor solar.
- 4 – Saída da água quente para consumo.

Figura 32 – Aquecedor por fora



Fonte: Elaborada pelo autor

Esquema por dentro

- 1 – Entrada de água da rede (boia).
- 2 – Redutor de turbulência.
- 3 – Saída de água para coletor.
- 4 – Entrada de água quente do coletor.
- 5 – Pescador.
- 6 – Saída de água quente para consumo.

Figura 33 – Aquecedor por dentro



Fonte: Elaborada pelo autor

5 CONCLUSÃO

O presente produto apresenta-se como uma proposta de trabalho para professores de Ciências e Física, com o objetivo de inserir assuntos relacionados à termodinâmica de uma forma mais atraente e dinâmica, assim são sugeridas três sequências didáticas, a montagem de um aquecedor solar e assuntos de física relacionados ao tema.

Com abordagem utilizada espera-se que os estudantes construam uma aprendizagem significativa crítica, e que tais discussões possam contribuir para a formação pessoal e social deste aluno e que o material possa auxiliar no trabalho pedagógico do professor.

Cabe destacar que implementação de um aquecedor solar em uma unidade escolar ou instituição social pode contribuir significativamente para construção de conhecimento em diversas áreas possibilitando um trabalho interdisciplinar. Além disso contribui para a discussão de temas relevantes a toda a sociedade como efeito estufa, consumo consciente de energia, aquecimento global entre outros.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CELESC. **Aquecedor solar composto de produtos descartáveis**: manual de construção e instalação. Florianópolis: Celesc, 2009. 41 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Trad. Trieste Freire Ricci. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INCROPERA, F. et al. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6ª Ed., , Rio de Janeiro: LTC RJ, 2008.

MARTINI, G. et al. **Conexões com a Física**: 2º ano Ensino médio. São Paulo: Moderna, 2016.

NUSSENSVEIG, H. M. **Curso de física básica 2**: fluidos, oscilações e ondas, calor. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 08 jul. 2021.

SOUZA, F. S. **Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC: Araranguá, 2020.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Trad. Paulo Machado Mors. 6. ed. São Paulo: LTC, 2009.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **FÍSICA II**: Termodinâmica e Ondas. Trad. Cláudia Santana Martins. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

WWF – BRASIL. **As mudanças climáticas**. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 15 de jul de 2021.