

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

FABIANA MARAFON

**ESTUDO DO CALOR E DA ÓPTICA GEOMÉTRICA: DESENVOLVIMENTO
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM
FOGÃO SOLAR**

**MEDIANEIRA
2020**

ESTUDO DO CALOR E DA ÓPTICA GEOMÉTRICA: DESENVOLVIMENTO
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM
FOGÃO SOLAR

Study of heat and geometric optics: developing a teaching sequence involving
the construction of a solar cooker

Fabiana Marafon

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Elizandra Sehn

MEDIANEIRA
2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira



FABIANA MARAFON

ESTUDO DO CALOR E DA ÓPTICA GEOMÉTRICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR.

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 17 de Dezembro de 2020

Prof.a Elizandra Sehn, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Cesar Henrique Lenzi, Doutorado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (Ita)

Prof.a Shiderlene Vieira De Almeida, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/12/2020.

Dedico este trabalho à minha família, em especial Evandro Carlos Zannin e Isadora Marafon Folle.

AGRADECIMENTOS

À Deus e à minha família, que sempre estiveram comigo, em todos os momentos da minha vida, acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer este desafio.

Agradeço à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Elizandra Sehn, pelos ensinamentos e orientações. Pela paciência e compreensão e como conduziu todo o trabalho de orientação.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Polo UTFPR, Campus Medianeira, pelos ensinamentos e cooperação.

À minha filha amada, Isadora pela compreensão no período de ausência.

Ao meu esposo, pela paciência e compreensão na minha ausência, mas principalmente pelo apoio e incentivo a nunca desistir.

Aos colegas de turma, pelas trocas de experiências, em especial aos meus amigos de viagens pelo suporte e paciência.

A todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

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

Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, com que se sintam humildes.

(VINCI, Leonardo, 1452 – 1519).

RESUMO

MARAFON, Fabiana. **Estudo do calor e da óptica geométrica: desenvolvimento de uma sequência didática envolvendo a construção de um fogão solar.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

Este trabalho tem como objetivo o estudo do calor e da óptica geométrica a partir do manuseio de um fogão solar cônico. Para isto, foi desenvolvido um produto educacional composto por uma sequência didática focando na criação de experimentos manuseados pelos alunos, de modo a melhorar a visualização dos fenômenos físicos em sua prática escolar e cotidiana. A problematização surgiu das dificuldades de manter o interesse dos alunos e a coesão para o ensino da Física, para isso surge a justificativa da utilização da aprendizagem significativa aproximando os alunos da teoria e da prática de conteúdos relacionados às trocas de calor e à ótica geométrica. A metodologia utilizada baseou-se na aplicação de pré-teste e pós-teste, com questões descritivas e objetivas, qualitativas e quantitativas, que contribuíram para fazer um diagnóstico do conhecimento inicial e posterior dos alunos. A sequência didática é composta por seis atividades envolvendo teoria e a prática de desenvolvimento de experimentos. Pode-se observar, durante a aplicação do produto educacional, que os alunos se mostraram motivados pelo uso dos experimentos. Comparando os resultados dos pré e pós testes, pode-se observar um aumento no número de acerto das questões após a aplicação das atividades.

Palavras-chave: Calor e temperatura. Ótica geométrica. Sequência didática. Fogão solar. Ensino de Física.

ABSTRACT

MARAFON, Fabiana. **Study of heat and geometric optics: developing a teaching sequence involving the construction of a solar cooker.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

This work aims to study the heat and geometric optics from the handling of a conical solar cooker. For this, a composed educational product was developed by a didactic sequence focusing on the creation of experiments handled by students, in order to improve the visualization of physical phenomena in their school and daily practice. The problematization arose from the difficulties of maintaining students' interest and cohesion for the teaching of Physics, for this reason, the justification for the use of meaningful learning arises, bringing students closer to the theory and practice of content related to heat exchanges and geometric optics. The methodology used was based on the application of pre-test and post-test, with descriptive and objective questions, qualitative and quantitative, which contributed to make a diagnosis of the students' initial and posterior knowledge. The didactic sequence consists of six activities involving theory and practice of developing experiments. It can be observed, during the application of the educational product, that the students were motivated by the use of the experiments. Comparing the results of the pre and posttests, an increase in the number of correct answers of the questions can be observed after the application of the activities.

Keywords: Heat and temperature. Geometric optics. Following teaching. Solar cooker. Physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da Aprendizagem Significativa	19
Figura 2 - Esquema da Sequência Didática	21
Figura 3 - Comparação entre as escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit	29
Figura 4 - Condução térmica, através de um bloco com corte transversal de área A e espessura Δx . As faces estão temperatura diferentes T1 e T2.....	32
Figura 5 - Trocas de energia por meio de radiação eletromagnética na Terra. O Sol está a esquerda do diagrama e não é visível.....	34
Figura 6 - Processo de transmissão de calor por convecção	35
Figura 7 - Representação das correntes de convecção na formação da Brisa Durante o dia e a noite	36
Figura 8 - Espectro Eletromagnético	37
Figura 9 - (a) Fotografia mostra a refração e reflexão de um feixe de luz incidente em uma superfície horizontal da água. (b) Representa os raios refletido e refratado do feixe incidente com seus respectivos ângulos.....	38
Figure 10 - Dispersão cromática da luz branca. A componente azul é mais desviada na interface que a componente vermelha.	39
Figura 11 - Um prisma triangular separando a luz branca nas cores componentes.....	40
Figura 12 - Uma fonte luminosa pontual O, chamada objeto, está a uma distância p de um espelho plano. Raios luminosos provenientes de O são refletidos pelo espelho.	41
Figure 13 - Focos dados por dois raios em um (a) espelho côncavo e (b) espelho convexo	42
Figura 14 - Quatro raios do mesmo tipo para o caso de um espelho convexo.	44
Figura 15 - Fotografia de um fogão solar estilo painel	46
Figure 16 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo painel, (b) representação esquemática.	46

Figure 17 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo caixa, (b) representação esquemática do fogão solar.	47
Figure 18 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo parabólico, (b) representação da direção dos raios solares do fogão parabólico	48
Figure 19 - Representação dos raios solares no cone de abertura em 45°.....	49
Figura 20 - Molde para construção do fogão solar cônico.....	63
Figura 21 - Recorte de alumínio que constitui o cone do fogão solar.....	63
Figure 22 - Base cônica do fogão solar montada e parafusada.	64
Figura 23 - Dimensões da parte cônica do fogão – altura e base em centímetros.....	64
Figura 24 - Panela usada no foco do fogão cônico.	65
Figura 25 - Dimensões da panela usada no fogão cônico	65
Figura 26 - Base cônica sendo fixada em um suporte.	66
Figura 27 - Base cônica fixada em um suporte.	66
Figura 28 - Montagem final do fogão.....	67
Figura 29 - Focalização tipo tronco-cônica.....	67
Figura 30 - Representa o gráfico da porcentagem de acertos por questões múltipla escolha abordadas no pré-teste, antes intervenção professor.....	71
Figura 31 - Experimento absorção energia do corpo preto e branco lâmpada ligada.....	74
Figura 32 - Completando tabela de temperatura do corpo branco e preto, com a lâmpada desligada.	75
Figura 33 - Alunos desenvolvendo as atividades em sala de reflexão da luz ..	77
Figura 34 - Respostas dos Alunos referente à análise das tirinhas – Grupo a. 78	
Figura 35 - Respostas dos alunos referente à análise das tirinhas – Grupo b. 78	
Figura 36 - Aparato experimental de um fogão solar cônico.	81
Figura 37 - Temperatura x tempo para a panela de alumínio.....	83
Figura 38 - Desenvolvendo a atividade fogão solar recipiente cor escura.	83

Figura 39 - Representa a temperatura em função do tempo, panela preta.....	84
Figure 40 - Respostas dos Alunos: referente conceitos envolvidos no experimento do fogão solar cônico – Grupo a.....	85
Figure 41 - Respostas dos Alunos: referente conceitos envolvidos no experimento do fogão solar cônico – Grupo b.....	85
Figura 42 - Resultados do pré-teste e pós-teste todas as questões	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questionário de pré-teste.....	51
Quadro 2 - Atividade sobre mecanismos de transferência de calor.	53
Quadro 3 - Atividade experimental sobre irradiação de corpos negro branco..	54
Quadro 4 - Atividade sobre reflexão da luz com tirinhas ilustradas.....	57
Quadro 5 - Atividade reflexão em espelhos.....	59
Quadro 6 - Atividade experimental com o fogão solar.....	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL PEDAGÓGICO	17
2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	17
2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	21
2.3 ENSINO DA FÍSICA	23
3. CONCEITOS FÍSICOS.....	27
3.1 ENERGIA SOLAR	27
3.2 TEMPERATURA E CALOR.....	28
3.2.1 Temperatura.....	28
3.2.2 Calor.....	29
3.2.2.1 Calor Específico.....	30
3.2.2.2 Calor Específico Molar.....	30
3.2.3 Capacidade Térmica	31
3.2.4 Processos de transferência de calor	31
3.2.4.1 Condução de calor.....	32
3.2.4.2 Radiação.....	33
3.2.4.3 Convecção.....	35
3.3 ÓPTICA GEOMÉTRICA	36
3.3.1 A luz como onda eletromagnética	37
3.3.2. Reflexão e refração	37
3.3.3 Espelhos.....	41
3.3.3.1 Espelho plano.....	41
3.3.3.2 Espelhos esféricos.....	42
3.4 FOGÃO SOLAR	44
3.4.1 Modelos de fogão solar	45
3.4.1.1 Fogão solar painel.....	45
3.4.1.2 Fogão solar caixa.....	47
3.4.1.3 Fogão solar parabólico.....	47
3.4.1.4 Fogão solar cônico	48
4 MATERIAL E MÉTODOS	50
4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	50

4.1.1 Pré-teste.....	51
4.1.2 Atividade 1 - Formas De Propagação De Calor	52
4.1.3 Atividade 2 – Experiência sobre Irradiação	53
4.1.4 Atividade 3 – Tirinhas sobre Reflexão da Luz	57
4.1.5 Atividade 4 - Apresentação Espelhos Esféricos e suas aplicações.....	58
4.1.6 Atividade 5 – Construção do fogão solar.....	62
4.1.7 Atividade 6 – Aplicação do fogão solar.....	67
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
5.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE.....	71
5.2 ATIVIDADE 1 – FORMAS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR.....	73
5.3 ATIVIDADE 2 – EXPERIÊNCIA SOBRE IRRADIAÇÃO.....	73
5.4 ATIVIDADE 3 - ANÁLISE DAS TIRINHAS SOBRE REFLEXÃO LUZ.....	77
5.5 ATIVIDADE 4 - ANÁLISE DA APRESENTAÇÃO ESPELHOS ESFÉRICOS E SUAS APLICAÇÕES	79
5.6 ATIVIDADE 5 – CONSTRUÇÃO DO FOGÃO SOLAR.....	80
5.7 ATIVIDADE 6 - ANÁLISE DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE UM FOGÃO SOLAR	81
5.7.1 Coleta de dados do experimento.....	82
5.8 ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	86
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL:ESTUDO DO CALOR E DA ÓPTICA GEOMÉTRICA - DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR	93

1 INTRODUÇÃO

A implementação de uma sequência didática envolvendo conceitos de óptica geométrica e calorimetria tem o propósito de proporcionar uma interação do educando com o conhecimento já adquirido, relacionando esses conteúdos com teoria/prática de modo atrativo e motivador, possibilitando a construção e o desenvolvimento da aprendizagem.

Neste sentido, fundamental a elaboração de projetos que fomentem o ensino de forma significativa, aliando teoria a prática, de forma a despertar a curiosidade e o gosto dos alunos por redescobrir o mundo, em um olhar científico.

Um dos problemas encontrados por parte dos estudantes de Física do Ensino Médio é a falta de entusiasmo para o estudo da Física. Uma abordagem diferente, mostrando a aplicabilidade da Física no cotidiano, poderia ser uma forma de atrair o interesse desses estudantes.

A Física é uma disciplina que instiga a investigação, no entanto o modo como são organizados os currículos escolares, o pouco tempo que os professores dispõem para ministrar essa disciplina, pouco tem favorecido a motivação dos alunos. É importante que os professores utilizarem de estratégias que possam amenizar essa carência, fazendo com que os alunos tenham a oportunidade de trabalhar com experimentos, testando na prática as Leis da Física.

A experimentação há muito tempo faz parte da vida dos cientistas. Desde a antiguidade, o método da experimentação vem sendo utilizado e aprimorado ao passar do tempo. Boa parte das teorias podem ser testadas experimentalmente para serem comprovadas, muito embora existam teorias que não necessitem desse método, podendo ser comprovadas matematicamente.

Buscando uma metodologia que conduza o estudante em um processo de aprendizagem significativo, optou-se por utilizar como recurso didático-pedagógico composto por um fogão solar, que além de servir como base para o estudo de conceitos relacionados a termodinâmica e ótica, tem baixo custo de construção, e aplicação multidisciplinar, envolvendo principalmente matemática.

O estudo do fogão solar envolve diversos conceitos físicos como transmissão de calor, termometria e conceitos de óptica geométrica, além de estar associado ao cotidiano do aluno. Sua construção com materiais de baixo custo e sua aplicação é

interdisciplinar, nas disciplinas de matemática (cálculo para dimensionamento) e biologia (alimentos).

O objetivo geral deste trabalho consiste no estudo do calor e da óptica geométrica a partir da análise e manuseio de um fogão solar. Para isto, foi desenvolvido um produto educacional composto por uma sequência didática focando na utilização de experimentos manuseados pelos alunos, de modo a melhorar a visualização dos fenômenos físicos em sua prática escolar e cotidiana. Ao final da dissertação, Apêndice A, pode-se observar a descrição completa do produto educacional.

O experimento foi utilizado em uma das atividades que compõe a sequência didática, tendo o propósito de motivar os alunos, dando a eles uma aprendizagem com significado e apresentando uma relação entre teoria, prática e aplicação. Buscou-se também incentivar os educandos para o desenvolvimento de experimentos úteis para o cotidiano, além de mostra-lhes uma aplicação prática e social na construção do conhecimento.

Para a fundamentação teórica, foram explorados os conceitos baseados aprendizagem significativa. No capítulo 2 da presente dissertação, discutido os referenciais teóricos que norteiam a aprendizagem significativa e sua aplicabilidade, no sentido de incentivar e dinamizar o trabalho do docente. Relatou-se, nesse mesmo capítulo, o que se classifica como uma SD (Sequência Didática), e qual deve ser a sua organização diante de um trabalho pedagógico em sala de aula.

Os conceitos físicos envolvidos na concepção e funcionamento de um forno solar, são apresentados no capítulo 3 da dissertação. Dependendo da realidade escolar a qual o professor encontra-se imerso, incentiva-se a discussão de tais conceitos em sala de aula. Contudo, um trabalho experimental e contextualizado a realidade do aluno, tem sempre maior efetividade.

Portanto, é importante trabalhar com experimentos contextualizando com a vida cotidiana do aluno, para que este vivencie e saiba a funcionalidade dos conteúdos de Física estudados. No momento em que o aluno interage e ajuda a construir um equipamento visando sua aplicação prática, ele está apropriando-se dos conhecimentos de Física, interpretando, avaliando e intervindo diretamente no processo científico e tecnológico, tendo condições de debater e intervir na sociedade com aquilo que aprendeu em seus experimentos.

2. REFERENCIAL PEDAGÓGICO

2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Atualmente, transmitir conteúdos necessários das diversas ciências que envolvem o conteúdo escolar para alunos em todas as fases da vida acadêmica, tornou-se um desafio para muitos professores. Trazer para a sala de aula novos saberes é uma motivação e também frustração, é preciso cativar o interesse do aluno, prender sua atenção para o que se quer e, pretende ensinar, e de certa forma, esperar que a aprendizagem tenha significado em sua vida e sirva, de alguma forma, para a sua educação e formação pessoal, sob esta ótica, este estudo buscou em David Ausubel, e nos conceitos de aprendizagem significativa, ancorar o ensino da Física.

O ensino brasileiro tem uma grande trajetória baseado no ensino tradicional jesuítico, isto é, centrado no professor, que é o detentor do saber. Mas a globalização e evolução tecnológica trouxeram novas necessidades e exigências educacionais. Além disso mudanças estruturais nos meios de comunicação trouxeram novos desafios aos professores, como a inovação do ensino e aprendizagem, e a formação docente buscou novas teorias e meios para compreender e melhorar o processo de ensino e aprendizagem tornando-o mais significativo (BRIGHETI, BIAVATTI, 2015).

Sobre a aprendizagem significativa têm-se como referência o médico, psicólogo americano David Paul Ausubel (1918 – 2008), ele deu importante contribuição ao desenvolvimento do construtivismo e da pedagogia moderna. Outros psicólogos vão seguir a mesma linha construtivista, como Jerome Bruner e Albert Bandura, educadores que ancoraram suas pesquisas em teóricos, como o suíço Jean Piaget, que já haviam iniciado estudos sobre as teorias cognitivas da aprendizagem (MOREIRA, 2011; BIOGRAFÍAS Y VIDAS, 2019).

Conforme apontado por Moreira (2011), Ausubel utilizou termos como “subsunçor ou ideia-âncora” para apresentar suas noções de aprendizagem. Mas o que são subsunçores? São estruturas de conhecimentos específicos mais ou menos abrangentes que podem ser utilizadas de acordo com a frequência com que ocorre a aprendizagem. Mais tarde esses termos foram trocados para “Aprendizagem Significativa”. Nesse processo, o aluno já tem um conhecimento prévio de um determinado assunto, e com os novos ensinamentos ele consegue agregar outros

saberes, dando significado concreto e tornando a aprendizagem significativa, resultado das novas interações com o conhecimento.

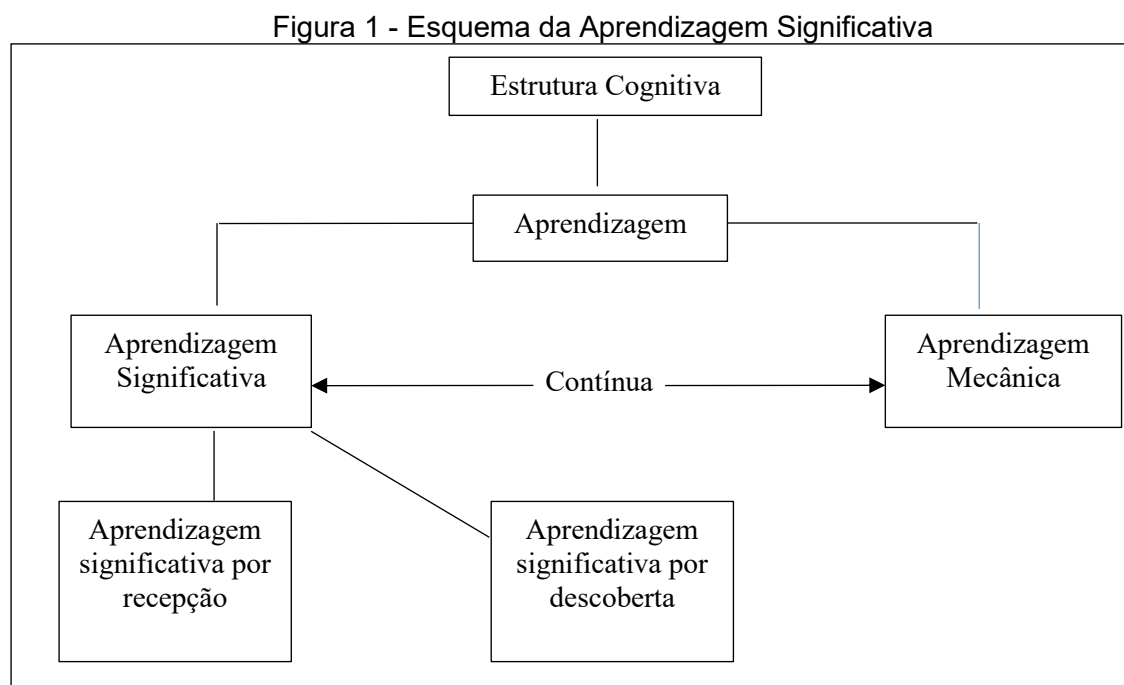
Mesmo que essa aprendizagem tenha um significado para o aluno, não quer dizer que ele não esqueça isso, pode ocorrer se essa aprendizagem não for alimentada com novas interações e conhecimentos. Ao contrário, quando é alimentada pode se tornar um saber concreto e motivador. Caso aconteça o contrário, de o indivíduo esquecer completamente aquilo que aprendeu, pode-se dizer que a aprendizagem não foi significativa, mas mecânica, com baixa retenção ou memorização sem significado, havendo pouca ou nenhuma interação com os novos conteúdos (MOREIRA, 2013).

Ausubel (2003, p.3), defende que “[...] a aprendizagem significativa não implica que as novas informações formem um tipo de ligação simples com os elementos preexistentes na estrutura cognitiva”. Um exemplo disso é a aprendizagem por memorização de conteúdo, nesse caso, “ocorre uma ligação simples, arbitrária e não integradora com a estrutura cognitiva preexistente”. Na aprendizagem significativa, o conhecimento prévio contribui para melhorar a estrutura cognitiva, que recebe as novas informações (conceitos e ideias) criando um elo. Na maioria dos casos, as novas informações estão ligadas a um conceito ou proposição específicos e relevantes. Importante ressaltar que ao agregar novos saberes a aprendizagem, mais significativa ela se torna.

Aprendizagem significativa é o conceito-chave da teoria. [...]. As condições para sua ocorrência, em situação de ensino-aprendizagem, são a predisposição para aprender e a existência de materiais potencialmente significativos. Esta condição, por sua vez, implica que esses materiais tenham significado lógico e o aprendiz tenha conhecimentos prévios adequados para transformar o lógico em psicológico (MOREIRA, 2013, p.5).

Ausubel destaca em sua teoria a importância do conhecimento prévio como condição primordial para a aprendizagem, sendo que o indivíduo aprende a partir do que já sabe. Os conceitos já adquiridos, os esquemas de assimilação construídos, nos construtos pessoais, enfim, é a estrutura cognitiva prévia o fator isolado de maior influência na aprendizagem significativa de novos conhecimentos. O conhecimento prévio pode ser adquirido de forma simples, mas que de alguma forma ficou gravado na estrutura cognitiva do indivíduo e que está à espera de novos conhecimentos (MOREIRA, 2013).

Para Ausubel, o conhecimento humano ocorre de forma organizada e gradual, formando uma hierarquia conceitual, sua teoria permite a elaboração de mapas conceituais e esquemas, conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: RODRIGUES (2010, p.1).

A estrutura cognitiva é responsável pela organização de ideias e conhecimentos. É no cérebro que as ideias são armazenadas e organizadas, novos conceitos são introduzidos e reordenados na estrutura cognitiva, internalizando progressivamente a aprendizagem, tornando-a significativa. De outra forma é possível que o indivíduo, devido à fraca motivação e desinteresse, ou a falta de empatia entre aquele que ensina e aquele que aprende, desenvolva uma aprendizagem mecânica. Percebe-se que no esquema (Figura 1), a aprendizagem significativa é concebida de duas formas: por recepção e por descoberta, quando o aluno recebe informações e quando ele descobre, ambas podem ocorrer em conjunto, em experimentos, com teoria e prática (RODRIGUES, 2010).

Na concepção de Ausubel a aprendizagem cognitiva passa por um processo em que “o mundo dos significados tem origem”. O significado de todas as coisas acompanha a evolução humana, a significação tem a ver com a realidade em que ele se encontra. “Esses significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outros significados”. A origem dos primeiros significados constitui-

se pontos de ancoragem para a derivação de outros significados (MOREIRA, MASSINI, 1996, p.3).

Conforme a classificação de Moreira (2006) a visão cognitiva clássica de Ausubel corresponde a Teoria Clássica da Aprendizagem Significativa, após ele, veio a Teoria Humanista defendida por Joseph Novak, que foi seu seguidor e coautor da segunda obra juntamente com Ausubel. Sob a perspectiva humanista de Novak, a Aprendizagem Significativa segue alguns itens interdependentes, ou seja, o aluno e a aprendizagem; o professor e o ensino; o conhecimento e o currículo; o contexto e o meio social e por fim, a avaliação. Durante esse processo ocorre a interação dos mapas conceituais, dos diagramas e das possíveis estratégias facilitadoras da aprendizagem para que ocorra que a aprendizagem tenha ou ganhe significado. Após esse processo deve haver uma integração na forma de pensar, de sentir e de agir apresentando o engrandecimento humano - esse é o esquema apresentado por Novak (MOREIRA, 2006).

A Teoria Clássica de Ausubel, aliada com a Teoria Humanista de Novak e a Teoria dos Modelos Mentais de Jonhson-Laird (1983), vai criar a visão contemporânea de Aprendizagem Significativa. Ambas as teorias se fundem no momento em que o conhecimento prévio constrói os modelos mentais que é também uma condição para a aprendizagem. Esta, ao receber novas informações ou situações, modificam os conhecimentos e modelos podendo evoluir e estabilizar os esquemas de assimilação dando significado à aprendizagem (MOREIRA, 2006, p.6).

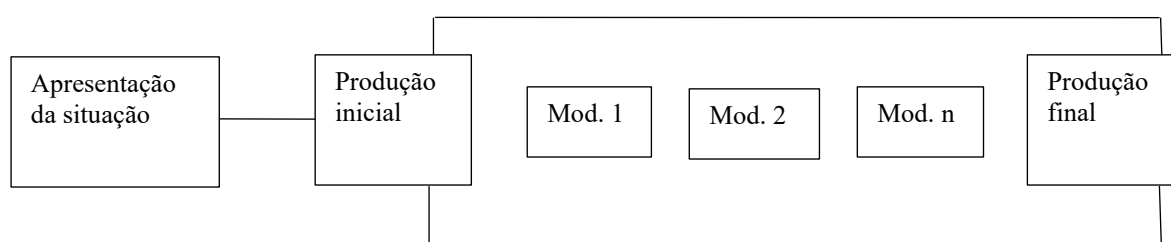
Os exemplos dessa aprendizagem podem ser expressos quando se une a teoria à prática, quando o aluno atribui significado aos elementos observados durante uma experiência que são os pontos de ancoragem, que em outros momentos, podem ajudar na compreensão de novos conceitos. A aprendizagem significativa só é possível a partir dos pontos de ancoragem, da incorporação à estrutura cognitiva, de conceitos, de ideias ou informações relevantes para a aquisição de novos conhecimentos (LAKOMY, 2003). Portanto, a aprendizagem significativa é a interação da estrutura conceitual daquilo que o indivíduo já sabe e os novos conhecimentos que vão ser adquiridos.

2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Aliando a Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de modo geral, escolheu-se um modelo que aproximasse um do outro e que potencialmente consiga os resultados esperados, optou-se pela Sequência Didática (SD). Esse método é defendido por Zabala (1998, p.18) como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas” com a intenção de realizar “certos objetivos educacionais”, com princípio e fins desejados pelos professores e pelos alunos. E por Dolz, Noverraz, Schneuwly (2004), que tratam dos gêneros textuais, mas que de uma forma ou outra são utilizados em sala de aula, por professores que buscam uma forma sequenciada de ensino e aprendizagem. O método a ser utilizado em aulas teóricas ou práticas, parte-se dos seguintes conteúdos: conhecimentos prévios, histórico, função social e a característica.

A sequência didática segue um “esquema”, que pode ser definido em um primeiro momento como um conjunto de atividades planejadas para ensinar um conteúdo (etapa por etapa). Essas atividades são organizadas pelo professor de acordo com os objetivos de aprendizagem traçados por ele. Dentre esses objetivos estão a aprendizagem de modo geral e a avaliação. A Figura 2 mostra o esquema da Sequência Didática.

Figura 2 - Esquema da Sequência Didática



Fonte: DOLZ, NOVERRAZ, SCHNEUWLY (2004, p.98).

O processo de desenvolvimento do esquema: o professor vai apresentar a situação, o projeto, o tema que vai ensinar, para que o aluno conheça o assunto, tema, conteúdo que vai trabalhar e a sua importância. A seguir são trabalhados os módulos nos diferentes níveis (representação, elaboração, planejamento e realização), para isso, o professor deve variar as atividades de modo a fixá-las e testá-las e, por fim, a produção final é que vai fornecer os subsídios para que o aluno ponha em prática o que

aprendeu, e para que o professor possa fazer a sua avaliação, somando todos os conhecimentos prévios e os adquiridos no decorrer do processo de ensino e aprendizagem (MONTOVANI, 2015).

Para Mazeti (2017) a sequência didática é como um minicurso, onde os alunos vão aprender passo a passo um determinado conteúdo, e nesse minicurso são usados procedimentos e métodos diversificados, dependendo da necessidade, para que o aprendizado seja consistente. Mas, no Brasil, existem certas críticas quanto as sequências didáticas usadas por professores, pois elas não seguem um cronograma correto, tornando o ensino fragmentado. Por isso, torna-se necessário construir um projeto de ensino com início, meio e fim, onde os objetivos sejam alcançados e, se necessário, os conteúdos retomados e avaliados.

A sequência didática deve sempre iniciar pelos conteúdos mais básicos, mais fáceis para depois ir escalando aos mais complexos, devendo cada conteúdo ser escolhidos criteriosamente, de modo que a aprendizagem seja significativa e consistente (MAZETI, 2017).

Carvalho e Pérez (2001) ressaltam a importância para a construção de atividades inovadoras, que contribuam para a evolução do aluno no que se refere a conceitos, habilidades e atitudes. Para isso, o professor tem que ser um mediador e conhecedor daquilo que ensina, supervisionando a aprendizagem dos alunos para que realmente os objetivos sejam alcançados.

Zabala (1998) é defensor da utilização de metodologias diferenciadas para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem, de modo a motivar os alunos, para o autor, é preciso “suprir as necessidades educacionais dos alunos” (ZABALA, 1998, p.59).

A introdução da Física Moderna e Contemporânea no currículo do ensino médio, favorece a utilização de meios informatizados, que utilizam da ciência e a tecnologia, que são os grandes motivadores para que os alunos aprendam e se interessem pela pesquisa. Deste modo, os alunos vão aprender a trocar conhecimentos com os colegas e professores, a aprendizagem pode ganhar significado, despertando no aluno o gosto pelo saber (AZEVEDO, 2008).

A construção do conhecimento é um processo gradual, que envolve a cognição, a motivação, o ensino e a aprendizagem. Moreira (1995), apoiado na Teoria Clássica de Ausubel, na Teoria Humanista de Novak e nos processos cognitivos de Johnson-Laird, apresenta alguns princípios norteadores da educação, são eles: todo evento

educativo envolve cinco elementos (aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação). Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, seja de forma positiva ou negativa. Atitudes e sentimentos positivos relacionados à experiência educativa são facilitadores para que a aprendizagem seja significativa. A aprendizagem significativa requer: disposição para aprender; materiais significativos e conhecimentos relevantes. O conhecimento prévio do aluno é importante para que os novos conhecimentos tenham significado. O ensino deve ser planejado para facilitar a aprendizagem e ensejar experiências positivas. Avaliar a aprendizagem de modo a evidenciar a aprendizagem significativa. A avaliação deve estender-se para o ensino, o currículo e o contexto. Em todo esse processo, Moreira evidencia a importância da afetividade e da experiência da positividade, sendo que a aprendizagem só será significativa em terreno fértil.

2.3 ENSINO DA FÍSICA

O ensino e a aprendizagem da Física, como os demais conteúdos, é algo desafiante para professores e alunos, mesmo em uma sociedade tecnológica, com inúmeras informações vindas de ambientes virtuais, a importância da Física não é enfatizada como deveria e não tem auxiliado os alunos na construção de uma cultura científica, falta a compreensão dos processos de produção do conhecimento humano e da tecnologia, suas aplicações, consequências e limitações (TIRONI *et al*, 2013).

Essa falta de empatia com o ensino e a aprendizagem da Física se dá pelo fato de que os professores realizam frequentemente um ensino baseado em conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados da vivência cotidiana e, portanto, vazio de significados.

A globalização, a modernização de diferentes meios políticos, econômicos, científicos, culturais trouxeram importantes inovações que necessitam ser estudadas para o entendimento e compreensão das evoluções tecnológicas. Dentre esses temas, encontram-se a Física Quântica, que é fundamental para o estudo de diversas tecnologias. A Física Nuclear, que estuda a interação entre núcleos atômicos e a radioatividade, estudos desses conteúdos que trouxeram grandes inovações, na área de produção de energia elétrica e medicina, como os tratamentos de Radioterapia em tumores. A ressonância magnética com *scanners* que usam campos magnéticos para

mapear o corpo e as partes afetadas. A tomografia computadorizada que emite diagnóstico por imagem (BALLESTER, UDÍAS, 2008).

A robótica é outra área que utiliza a Física e que é de grande interesse para pesquisadores, ainda mais quando se alia a fontes geradoras de energia, como a energia solar fotovoltaica (robôs e energia renovável) (SOUZA, 2016).

Percebe-se que a Física teve avanços significativos em áreas extremamente necessárias ao desenvolvimento humano e social e, portanto, devem ser devidamente explorados e desenvolvidos nos meios acadêmicos, além disso. Cabe ao professor escolher os temas significativos que respondem as exigências da Lei Federal nº 9.394/1996 (LDBEN), quando enfatiza que: “a educação tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”; E os PCNs quando dizem que os professores devem estimular os alunos a buscar respostas sobre o ambiente e sobre os recursos tecnológicos que fazem parte do seu cotidiano (BRASIL 1997).

Entretanto, não basta os professores estarem aptos para o ensino, os alunos devem também devem estar dispostos a aprender. Esse é um fator importante defendido por Ausubel, focar em assuntos introdutórios para chamar a atenção são fundamentais para despertar no aluno o interesse, incentivando-o para que busque os conhecimentos que já tem, e que auxiliaram na aprendizagem subsequente (TIRONI *et al*, 2013).

Com o objetivo de buscar um ensino inovador e motivador, a escola regular tem levado educadores a pesquisar e encontrar alternativas que aliem educação científica e a criação de recursos para a sustentabilidade do Planeta. Dentre essas pesquisas e estudos está o ensino das Ciências Naturais (Ensino Fundamental), e a Física e a Química (Ensino Médio).

Gerar energia sustentável sem degradar e destruir as fontes não renováveis é uma proposta interessante e que tem ganhado notoriedade no mundo todo. Desde a Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/1996 e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de 1997, no volume que fala das Ciências Naturais consta o seguinte texto:

São traços gerais das Ciências buscar compreender a natureza, gerar representações do mundo — como se entende o universo, o espaço, o tempo, a matéria, o ser humano, a vida —, descobrir e explicar novos fenômenos naturais, organizar e sintetizar o conhecimento em teorias, trabalhadas e debatidas pela comunidade científica, que também se ocupa da difusão social do conhecimento produzido (BRASIL, PCN, 1997, p.23).

Portanto, desde o Ensino Fundamental, é necessário preparar os alunos para o desenvolvimento científico e tecnológico, de modo a criar uma consciência crítica e reflexiva sobre o homem, as influências e os impactos causados por suas ações, sejam elas boas ou não. É preciso conscientizar os alunos de que cada ação tem uma consequência e a educação tem essa premissa, educar para que todos tenham uma vida melhor e mais digna.

A introdução do conhecimento científico abre as portas para o conhecimento mais elaborado. Chega-se ao estudo da Física, que nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), consta o seguinte:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua **a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional** (BRASIL, PCN, p.22). (Grifo da autora).

Neste sentido, torna-se imprescindível ensinar o aluno a desenvolver as competências e habilidades necessárias para a sua sobrevivência e a da comunidade em que está inserido, sendo que o conhecimento deve ser traduzido em uma prática social. Dentre esses conhecimentos estão as teorias e práticas relacionadas à sustentabilidade, as energias renováveis e não renováveis, ao esgotamento de todos os meios de geração de recursos naturais e que devem ser preservados visando as gerações presentes e futuras.

Ainda nos PCNs, o ensino da Física deve abordar com mais ênfase os geradores de energia, a termodinâmica, as fontes de calor, ampliando os conhecimentos e pesquisas, sendo que, “A omissão dessa discussão da degradação da energia, como geralmente acontece, deixa sem sentido a própria compreensão da conservação de energia e dos problemas energéticos e ambientais do mundo contemporâneo”. (BRASIL, 2000, p.25). Principalmente na atualidade, discutir fontes e formas de produção e transformação de energia é de grande valia e pode amenizar uma série de problemas gerados pela própria humanidade (BRASIL, PCN's, 2000, p.26)

O ensino da Física como de qualquer outra disciplina curricular tem buscado mostrar aos alunos a importância do aproveitamento das energias como recursos aproveitáveis no cotidiano e que geram retornos satisfatórios tanto ao homem quanto ao meio ambiente. Considera-se importante, conhecer essa fonte de energia e seu uso.

O ensino da Física, abordado nos Parâmetros Curriculares (BRASIL, PCN, 2002, p.73) traz alguns objetivos para o ensino, principalmente no que se refere a termodinâmica que serve para identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor e para que o professor e seus educandos escolham materiais apropriados para as diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos.

É relevante que os alunos reconheçam as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, a fim de identificar a importância da condução, convecção e irradiação em todos os sistemas. E o modelo cinético das moléculas serve para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura à sua escala absoluta.

Além disso, deve-se promover as competências necessárias para que os educandos compreendam a ocorrência das variações climáticas e ambientais, bem como, o contexto e as circunstâncias em que a relação entre natureza e tecnologia envolvem o controle do calor, seja em ambientes ou em máquinas e equipamentos.

A ciência já evoluiu consideravelmente, mas ainda há espaços para que estudos sobre a utilização das fontes de calor sejam desenvolvidos para que se possa aproveitar as fontes e recursos energéticos naturais, como é o caso da luz solar e, com isso, contribuir para a preservação e os impactos ambientais (BRASIL, PCN's, 2002, p.69).

3 CONCEITOS FÍSICOS

3.1 ENERGIA SOLAR

A energia solar é abundante e inesgotável, não polui e tem outras funções como as radiações, as transformações de gases. Ramos Filho (2011) ressalta que a energia solar é a mais importante porque influencia as demais energias de forma direta ou indireta, ou seja, a energia eólica, biomassa, fotossíntese, maremotriz e o crescimento dos seres vivos, necessitam do calor, da luz e da sua influência no meio ambiente.

Para melhor entendimento existe uma classificação das fontes energéticas conforme Goldemberg e Lucon (2007). As fontes não renováveis possuem categoria fóssil ou nuclear, os geradores são o carvão mineral, petróleo e derivados, gás natural e materiais fósseis, que geram fontes de energia secundária como a termoeletricidade, calor e combustível. As fontes renováveis dividem-se em três tipos: tradicional convencional, moderna ou nova e outras. A tradicional convencional desenvolve a energia primária como a biomassa primitiva: lenha de desmatamento; e secundária, gerando calor e hidroeletricidade. A moderna ou nova gera energia primária como potenciais hidráulicos de grande, médio e pequeno porte; e secundária biocombustível (etanol e biodiesel), termoeletricidade e calor. A biomassa moderna: lenha replantada, culturas energéticas (cana de açúcar, óleos vegetais). As outras geram energia primária solar, geotermal, eólica e maremotriz e das ondas, gerando energia secundária como: calor, eletricidade, fotovoltaica.

O Brasil é um País com um potencial energético satisfatório, devido a sua posição geográfica. É um país tropical em que a temperatura solar incide na maioria das regiões o ano todo.

Portanto, é preciso aprender a aproveitar essas fontes energéticas de modo a reduzir a produção de energia de fontes não renováveis. As transformações de um tipo de energia em outro que constituem os processos térmicos, elétricos e químicos. Os processos térmicos envolvem diretamente a energia solar dividindo-se em baixa, média e alta temperatura. Os processos elétricos transformam a energia solar em eletricidade, como é o caso das placas fotovoltaicas, e os processos químicos transformam a radiação solar em energia bioquímica por meio de fotólise ou fotossíntese (RAMOS FILHO, 2011).

3.2 TEMPERATURA E CALOR

3.2.1 Temperatura

As substâncias termométricas oferecem medidas de temperatura em relação a outros corpos e entre elas, sendo que a temperatura é uma medida de agitação de partículas existentes na composição de um material. Cita-se como exemplo, as moléculas de um gás - quanto maior a sua temperatura, maior será a energia cinética de suas moléculas.

Quando se fala em temperatura, considera-se importante falar do equilíbrio térmico que ocorre entre dois corpos, citando-se como exemplo, a água como corpo físico, ao colocar a mesma quantidade de água quente (corpo quente) e fria (corpo frio) em um único recipiente transformará em água morna, sendo que o calor é transferido de um corpo para outro. Ressalta-se que um corpo com maior temperatura possui maior energia térmica e o calor sempre flui dos corpos mais quentes para os corpos com menor temperatura, tornando a temperatura equilibrada. Quando essa temperatura estiver em equilíbrio, a Física chama de Lei Zero da Termodinâmica que corresponde ao seguinte conceito: “dois corpos em equilíbrio térmico com um terceiro, estarão em equilíbrio térmico entre si”.

A temperatura pode ser aferida através de escalas conhecidas na Física, para definir o ponto triplo da água (líquido, sólido e gasoso) utiliza-se a Escala Kelvin. Conforme apontado por Halliday (2016), o ponto triplo de água é definido como a temperatura onde há a coexistência de água, nos três estados, a uma certa temperatura e pressão. A temperatura neste ponto é considerada como sendo $T_K = 273,16 \text{ K}$.

Para a medição de temperatura, comum a utilização de diferentes tipos de escalas, dentre as quais, uma das mais importantes, a escala kelvin, comumente por cientistas. Outras escalas, tais quais, Celsius e Fahrenheit, são populares e comumente utilizadas na aferição da temperatura de localidades, temperatura corporal, etc. Existem maneiras de se converter diferentes escalas termométrica uma na outra. Na equação 1, é possível observar como feita a conversão de escala Celsius entre escala Kelvin. Note que, neste caso, o número de graduações entre escalas, dado uma mesma diferença de temperatura, são iguais.

$$T_C = T_k - 273,15 \quad (1)$$

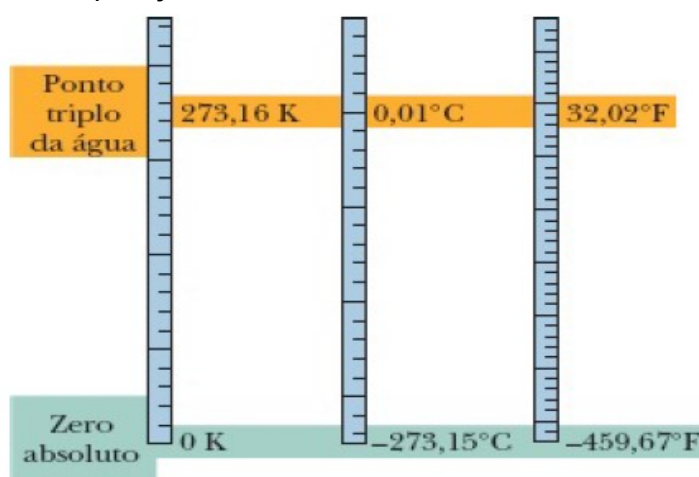
Onde T_k , representa a temperatura em escala Kelvin e T_C a temperatura medida escala Celsius

A escala Fahrenheit usada nos EUA emprega menor grau do que a escala Celsius e um zero diferente: $0^\circ \text{C} = 32^\circ \text{F}$. A relação entre duas escalas de temperatura é dada pela Equação 2.

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32 \quad (2)$$

Para melhor entendimento, a Figura 3 mostra como são medidas as temperaturas da água da fusão a ebulição nas três escalas.

Figura 3 - Comparação entre as escalas Kelvin, Celsius e Fahrenheit



Fonte: Halliday (2016, p.421).

3.2.2 Calor

O calor Q é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou do ambiente para um sistema por causa de uma diferença de temperatura. De acordo com o Sistema Internacional de Medidas (SI), o calor é medido em joule, mas usualmente é medido em calorias, sendo que 1 caloria corresponde a $4,1868 \text{ Joules}$.

Quando objetos, com diferentes temperaturas, são colocados em contato um com o outro, esses trocam energia térmica. Esta troca sempre deve ocorrer no sentido

do objeto com maior temperatura, ao objeto com menor temperatura, ou seja, do mais quente para o mais frio. A troca de energia térmica dá-se o nome de calor.

A transmissão e recepção de calor pode ser exemplificada na simples preparação do café matinal: quando o café quente recebe o leite frio, tornando-se aceitável ao paladar. A Física explica que a energia interna das partículas do corpo (café) quente diminui e arrefece, quando em contato com o leite, líquido com menor temperatura. Ao contrário, o leite aquecido, até que as temperaturas de ambos os líquidos se igualem, cessando o processo de transferência de calor, atingindo-se o equilíbrio térmico.

3.2.2.1 Calor Específico

Define-se calor específico como sendo a quantidade de energia necessária para que 1 g de uma substância sofra aumento ou diminuição de temperatura de 1°C, ou ainda, como a quantidade de calor que deve ser fornecida para que 1 g de substância tenha a sua temperatura elevada em 1°C, conforme Equação (3). Cada substância apresenta um calor específico.

$$Q = mc\Delta T \quad (3)$$

Onde,

Q : quantidade de calor sensível (cal ou J)

m : massa do corpo (g ou Kg)

c : calor específico da substância (cal/g°C ou J/Kg.°C)

ΔT : variação de temperatura (°C).

3.2.2.2 Calor Específico Molar

O calor específico molar, C_V , é quantidade de energia recebida por cada mol da substância para que ocorra variação de temperatura correspondente a 1°C. Também denominado de capacidade calorífica molar, a fórmula usada em seu cálculo é a Equação 4, conforme segue:

$$C_V = Q/\Delta T \quad (4)$$

3.2.3 Capacidade Térmica

A capacidade térmica C representa numericamente a quantidade de calor que um corpo deve trocar para sofrer uma variação unitária de temperatura. A capacidade térmica pode ser entendida como a medida da capacidade de receber ou perder calor que um corpo tem, para uma dada variação de temperatura.

Sendo assim, é uma grandeza resultante da razão entre essa quantidade de calor e a variação da temperatura, e dada pela Equação 5.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \text{ou} \quad C = mc \quad (5)$$

3.2.4 Processos de transferência de calor

Os processos de transferência do calor ocorrem de três formas: condução, radiação e convecção. Qualquer que seja o processo, a transmissão do calor obedece a mesma lei geral: Espontaneamente, o calor sempre se propaga de um corpo com maior temperatura para um corpo de menor temperatura.

Conforme apontado por Halliday (2016, p.434), no estado sólido, os átomos ou moléculas do material formam uma estrutura rígida por meio da atração mútua. No estado líquido, os átomos ou moléculas têm mais energia e maior mobilidade. Formando aglomerados transitórios. Neste caso o material não tem uma estrutura rígida e pode escoar em um cano ou se acomodar ao formato de um recipiente. No estado gasoso, os átomos ou moléculas têm uma energia ainda maior, não interagem, a não ser por meio de choques de curta duração, e ocupam todo o volume de um recipiente.

Esses objetos podem absorver ou liberar calor, quando ocorre a mudança da massa (m). Quando ocorre a absorção ou liberação de calor (Q), ocorre também a mudança na temperatura (T). Ainda nesse processo aparecem as variáveis, ou seja, o calor latente de transformação (L), o calor latente de vaporização (L_v) quando ocorre

a transformação do estado líquido para o gasoso e, o calor latente de fusão (L_f) quando ocorre a transformação do estado sólido para o líquido.

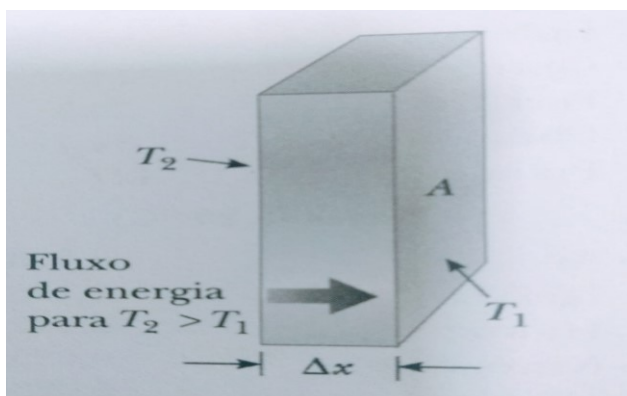
3.2.4.1 Condução de calor

Conforme a teoria conhecida, a condução se dá de molécula a molécula, da mais quente para a mais fria. Para Nussenzveig (2002), esse processo ocorre somente “através de um meio material”, pode ocorrer tanto, em fluídos como em sólidos, “sob o efeito de diferenças de temperatura”. Cita-se como exemplo, uma panela com água, colocada sob o fogo; o calor é transmitido da chama para a água através da parede metálica da panela, por condução.

Quando aquecido a panela com água os elétrons e os átomos vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas para o corpo por colisões entre os átomos. Como citado no exemplo acima, a taxa de condução, ou seja, a energia transferida por unidade de tempo.

A lei da condução térmica, também conhecida como lei de Fourier, estabelece que o fluxo de calor através de um material é proporcional à temperatura, como pode ser observado na equação 6.

Figura 4 - Condução térmica, através de um bloco com corte transversal de área A e espessura Δx . As faces estão temperatura diferentes T_1 e T_2



Fonte: SERWAY, R. (2012, p.615).

$$\Phi = \frac{Q}{T} = KA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} \quad (6)$$

Onde,

Φ : fluxo de calor (cal/s)

T : variação ou intervalo de tempo (s)

T_1 e T_2 : Variantes de tempo (s)

K : coeficiente de condutibilidade térmica do material (cal/sm°C)

A : área da superfície (m²)

Δx : comprimento ou espessura do material (m).

Segundo Halliday (2016, p. 450), a condutividade térmica é uma constante que depende do material de que é feita a placa. Um material que transfere facilmente energia por condução é um bom condutor de calor (metais) e tem um alto valor de k , mas existem também os maus condutores (lã, madeiras, borracha).

3.2.4.2 Radiação

Ramos Filho (2011) ressalta que a radiação é os próprios raios solares, pelos objetos e até mesmo pelos alimentos dispostos no recipiente no interior do forno/fogão.

A radiação térmica é emitida por um corpo aquecido, e, ao ser absorvida por outro corpo, pode aquecê-lo, convertendo-se em calor. A radiação solar, seja sob a forma de luz visível, seja de radiação infravermelha ou de outras regiões do espectro, é uma forma de radiação térmica emitida por uma fonte (o Sol) a temperatura muito elevada. O aquecimento solar é uma forma de aproveitamento de radiação solar para produção de calor (NUSSENZVEIG, 2002, p.171).

O calor transferido de um ponto a outro através de radiação eletromagnética propagando-se através do vácuo.

A taxa radiação de emissão de energia térmica por radiação, a Equação 7 usada nesse processo é também conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann. Segundo esses autores, a energia irradiada por unidade de tempo – a potência P – é linearmente proporcional à área emissora de radiação A e a temperatura T do corpo

que irradia. Ou seja, quanto maior a área do corpo emissor, maior a velocidade de emissão de energia.

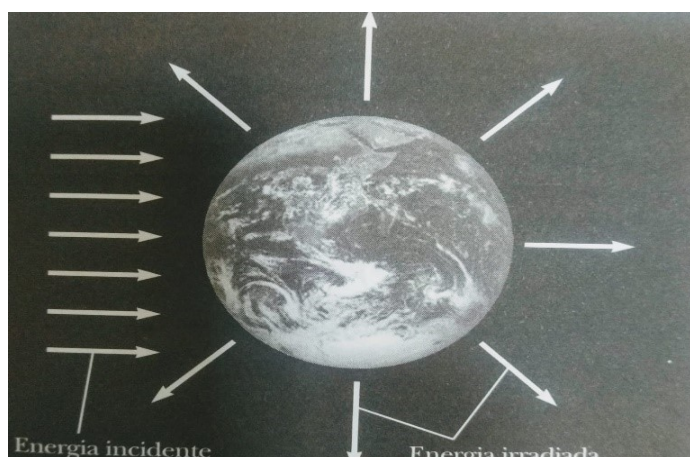
$$P = \sigma \varepsilon A T^4 \quad (7)$$

Lembrando que σ ($= 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$) é a constante de Stefan- Boltzmann, ε é a emissividade, A é a área e T é a temperatura (em Kelvin) da superfície do objeto.

As ondas eletromagnéticas que transferem calor são, muitas vezes, chamadas de radiação térmica, para distingui-las dos sinais eletromagnéticos (como, por exemplo, os das transmissões de televisão) e da radiação nuclear (ondas e partículas emitidas por núcleos atômicos). Radiação, no sentido mais geral, é sinônimo de emissão. Quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação. O calor do Sol, por exemplo, chega até nós através do vácuo (HALLIDAY, 2016).

Na Figura 5, a energia que chega à Terra é por meio de radiação eletromagnética proveniente do sol. Essa energia é absorvida pela superfície da Terra e novamente irradiada para fora do espaço, descrevendo trocas de calor. Observando também que a energia do Sol vem apenas em uma direção, mas a energia irradiada para fora da superfície da Terra a deixa em várias direções. (SERWAY, 2012).

Figura 5 - Trocas de energia por meio de radiação eletromagnética na Terra. O Sol está a esquerda do diagrama e não é visível



Fonte: SERWAY, R. (2012, p.621).

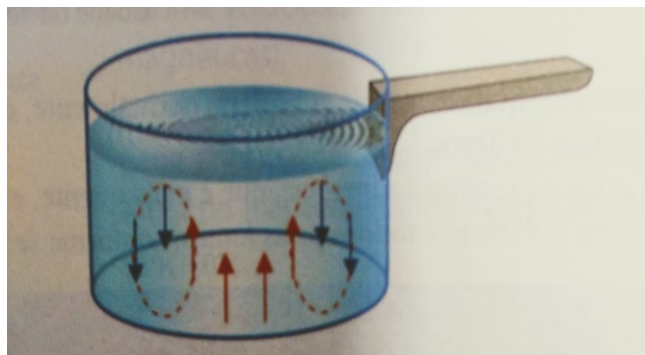
As radiações produzem calor, um exemplo a ser citado, são os fornos de micro-ondas utilizados para aquecer ou cozer alimentos ou aparelhos de infravermelho utilizados na Fisioterapia.

3.2.4.3 Convecção

A convecção ocorre através do deslocamento de moléculas em fluidos como nos líquidos e gases. Esta transferência de calor ocorre de cima para baixo quando um fluido é aquecido. Conforme apontado por Nussenzveig (2002, p.171), “a convecção ocorre tipicamente num fluido”, caracterizando-se pelo fato de que o calor é transmitido pelo movimento do próprio fluido, constituindo-se numa corrente de convecção. “Um fluido aquecido localmente, por exemplo, o ar ou a água, em geral diminui a densidade e, por conseguinte, tende a subir sob o efeito gravitacional”.

Na Figura 6, pode-se observar o sentido de movimento das moléculas, onde a energia térmica se transmite mediante ao transporte de matéria, logo, a propagação de calor acontece pelo deslocamento de partículas de uma posição para outra, onde a porção inferior (mais quente) sobe, ao mesmo tempo a porção superior (menos quente) desce, formando assim correntes de convecção. Este processo ocorre quando uma panela com água é colocada em contato com o fogo (energia térmica). Ao ser aquecida, a panela transfere energia térmica à superfície da água em seu contato por meio de condução de calor. A água, em contato com a base inferior da panela, se aquece e torna-se menos densa que a cama superior de água, subindo gradativamente através dos “bolsões” de água (fervura), nesse instante ocorre a convecção e passa a ser o processo principal de transferência de calor na panela.

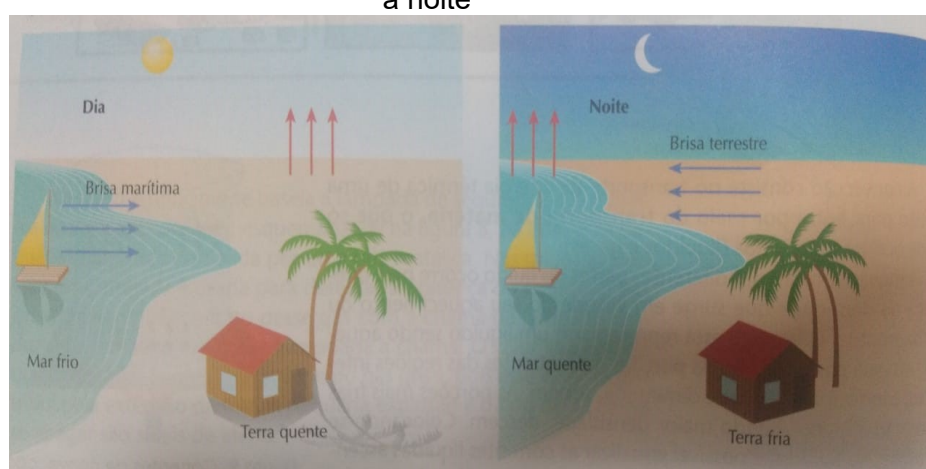
Figura 6 - Processo de transmissão de calor por convecção



Fonte: FUKU, L.P. (2010, p.43).

A convecção pode ser observada em muitos processos naturais, como: a formação de padrões climáticos globais é influenciada pela convecção atmosférica, responsável por variações do tempo a curto prazo; tantos pilotos de asa-delta como pássaros usam as correntes de convecção de ar quente para se sustentarem por mais tempo no ar; a formação das brisas é influenciada por correntes de convecção (Figura 7).

Figura 7 - Representação das correntes de convecção na formação da Brisa Durante o dia e a noite



Fonte: SERWAY, R. (2012, p.592).

Na formação das brisas, que ocorre em regiões litorâneas, o ar pode se deslocar em dois sentidos. Durante o dia, o sol irradia na superfície da areia e na água de forma homogênea. Como a areia possui um calor específico menor do que da água, ela transfere energia com maior facilidade para o ar, logo o ar em contato com a areia será mais quente e terá uma densidade menor que o ar em contato com a água. Conseqüentemente o ar irá fluir do mar para a praia, devido à esta diferença de pressão, gerando a brisa marítima. Já durante a noite, o processo será inverso, pois a água terá uma temperatura maior do que a areia, gerando um deslocamento de ar da praia para o mar.

3.3 ÓPTICA GEOMÉTRICA

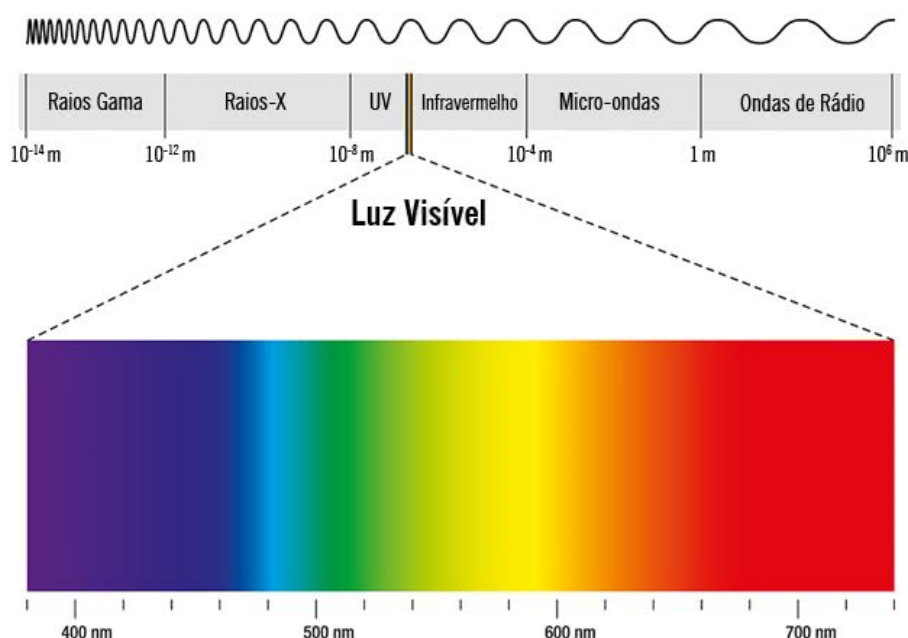
3.3.1 A luz como onda eletromagnética

Um feixe luminoso é composto por campos elétrico e magnético que variam no tempo. Os vários comprimentos possíveis das ondas eletromagnéticas formam um espectro, que pode ser observado na representação da Figura 8. O espectro eletromagnético visíveis e não visíveis, de acordo com sua frequência e comprimento de onda característico de cada radiação.

A luz visível corresponde a uma pequena parte deste espectro que compreende a região entre 400 a 700 nm. Esta região que corresponde a um intervalo de comprimento de onda dentro do qual o olho humano é sensível a ela. Comprimentos de onda menores correspondem à região do ultravioleta, seguida pelas regiões de raios - X e raios gama. Os comprimentos de ondas maiores são o infravermelho seguido pelas micro-ondas e ondas de rádios.

As ondas eletromagnéticas se propagam independente da presença de um meio material, e possuem velocidades máxima referente a propagação no vácuo, de 300.000km/s.

Figura 8 - Espectro Eletromagnético

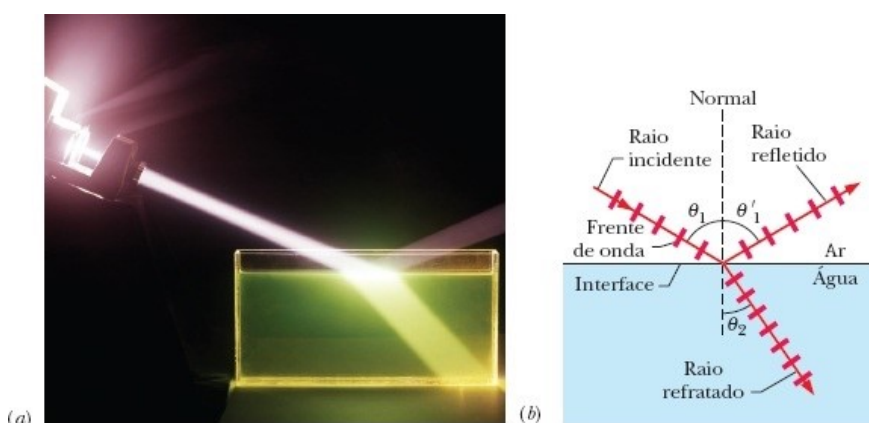


Fonte: KHAN ACADEMY, (2020).

3.3.2. Reflexão e refração

A óptica geométrica consiste em um tratamento aproximado da luz na qual as ondas luminosas são consideradas como linhas retas. Mesmo sabendo que as ondas luminosas se espalham e se afastam de uma fonte, esta é uma boa aproximação. Na Figura 9 (a), pode-se observar um feixe luminoso (lado esquerdo da foto) incidindo a superfície horizontal da água. Este divide-se em dois feixes (lado direito da foto), sendo o superior denominado de feixe refletido e o inferior, feixe refratado. No contexto da óptica geométrica e sobre a propagação da luz sobre uma determinada superfície, quando um raio de luz incide é projetado sobre uma superfície (meio) ele é refletido, e quando a luz volta a se propagar no meio de origem, após incidir sobre o objeto ou superfície, e, no mesmo plano da incidência está o raio refratado. Sobre a refração da luz é importante ressaltar que materiais opacos não têm o mesmo poder de reflexão.

Figura 9 - (a) Fotografia mostra a refração e reflexão de um feixe de luz incidente em uma superfície horizontal da água. (b) representa os raios refletido e refratado do feixe incidente com seus respectivos ângulos.



Fonte: HALLIDAY (2016, p.62).

Conforme apontado por Halliday (2016) a refração equivale a passagem da luz por uma determinada superfície (ou interface).

A refração e a reflexão da luz são descritas por leis empíricas. A Lei da Reflexão diz que o raio refletido está no mesmo plano de incidência e tem um ângulo de reflexão θ'_1 igual ao ângulo de incidência θ_1 , dada pela Equação 8.

$$\text{Reflexão: } \theta_1 = \theta'_1 \quad (8)$$

Em uma superfície plana e lisa, como a de um espelho plano, todos os raios que incidirem com a mesma direção serão refletidos com o mesmo ângulo. Raios

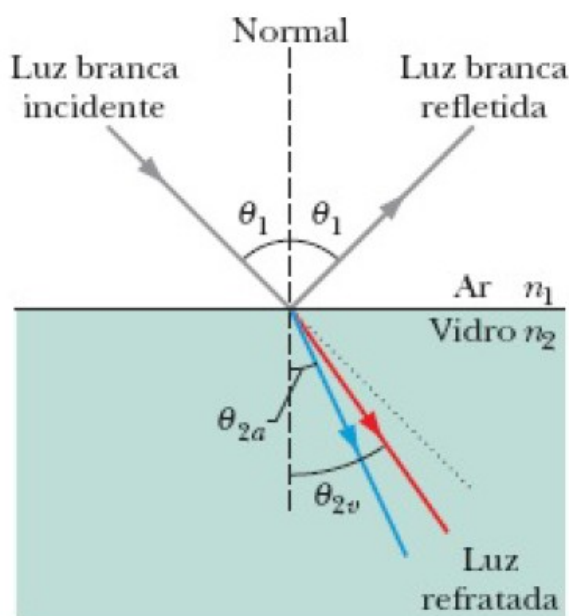
paralelos que incidirem sobre uma superfície plana e lisa, continuarão paralelos após a reflexão. A reflexão nessas superfícies lisas é chamada de reflexão especular.

Quando a superfície for irregular ou rugosa, como a de uma folha de lixa ou de um vidro fosco, os raios que chegam em diferentes posições da superfície chegam com ângulos de incidência diferentes porque a normal muda ao longo da superfície. O ângulo de reflexão continua sendo igual ao de incidência, mas eles são refletidos em diferentes ângulos para quem olha a superfície. Esse tipo de reflexão se chama reflexão difusa

Na Lei de Refração, o raio refratado está no plano de incidência e tem um ângulo de refração θ_2 que está relacionado ao ângulo de incidência θ_1 de acordo com a Equação 9. Os termos n_1 e n_2 são constantes adimensionais, denominadas de índice de refração, que dependem do meio no qual a luz está se propagando. Essa lei também é conhecida como Lei de Snell.

$$\text{Refração: } n_2 \text{ sen } \theta_2 = n_1 \text{ sen } \theta_1 \quad (9)$$

Figure 10 - Dispersão cromática da luz branca. A componente azul é mais desviada na interface que a componente vermelha.



Fonte: HALLIDAY (2016, p.64).

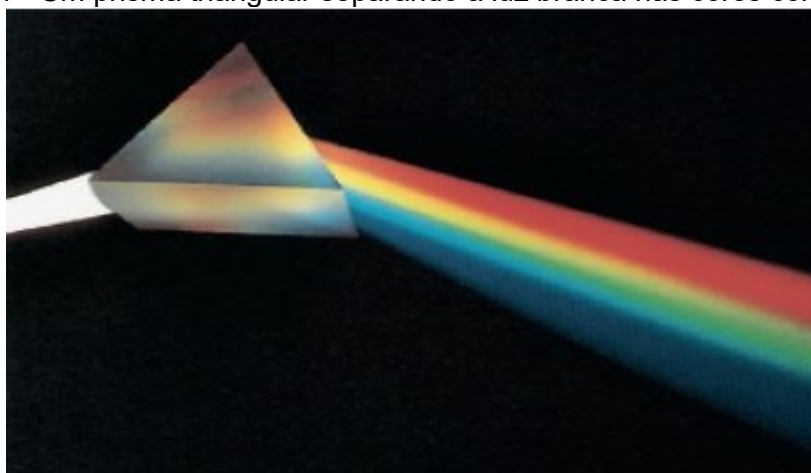
Um feixe de luz branca possui raios de todas (ou quase todas) as cores do espectro visível, com intensidades aproximadamente iguais. Quando observamos um

feixe desse tipo, não vemos as cores separadamente, mas temos a impressão de que associamos à cor branca. A Figura 10 mostra um feixe de luz branca incidindo em uma superfície de vidro, foram representadas apenas as componentes vermelha e azul da luz refratada. Como o raio azul é o que sofre o maior desvio, o ângulo de refração θ_{2a} do raio azul é menor que o ângulo de refração θ_{2v} do raio vermelho

Na observação da óptica, tem-se a dispersão cromática ou monocromática que corresponde a extensão da onda, ou seja, o espalhamento da luz em diferentes feixes luminosos (coloridos ou cromáticos). Quando esse feixe sofre refração, ocorre a separação do feixe único em feixes das várias cores que compõem essa luz. À esse fenômeno, dá-se o nome de dispersão da luz. A definição de dispersão da luz é a separação de um feixe de luz em diferentes cores.

Na Figura 11, está representada a dispersão que ocorre quando um feixe de luz branca incide sobre um prisma de vidro de seção reta triangular. A função do prisma é aumentar a separação das cores, pois a dispersão na interface ar-vidro, do lado esquerdo do prisma, é aumentada pela dispersão na interface vidro-ar, do lado direito do prisma.

Figura 11 - Um prisma triangular separando a luz branca nas cores componentes.



Fonte: HALLIDAY (2016, p.65).

O mesmo efeito também pode ser observado na natureza quando a luz solar atravessa uma gota de água. Parte da luz é refratada para o interior da gota, refletida na superfície interna e refratada de volta para o exterior. Da mesma forma que ocorre no prisma, a primeira refração separa a luz solar nas cores correspondentes e a segunda refração acentua o efeito (Halliday, p.65, 2016).

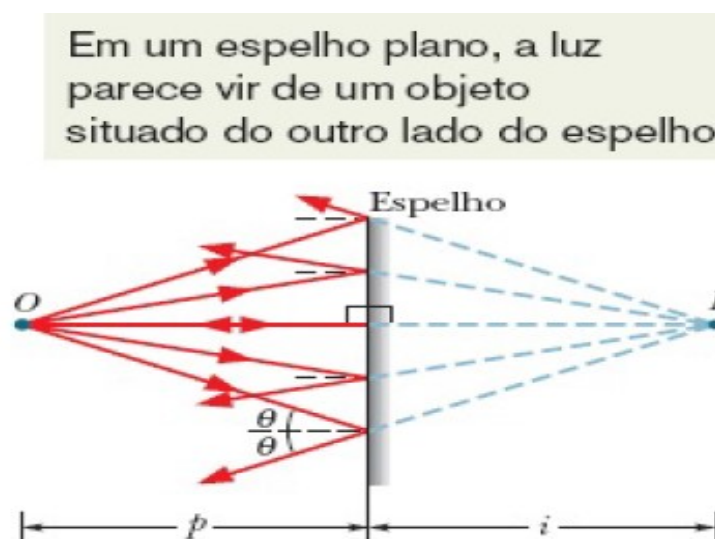
3.3.3 Espelhos

3.3.3.1 Espelho plano

O espelho é uma superfície que reflete um raio luminoso em uma direção definida em vez de absorvê-lo ou espalhá-lo em todas as direções. Uma superfície metálica polida se comporta como um espelho; uma parede de concreto, não. Nesta subseção, vamos discutir as imagens produzidas por um espelho plano (uma superfície refletora plana).

A Figura 12, mostra uma fonte luminosa pontual O , que vamos chamar de objeto, situada a uma distância perpendicular p de um espelho plano. A luz que incide no espelho está representada por alguns raios que partem de O . A reflexão da luz está representada por raios que partem do espelho. Quando prolongamos os raios refletidos no sentido inverso (para trás do espelho), constatamos que as extensões dos raios se interceptam em um ponto que está a uma distância perpendicular i atrás do espelho.

Figura 12 - Uma fonte luminosa pontual O , chamada objeto, está a uma distância p de um espelho plano. Raios luminosos provenientes de O são refletidos pelo espelho.



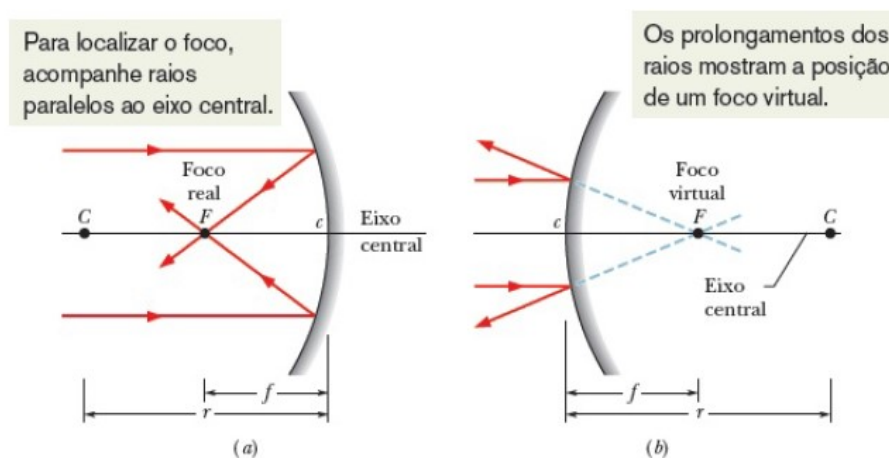
Fonte: HALLIDAY (2016, p.107).

3.3.3.2 Espelhos esféricos

O espelho côncavo esférico pode ser pensando como uma parte de esfera que possui a parte interna espelhada. Considerando inicialmente um objeto O que se encontra nas proximidades do eixo central de um espelho esférico, a uma grande distância do espelho (Halliday, 2016).

Quando esses raios paralelos são refletidos por um espelho côncavo como o da Figura 13 (a), os raios próximos do eixo central convergem para um ponto comum F ; dois desses raios refletidos são mostrados na figura. Se imaginarmos uma pequena tela em F , uma imagem pontual do objeto O aparece nela. (Isso acontece para qualquer objeto muito afastado.) O ponto F recebe o nome de ponto focal (ou foco) do espelho; a distância entre F e o centro c do espelho é chamada de distância focal do espelho e representada pela letra f .

Figure 13 - Focos dados por dois raios em um (a) espelho côncavo e (b) espelho convexo



Fonte: HALLIDAY (2016, p.116).

A relação entre a distância focal f e o raio de curvatura R do espelho côncavo ou convexo esférico é dada pela Equação 10. Mas no caso do espelho côncavo R é considerado positivo e no caso do espelho convexo R é negativo, originando em ponto focal real e virtual, respectivamente.

A relação entre a distância focal f e o raio de curvatura R do espelho côncavo ou convexo esférico é dada pela Equação 10. Mas no caso do espelho côncavo R é

considerado positivo e no caso do espelho convexo R é negativo, originando em ponto focal real e virtual, respectivamente.

$$f = \frac{R}{2} \text{ ou } R = 2f \quad (10)$$

Agora o espelho esférico convexo pode ser pensando como uma parte de uma esfera com a superfície externa espelhada. Para o espelho convexo, os raios paralelos, ao serem refletidos, divergem em vez de convergir, mas os prolongamentos dos raios para trás do espelho convergem para um ponto comum, conforme ilustra a Figura 13 (b). Esse ponto F é o ponto focal (ou foco) do espelho convexo, e sua distância do centro c do espelho é a distância focal f . Quando colocamos uma tela em F , uma imagem do objeto O não aparece na tela, o que mostra que existe uma diferença essencial entre os pontos focais dos dois tipos de espelhos esféricos (Halliday, 2016).

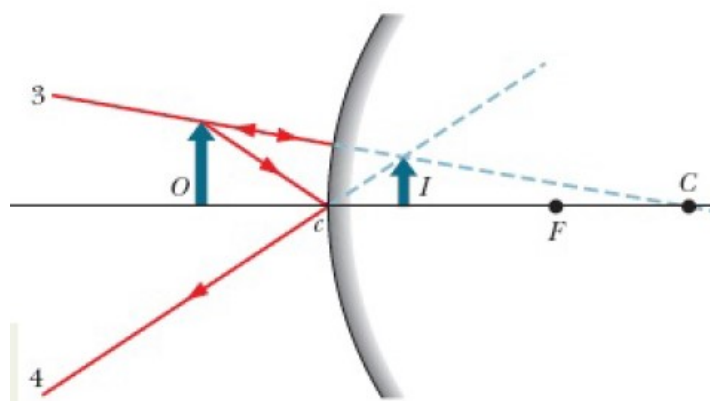
Resumindo:

Espelhos côncavos produzem imagens reais quando posicionamos objetos próximos à sua superfície. À distância focal, não ocorre formação de imagem; para além do foco, as imagens são reais e seu tamanho diminui de acordo com a distância entre o objeto e o vértice do espelho.

Para o espelho convexo, temos apenas um caso para a formação da imagem para um objeto (O) posicionado a frente do espelho, No encontro do prolongamento dos raios observados Figura 19, temos a formação da Imagem, que no caso é caracterizada como sendo Virtual (pois é constituída pelo prolongamento dos raios incidentes, outra característica é que tal imagem (I) não é constituída por luz na formação), Direita (mesma direção do objeto) e Reduzida (porque é menor que o objeto).

Para a formação das imagens temos, por exemplo, a necessidade de apenas utilizarmos dois feixes de raios de luz incidentes nos espelhos. Por esses dois raios, determinamos a posição da imagem refletida, tamanho e característica.

Figura 14 - Quatro raios do mesmo tipo para o caso de um espelho convexo.



Fonte: HALLIDAY (2016, p.120).

3.4 FOGÃO SOLAR

Historicamente, o primeiro fogão solar que se tem conhecimento data de 1700, quando houve o aumento da utilização do vidro na Europa e as pessoas ficaram conscientes de sua capacidade de reter calor. Em 1767 Saussure construiu uma pequena estufa com cinco caixas de vidro colocadas uma dentro da outra, esta caixa exposta à luz solar por algumas horas atingiu uma temperatura de 185° graus Fahrenheit ou 88° graus Centígrados. Nesse tempo, os físicos ainda não eram unânimes em relação à luz solar (RAMOS FILHO, 2011).

Os fornos servem para cozer alimentos, esterilizar água e secar frutas, são construídos com “espelhos” côncavos ou planos de modo que a luminosidade incida em um ponto. Esse ponto vai concentrar maior calor aumentando a intensidade da temperatura dentro do compartimento (OLIVEIRA et al, 2017).

Atualmente se pode explicar melhor o que aconteceu nas caixas de vidro de Saussure ou o que ocorre em qualquer recipiente de vidro ou edifício com paredes de vidro exposto ao sol. No processo, a radiação térmica é convertida em calor, grande parte desse calor é liberada nas caixas de vidro como ar quente e radiação térmica, mas o vidro transparente tem uma propriedade peculiar, permite que a luz do sol passe facilmente, inibindo a radiação térmica de fazer o mesmo, portanto, essa energia aprisionada aquece o ar dentro da caixa, as paredes de vidro também impedem que

o ar aquecido escape. Essas caixas térmicas são conhecidas como fogões solares e que já são confeccionadas em outros modelos utilizando a refração da luz solar.

No Brasil, os estudos sobre o fogão solar tiveram início nos anos 80 pelo Professor Arnaldo Moura Bezerra da Universidade Federal da Paraíba. Ele construiu vários modelos utilizando diversos materiais. Atualmente, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte é a que mais fabrica fogões solares e concentradores do tipo caixa, sob a orientação do professor Luiz Guilherme Meire de Souza. É ele que vem desenvolvendo trabalhos sobre esse tema, defendendo e apresentando em congressos nacionais e internacionais (RAMOS FILHO, 2011). Esses modelos são simples e podem ser construídos utilizando embalagens Tetra Pak ou papel alumínio, contribuindo para a sustentabilidade do Planeta e reciclando materiais que são descartados.

A proposta metodológica para as aulas de Física, buscando adequar os conteúdos à aprendizagem significativa, parte do conhecimento que os alunos têm sobre a luz e a sua utilidade. São vários conteúdos que se podem trabalhar. No caso deste estudo, busca-se encontrar fundamentos para a luz como fonte de calor e a construção de um fogão solar, para isso é importante que os alunos conheçam sobre radiação, energia solar, temperatura, transferência de calor (DE PAULA, 2017). Além desses, o professor pode introduzir outros conteúdos, como a propagação e a reflexão da luz em linha reta, através dos experimentos de Newton ou os princípios da ótica geométrica de Heron, a reflexão dos raios em espelhos planos em que ela afirmava que as reflexões dos raios utilizavam o caminho mais curto e que mais tarde foi contestada por outros estudiosos quando se trata da reflexão em espelhos côncavos ou convexos (MARTINS, SILVA, 2013).

Na sequência serão mostrados modelos de fogões solares, que contribuem para dar significado aos conceitos citados.

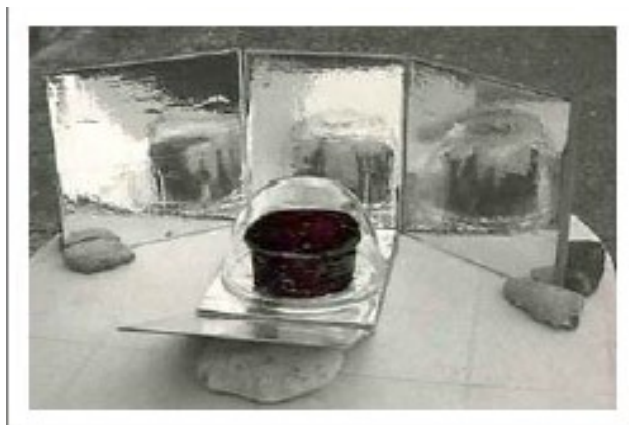
3.4.1 Modelos de fogão solar

3.4.1.1 Fogão solar painel

Um dos exemplos de fogão solar é o estilo painel (Figura 15), construído com espelhos planos cujos raios solares convergem para uma panela preta coberta como

uma redoma de acrílico ou vidro que garante o contato da radiação solar com a panela e a retenção dos raios infravermelhos (SARMENTO, 2015).

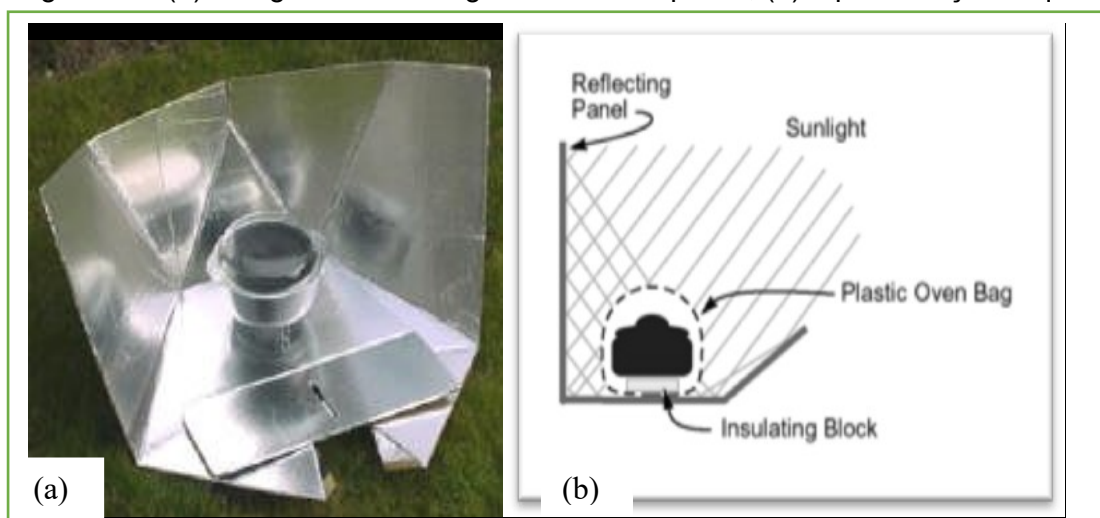
Figura 15 - Fotografia de um fogão solar estilo painel



Fonte: SOLAR COOKING.

Conforme apontado por Diniz (2016), para se ter uma base refletora, não é necessário um espelho, basta que se use uma lâmina (papelão ou vidro) revestido com papel laminado onde o objeto é refletido e a luz reflete no objeto, para Newton, Helou e Gualton (2007). Nos espelhos planos, existe uma simetria entre a imagem do objeto em relação ao espelho. O raio de luz que incide sobre o espelho plano sofre o fenômeno da reflexão (DINIZ, 2016).

Figure 16 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo painel, (b) representação esquemática.



Fonte a: SOLAR COOKING.

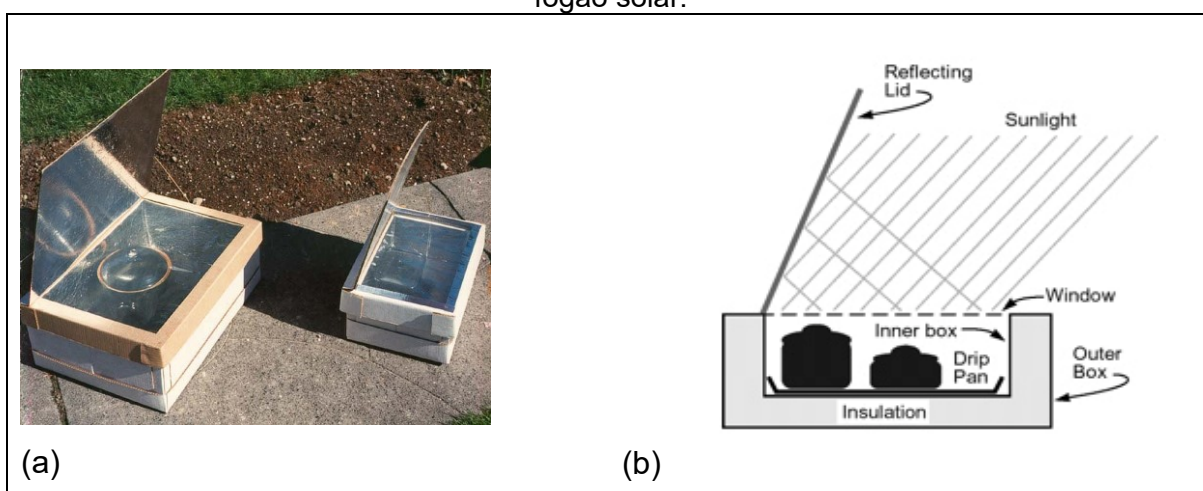
Fonte b: ON EARTH DESINGNS, (2014).

3.4.1.2 Fogão solar caixa

O fogão com formato de caixa tem objetivo de gerar uma atmosfera ao redor do alimento que provocará o chamado efeito estufa, funcionando como um forno comum, assando os alimentos.

O fogão solar estilo caixa Figura 17, que pode ser construída utilizando espelhos planos, vidros, lâminas de acetato e papel alumínio. A caixa deve ter uma tampa de vidro, que retém os raios infravermelhos e causa um efeito estufa elevando a temperatura ao ponto de oferecer condições para o cozimento de alimentos colocado no interior da caixa (SARMENTO, 2015).

Figure 17 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo caixa, (b) representação esquemática do fogão solar.



Fonte a: SOLAR COOKING

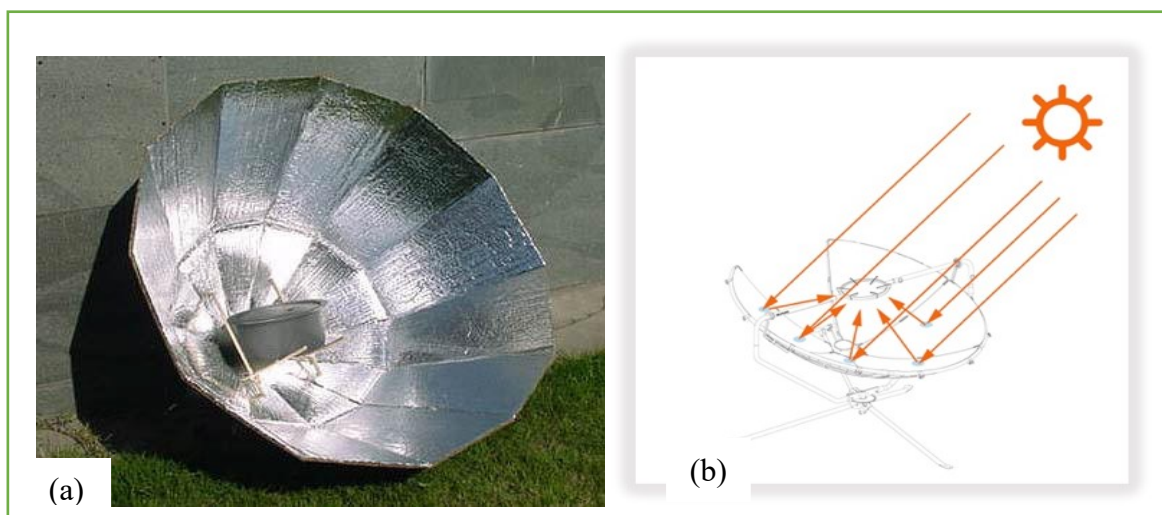
Fonte b: ON EARTH DESINGNS, (2014).

3.4.1.3 Fogão solar parabólico

Os fogões solares estilo parabólico (Figura 18), alcançam temperaturas mais altas e cozinham mais rapidamente que os fogões de caixa ou painel, mas são mais difíceis de fazer e usar. A maioria dos fornos solares comerciais é da variedade parabólica. Fogões parabólicos exigem mais precisão para focar a luz do sol no recipiente de cozimento.

O estilo parabólico é representado por um espelho côncavo, cujos “raios luminosos paralelos incidentes convergem para um foco real situado no ponto F, do mesmo lado do espelho que os raios” (HALLIDAY, 2016).

Figure 18 - (a) Fotografia de um fogão solar estilo parabólico, (b) representação da direção dos raios solares do fogão parabólico



Fonte a: SOLAR COOKING.

Fonte b: ON EARTH DESINGNS, (2014).

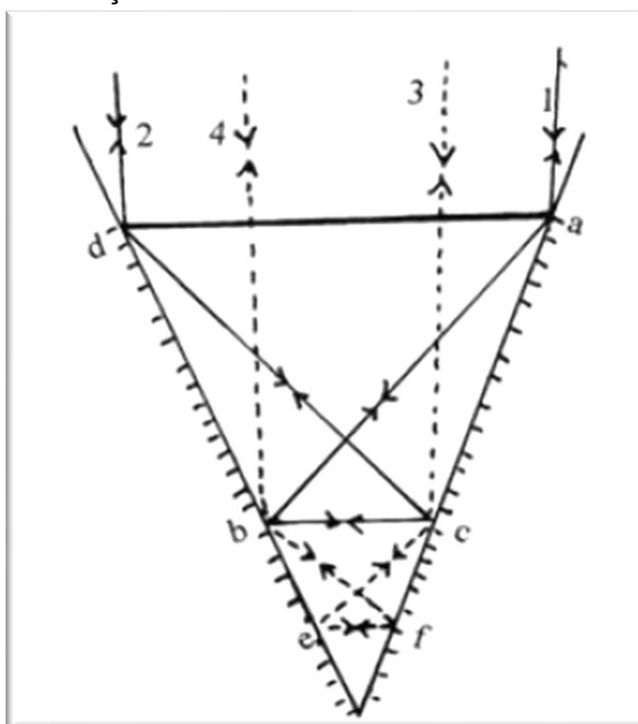
3.4.1.4 Fogão solar cônico

Os concentradores de foco linear, considerados para este trabalho, são os que possuem seção de reflexão dos raios solares em forma de cone, cilindro ou com o perfil de parábola em extrusão, ou seja, a parábola é alongada em um dos eixos no plano xyz. Esses modelos de refletores concentram a energia solar formando um foco de forma linear.

De acordo com o desenvolvido por SHARAF (2002), um concentrador cônico pode ser produzido de uma folha de alumínio com alta refletividade, aço inox, ou outro, desde que ofereça uma boa refletividade no lado interno do cone para a reflexão e concentração da luz solar.

O foco do concentrador cônico se localizou em uma região centralizada e alinhada próximo ao vértice do cone. Para o concentrador de abertura de 45° , por exemplo, o foco se localiza entre o vértice e a linha b-c da Figura 19, no qual as linhas 1, 2, 3 4 representam os raios do sol.

Figure 19 - Representação dos raios solares no cone de abertura em 45°.



Fonte: SHARAF, E (2002 p. 599 – 619)

Esse modelo de concentrador demonstra diversas vantagens para o uso em pequenas dimensões, tais como, alta eficiência, facilidade na fabricação, baixo peso e custo. Mas segundo SHARAF (2002), a cada 30 minutos o cone necessita de redirecionamento para o sol devido ao movimento de rotação da Terra.

O fogão cônico é um novo sistema solar com vantagens em relação à facilidade de fabricação, baixo preço, leveza e eficiência. Comparado com outros fogões solares, o sistema solar tem as vantagens de pequena área solar. A parte do funil é como um fogão parabólico, exceto pelo fato de que a luz é concentrada ao longo de uma linha localizada em seu centro (não um ponto). Diante disso, é possível colocar a mão no fundo do funil e sentir o calor de sol, mas não se queimar.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em um produto educacional composto por uma sequência didática envolvendo uma série de atividades educacionais, e a construção e análise um fogão solar modelo cônico. As partes constituintes do produto educacional serão descritas a seguir, a começar pela construção do fogão solar, seguida da sequência didática para a sua aplicação.

Este produto educacional foi aplicado para 20 alunos do 2º Ano do Ensino Médio da rede pública localizada no município de Francisco Beltrão

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A metodologia didática selecionada para a aplicação do Produto Educacional será a Sequência Didática (SD), composta por teste inicial e final, com uma aula para cada teste, e cinco atividades, totalizando 9 aulas de 50 minutos (conforme ilustra o Tabela 1).

Tabela 1 - Síntese da sequência didática.

Aulas	Atividades	Horas-aula (50min)
1	Pré-teste: avaliação dos conhecimentos prévios a partir de um questionário	1
2	Atividade 1 e 2 - Propagação de calor: análise de imagem e experimento sobre irradiação de calor	1
3	Atividade 3- Reflexão da luz: questionamento sobre tirinhas	1
4	Atividade 4 - Espelhos esféricos: apresentação usando multimídia envolvendo diálogo e atividades	2
5	Atividade 5 -Encaminhamento da construção do fogão solar cônico (extraclasse)	Atividade extraclasse
6	Atividade 6 - Aplicação e análise do fogão solar	3
7	Pós-teste: avaliação, mesmo questionário inicial	1
Tempo total sem a construção do fogão		9

Fonte: Autoria própria.

4.1.1 Pré-teste

O pré-teste, compostos por 10 questões objetivas e dissertativas (Quadro 1), foi aplicado individualmente, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação aos conceitos de calor e óptica geométrica. Sendo assim, será utilizada uma análise qualitativa.

Após a realização das atividades de aprendizagem, o mesmo teste foi aplicado novamente para analisar uma possível evolução dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Esta análise foi realizada de forma qualitativa e quantitativa.

Quadro 1 - Questionário de pré-teste.

1. A transmissão de calor, com o aquecimento de uma colher exposta sobre a chama de uma vela é chamado:
 - a) Agitação;
 - b) condução;
 - c) irradiação;
 - d) convecção.

2. Nas geladeiras, a fonte fria (o congelador) deve ser colocada:
 - a) na parte inferior, pois o ar quente é resfriado lá;
 - b) na parte superior, pois o ar quente, tende a se elevar;
 - c) na parte inferior, pois o ar frio é mais denso e desce para o fundo;
 - d) no meio do refrigerador.

3. O processo de transmissão de calor que só ocorre no vácuo (onde não tem ar) é:
 - a) condução;
 - b) convecção;
 - c) absorção;
 - d) irradiação.

4. A transmissão de calor ocorre sempre:
 - a) no vácuo;
 - b) entre dois sólidos;
 - c) no sentido dos corpos de menor temperatura para maior temperatura;
 - d) no sentido dos corpos de maior temperatura para menor temperatura.

5. Um cobertor de lã tem por função:
 - a) dar calor ao corpo;
 - b) impedir a entrada do frio;
 - c) reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior;
 - d) comunicar sua temperatura ao corpo.

6. Uma lareira aquece uma sala:

- a) por irradiação e convecção;
- b) exclusivamente por convecção;
- c) principalmente por condução;
- d) exclusivamente por condução.

7. A Terra recebe energia do Sol graças a:

- a) condução do calor;
- b) convecção de energia térmica;
- c) reflexão do calor;
- d) irradiação do calor

8. O que é Reflexão da Luz?

9. O que é ângulo de incidência e ângulo reflexão? E qual o principal fenômeno óptico observado no espelho esférico.

10. Como você definiria o que é foco principal de um espelho esférico côncavo. É onde ocorre o cruzamento efetivo dos raios refletidos pelo espelho.

Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Atividade 1 - Formas De Propagação De Calor

Duração: 10 minutos

Objetivo de aprendizagem:

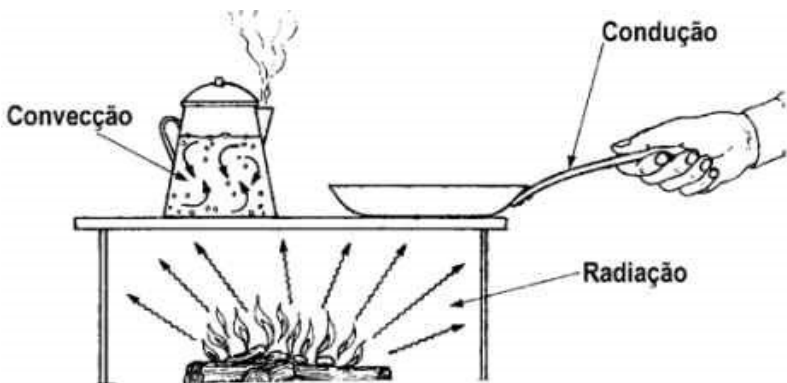
- Identificar e comparar os processos de transferência de calor (Condução, Convecção e Irradiação);
- Entender os conceitos de condução, convecção e irradiação, para posterior experimentação.

Metodologia: Uso de imagens, questionamento e discussão em grupo.

Descrição: Esta atividade apresenta uma ilustração do cotidiano que apresenta os processos de transmissão do calor (Quadro 2). Onde alunos, em grupos, são orientados a observar e analisar a imagem respondendo as questões de orientação para identificação dos fenômenos observados.

Quadro 2 - Atividade sobre mecanismos de transferência de calor.

Mecanismos de Transferência de Calor



Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html> Acesso em 07 janeiro de 2020

A partir da imagem acima, discutam e pensem em uma resposta aos seguintes questionamentos:

- O que você entende por calor?
- Você conhece processos de transmissão de calor? Pesquisem e expliquem quais os três principais processos de transmissão de calor.

Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Atividade 2 – Experiência sobre Irradiação

Duração: 1 aula de 40 minutos

Objetivo de aprendizagem:

- Entender que a luz tem energia;
- Reconhecer condições, características e grandezas térmicas dos materiais que possibilitam quantificar suas propriedades de transferências de calor.

Metodologia: Atividade experimental e discussão em grupo.

Descrição: Esta atividade consiste em realizar o experimento sobre irradiação apresentado no Quadro 3. Cada grupo recebe um roteiro (Quadro 3) de orientação de

como realizar e coletar as medidas de temperatura. Ao final os alunos devem responder algumas perguntas em grupo sobre os resultados observados. O educador ficará observando os questionamentos levantados pelos alunos no momento da aula prática, intervindo se necessário, quando um educando apontar desacordo em relação a atividade que esteja desenvolvendo, de maneira que este possa intervir.

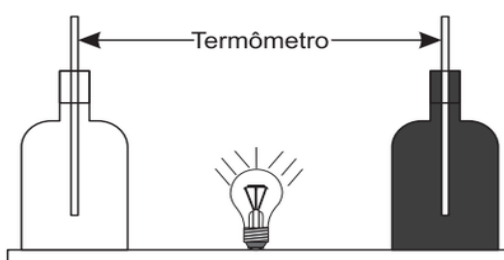
Quadro 3 - Atividade experimental sobre irradiação de corpos negro branco.

Absorção de Energia Corpo Preto e Corpo Branco

Materiais:

- Dois corpos (preto / branco);
- Dois termômetros;
- Uma lâmpada dicróica de 100 watts (com interruptor para ligar e desligar);
- Cronômetro do celular.

Figura 1 – Experimento de processo de irradiação



Procedimento:

Primeiramente insiram os termômetros em cada um dos recipientes e posicionem a lâmpada entre ambos de forma equidistante, conforme ilustra acima. Antes de iniciar o experimento o professor irá conferir se a montagem está correta.

Você deve coletar a temperatura em cada termômetro a cada 30 segundos iniciando a primeira coleta com a lâmpada desligada, que será a temperatura ambiente. Para marcar o tempo pode ser utilizado o cronômetro do celular. Ao ligar a lâmpada, realizar a segunda coleta após 30 segundos, e na sequência realizar mais cinco leituras a cada 30 segundos. Os valores devem ser anotados na Tabela 1.

Após esta coleta de temperaturas a lâmpada é desligada e as medidas de temperatura devem ser coletadas novamente a cada intervalo de 30 segundos, anotando seus valores na Tabela 2.

Tabela 1 – Lâmpada Ligada.

Temperatura(°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco							
Corpo preto							

Tabela 2 – Lâmpada Desligada

Temperatura(°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco							
Corpo preto							

Após realizado o experimento, analisar os resultados das Tabelas acima, fazendo uma discussão no seu grupo, e formule uma resposta comum para o questionário abaixo.

Questionário de análise:

1. Qual delas se aquece mais rapidamente?

2. A que aquece mais depressa é a que esfria mais depressa?

3. Qual delas reflete mais luz?

4. Qual delas irradia mais luz?

5. Qual delas transforma mais luz em calor?

6. O que você acha que ocorre com a luz que incide na lata preta?

Fonte: Autoria própria.

4.1.4 Atividade 3 – Tirinhas sobre Reflexão da Luz

Duração: 1 aula de 50 minutos

Objetivo de aprendizagem:

- Entender o conceito de reflexão da luz;
- Caracterizar espelhos planos e as imagens formadas.

Metodologia: Análise de tirinhas, e discussão em grupo

Descrição: Esta atividade inicia com a apresentação de tirinhas de desenho contendo fenômenos de reflexão da luz. Os alunos devem discutir e responder perguntas relacionada ao conceito de reflexão da luz que podem ser observados nas imagens.

Quadro 4 - Atividade sobre reflexão da luz com tirinhas ilustradas.

Tirinhas sobre reflexão da luz

Primeiramente observem as tirinhas abaixo e discutam em seu grupo sobre os efeitos observados. Formulem uma resposta comum para as questões solicitadas.

Figura 1 - Conceitos reflexão da luz



Fonte: http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu/por_assunto/optica.htm

Figura 2 - Reflexão da luz

Ma - Cacos

MOR, NOSSO ANEL DE NAMORO REFLETIDO NO ESPELHO VIRA DE CASAMENTO!
HÃ?!

ESTAMOS CA-SA-DOS!!!

OPS!

MOOR, QUEBRAR UM ESPELHO DÁ 7 ANOS DE AZAR!!!
MELHOR 7 ANOS DO QUE A ETERNIDADE.

CRASH!

Fonte: <https://www.humorcomciencia.com/blog/139-tirinha-de-fisica/>

A análise das tirinhas em grupos de 4 alunos, onde os mesmos responderão as questões:

- 1) No primeiro quadrinho, o que acontece com o anel refletido no espelho.
- 2) No segundo quadrinho, o que significa CASADOS?
- 3) Porque a palavra impressa na frente de alguns veículos, como por exemplo ambulância, e escrita ao contrário?
- 4) E possível formar uma imagem ampliada ou reduzida usando o mesmo espelho? Justifique.

Fonte: Autoria própria

4.1.5 Atividade 4 - Apresentação Espelhos Esféricos e suas aplicações

Duração: 2 aulas de 50 minutos

Objetivo de aprendizagem:

- Caracterizar os espelhos esféricos e suas imagens formadas;
- Compreender a representação dos raios notáveis na formação das imagens em espelhos esféricos;

- Compreender as aplicações dos espelhos esféricos como no fogão solar;
- Interpretar fisicamente os resultados da aplicação da equação do foco de um espelho côncavo.

Metodologia: Aula teórica expositiva e dialogada com uso de slide.

Descrição: Aula é iniciada com apresentação de slides (conforme pode ser observado no Quadro 5), onde o professor deve propiciar uma interação com os alunos. Isso pode ser implantado a partir de reflexões com os alunos em cada tópico exposto pelo professor, que motivam os alunos a explanarem oralmente suas conclusões sobre o tema em questão.

Quadro 5 - Atividade reflexão em espelhos.

Questionário

1. Um estudante de Física dispõe-se de uma grande quantidade de espelhos esféricos distintos. Durante uma aula prática, o seu professor pediu para que ele construísse um dispositivo capaz de absorver a luz do Sol a fim de aquecer uma pequena panela. Esse aluno deve escolher um espelho:
 - a) convexo.
 - b) côncavo.
 - c) esférico.
2. Motivado a enxergar mais carros que se aproximem da traseira do seu veículo, um motorista resolveu instalar um espelho esférico em um de seus retrovisores. Para sua surpresa, ele obteve somente imagens invertidas dos carros distantes. Qual foi o tipo de espelho escolhido pelo motorista e qual espelho seria a escolha correta?
 - a) plano
 - b) côncavo
 - c) convexo
3. A dona de uma ótica resolveu comprar novos espelhos para que os seus clientes pudessem ver mais detalhes das armações vendidas na loja por meio de imagens ampliadas. O tipo de espelho escolhido pela empresária foi:
 - a) plano.
 - b) esférico.
 - c) côncavos.

d) convexo.

4. Espelhos esféricos convexos são utilizados:

- a) em balcões de ópticas, pois produzem imagens reais e ampliadas.
- b) em lojas, supermercados, retrovisores de carros etc., formando imagens virtuais reduzidas e aumentando o campo de visão.
- c) por dentistas, pois formam imagens reais e ampliadas dos dentes dos pacientes.
- d) em projetores, pois formam imagens reais e invertidas dos objetos.
- e) em provadores de lojas de roupas, pois formam imagens iguais das pessoas.

5. Se um espelho forma uma imagem real e reduzida de um objeto, então o espelho é:

- a) convexo
- b) côncavo

6. Um espelho esférico convexo formara sempre, de um objeto direito e real uma imagem:

- a) direita e real.
- b) direita e imprópria.
- c) invertida e real.
- d) direita e virtual.

7. Para examinar o dente de uma pessoa, o dentista utiliza um pequeno espelho. A respeito do espelho utilizado e da distância do dente ao espelho podemos afirmar:

- a) é côncavo
- b) é plano
- c) é convexo

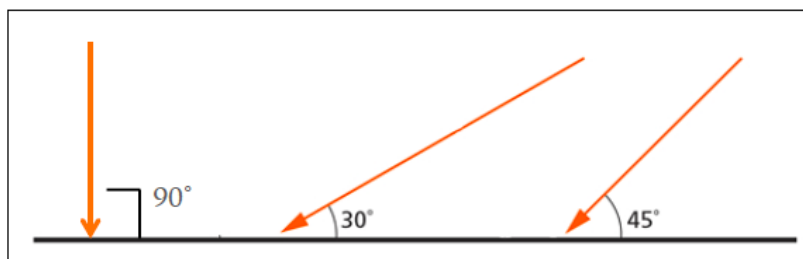
8. Dados os espelhos abaixo, os que podem fornecer uma imagem real de um objeto real são:

- I. esféricos côncavos.
- II. esféricos convexos.

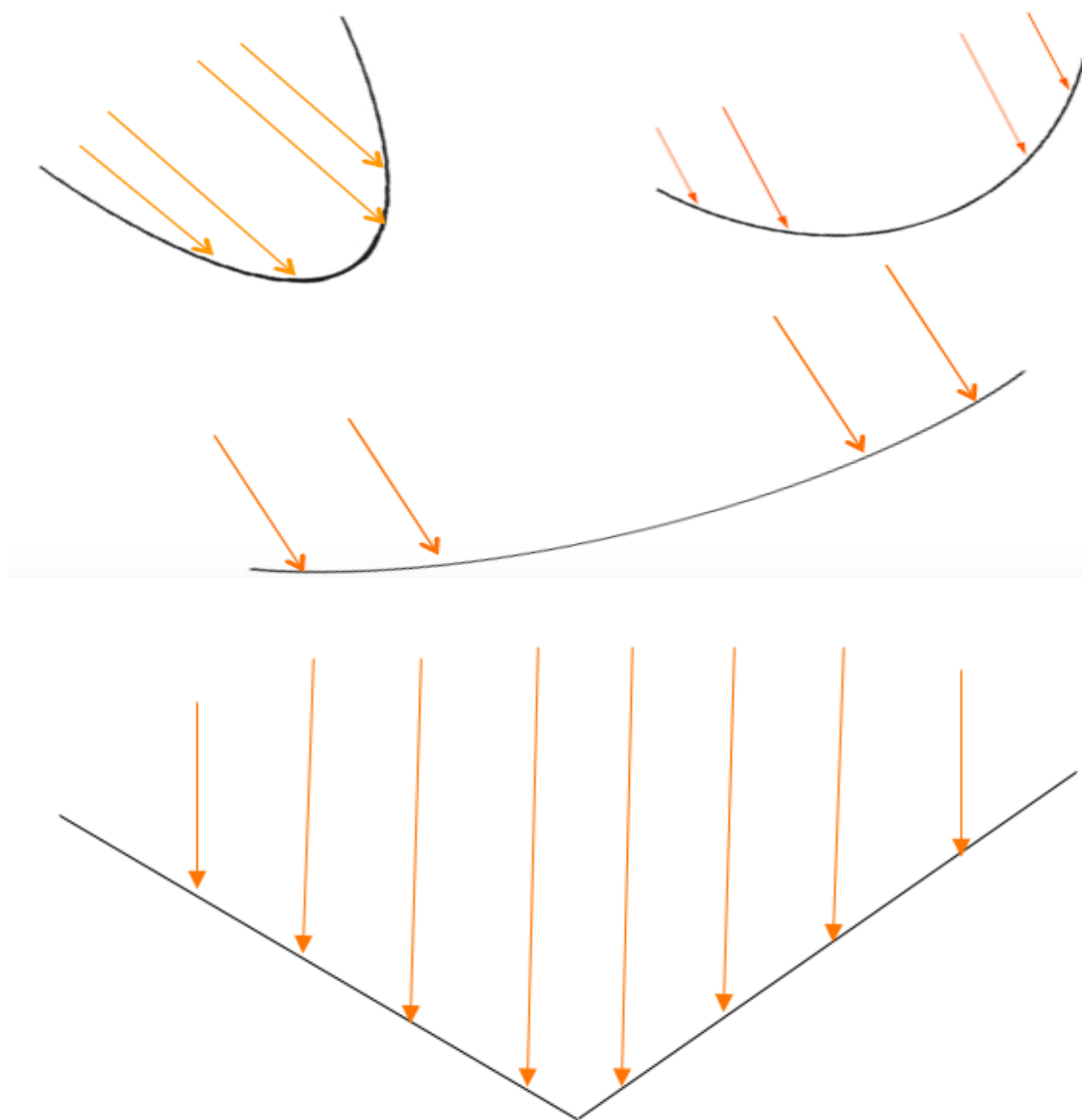
III. planos.

- a) I, II e III.
- b) I e II.
- c) II e III.
- d) somente I.
- e) somente II.

9. Lembre-se de como a luz do sol é refletida por uma superfície espelhada, faça o desenho do raio de luz refletido indicando o ângulo de reflexão nas seguintes imagens:



10. Para dada uma das imagens espelhadas a seguir, desenhe a luz do sol refletida. Onde está o foco?



Fonte: Autoria própria.

4.1.6 Atividade 5 – Construção do fogão solar

Optou-se pela construção de um fogão solar cônico, devida a sua eficiência e praticidade na forma de construir, para que assim fosse possível ser desenvolvido pelos alunos. Em geral, a construção dos fogões solares (parabólicos, tipo caixa, cônico, entre outros) apresentam baixo custo de produção, utilização e manutenção, ao mesmo tempo em que possuem fácil processo de montagem. Assim, cabe ao professor escolher o modelo que achar mais adequado, ou até mesmo permitir que os alunos escolham o modelo.

Com base nos aspectos citados, tal protótipo trabalha com a concentração dos raios solares incidentes em uma superfície cônica refletora. O protótipo proposto configura-se de material a ser utilizado proveniente de sucata, restos de construção e materiais em desuso.

Este modelo de fogão solar tende a concentrar a radiação solar, concentrando-a em uma região focal por meio de uma base cônica. É nesta região do fogão em que é posicionada a panela, proporcionando, assim, o cozimento de alimentos (ou fervura da água, como no caso do protótipo em questão).

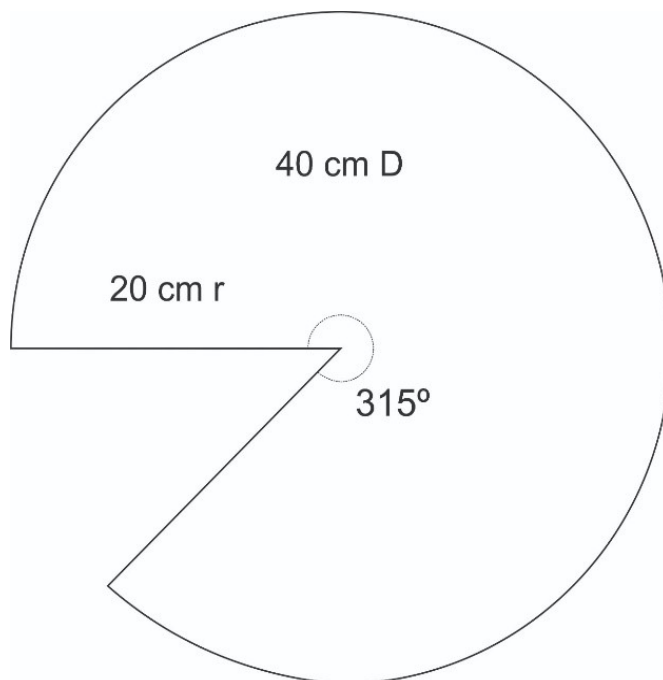
O material principal do equipamento serão chapas metálicas maleáveis de alumínio, por possuírem fácil manuseio e, ao mesmo tempo, serem leves, mantendo a proposta de um fogão portátil.

Para a construção do fogão solar cônico foram utilizados os seguintes materiais:

- 01 chapa metálica de alumínio para o cone;
- 01 panela em alumínio (açucareiro) ou latinha de alumínio;
- 01 haste metálica para suporte do recipiente;
- 01 lata de spray de tinta preta;
- 01 termômetro de mercúrio;
- Alumínio para o suporte;
- Parafusos.

Na Figura 20 pode-se observar a representação esquemática do coletor de raios solares para construção do fogão solar cônico. Na imagem pode-se observar as dimensões necessárias para sua montagem.

Figura 20 - Molde para construção do fogão solar cônico.



Fonte: Autoria própria.

Com os moldes prontos, iniciou-se o corte na chapa metálica, com a ajuda de um profissional da área de metalurgia. Foi, então, facilmente dobrado para formar o cone (Figura 21) e, em seguida, parafusado.

Figura 21 - Recorte de alumínio que constitui o cone do fogão solar.



Fonte: Autoria própria.

Após o devido encaixe, a base cônica ficou com o formato desejado. As laterais cortadas foram lixadas, no intuito de evitar qualquer acidente. O resultado está representado na imagem da Figura 22.

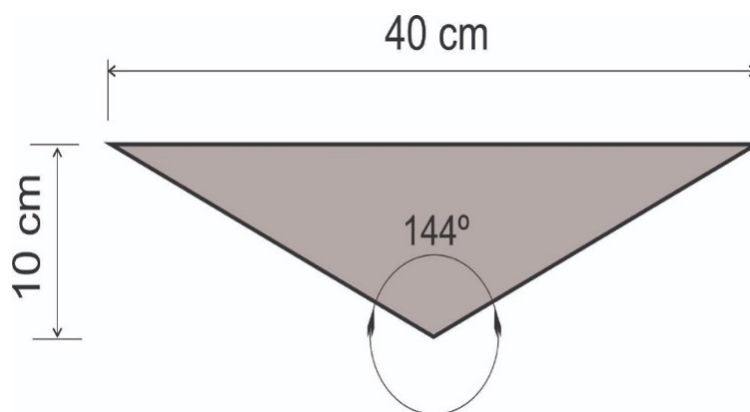
Figure 22 - Base cônica do fogão solar montada e parafusada.



Fonte: Autoria própria.

As dimensões finais do espelho cônico podem ser observadas na Figura 23, medidas em centímetros.

Figura 23 - Dimensões da parte cônica do fogão – altura e base em centímetros



Fonte: Autoria própria.

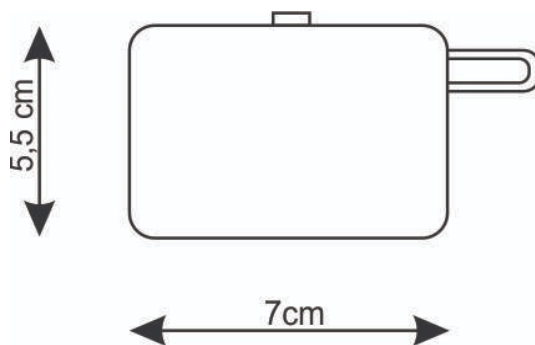
Como a proposta é fazer um mini protótipo, de forma que fosse de fácil locomoção, a panela para os testes deveria ser igualmente pequena, assim, utiliza-se recipiente em alumínio, de dimensões: 5,5 cm de altura e 7cm de diâmetro, como mostra as figura 24 e 25.

Figura 24 - Panela usada no foco do fogão cônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 25 - Dimensões da panela usada no fogão cônico

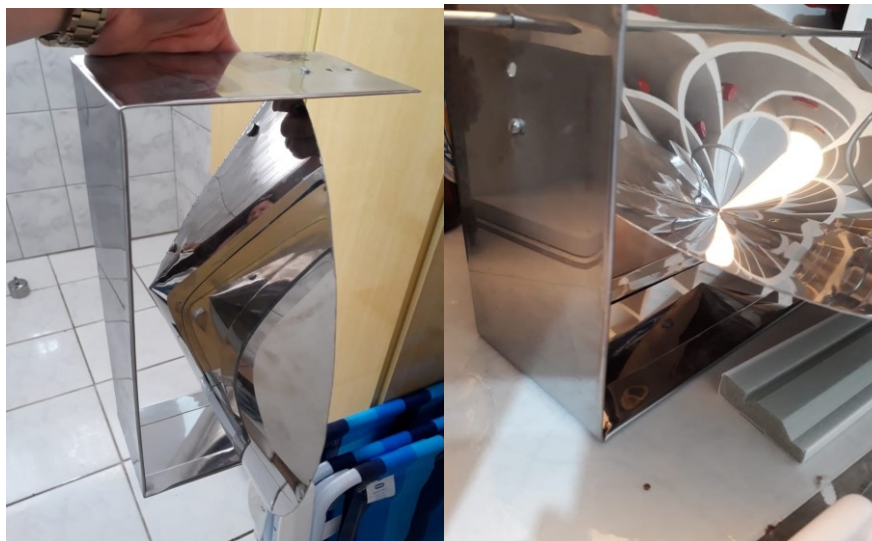


Fonte: Autoria própria.

Para o posicionamento do recipiente, foram utilizados suportes, tanto para a base cônica, quanto para a panela, onde conteria a água para os testes. Para a base de sustentação do cone, utilizou-se restos de chapas de alumínio retangulares, sobradas em formato de U e fixadas por meio de parafusos em duas laterais do cone.

Estes mesmos parafusos devem ser fixados de tal forma que permitam rotacionar o cone conforme o posicionamento da luz solar.

Figura 26 - Base cônica sendo fixada em um suporte.



Fonte: Autoria própria.

Figura 27 - Base cônica fixada em um suporte.



Fonte: Autoria própria.

Com o cone montado e pronto, a base para a panela foi fixada em um pequeno bastão de metal, que atravessou a panela e todo o diâmetro do cone, mantendo o recipiente suspenso.

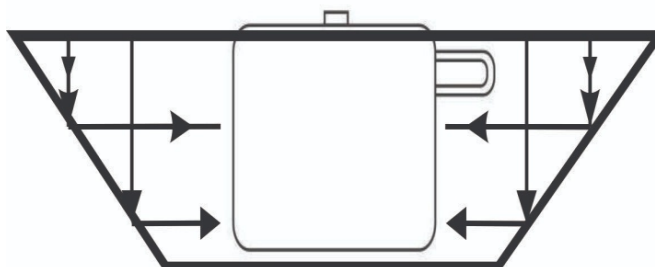
Figura 28 - Montagem final do fogão.



Fonte: Autoria própria.

O fogão concentrador cônico, por sua vez, concentra a radiação no eixo central do cone. O uso de painéis com superfícies laterais escuras aumentam a absorção da radiação solar, o uso de painéis com superfícies laterais polidas diminuem consideravelmente a absorção de radiação solar.

Figura 29 - Focalização tipo tronco-cônica



Fonte: Autoria própria.

O modelo cônico mostrado na Figura 28, para que o mesmo ofereça uma boa refletividade no lado interno do cone e concentração da luz solar, o ajuste do foco é realizado movimentando o concentrador sobre o suporte apoiado no solo a cada 15 minutos.

4.1.7 Atividade 6 – Aplicação do fogão solar

Duração: 3 aulas de 50 minutos

Objetivo de aprendizagem:

- Identificar os conceitos de transferência de calor e óptica geométrica na aplicação e análise do fogão solar cônico;
- Compreender e analisar o funcionamento de um fogão solar cônico;
- Compreender como se obtém o foco do fogão solar cônico utilizando conceitos de reflexão da ótica geométrica;
- Entender que um fogão solar refletor necessita de redirecionamento a cada 15 minutos;
- Compreender que o sistema de melhor rendimento, funciona com direcionamento acompanhando o movimento do sol.

Metodologia: Atividade experimental, análise e discussão em grupo.

Descrição: Está é a aula principal, onde os alunos manusearam o fogão solar cônico e discutiram a função de cada uma de suas partes com relação aos conceitos físicos envolvidos

No início da aula, cada grupo de alunos recebe um fogão solar cônico e um roteiro de atividades que devem realizar (Quadro 6). Este roteiro é composto por questões e tabelas para que os alunos as discutam e completem durante a exposição do fogão a radiação solar. O professor não interfere na discussão e formulação dos conceitos, a menos que seja solicitado sua intervenção.

Quadro 6 - Atividade experimental com o fogão solar.

Roteiro experimental – Fogão solar

Inicialmente discussão em grupo sobre as seguintes perguntas:

- a) Onde se encontra o foco do fogão solar cônico?
 - b) Qual deve ser posição do coletor solar?
 - c) Qual água irá aquecer mais, da panela de alumínio ou da panela pintada de preto?
- Explique.

Agora realize as seguintes etapas:

- Posicione o fogão solar de tal forma que tenha maior incidência solar sobre a placa cônica;

- Cada grupo possuirá uma panela de alumínio, uns sem pintura e outra com pintura preta. Deve-se inserir 100 ml de água, em seguida um termômetro, fechar a panela e posicionar no interior do fogão.
- Colete a temperatura inicial, que será a temperatura ambiente da água, e anote o seu valor na Tabela 1.
- As demais temperaturas devem ser coletadas em intervalos de 15 min durante 75 min.
- Os grupos com diferentes panelas devem compartilhar os dados coletados de temperaturas, e conversam sobre os dados obtiveram.
- Com os dados da Tabela 1 fazer o gráfico da temperatura x tempo.

Tabela 1 – Dados de temperatura em função tempo

Tempo (min)	Panela de alumínio Temperatura (°C)	Panela preta Temperatura (°C)
0		
15		
30		
45		
60		
75		

Questões analisadas em grupo de alunos sobre o experimento fogão solar:

1. Qual o fenômeno óptico principal que o fogão solar utiliza para o aquecimento?
2. Qual deve ser a posição onde a panela deve estar para que o fogão côncavo tenha o melhor rendimento?
3. Qual panela aquece mais? Explique.
4. Qual é a diferença entre um espelho côncavo de um espelho convexo?
5. Marque as alternativas que melhor representam suas impressões sobre ao Fogão Solar côncavo:
 - () O Fogão Solar me fez refletir melhor sobre a aplicação da Física na prática.
 - () O Fogão Solar não me trouxe nada de novo.

- Após o trabalho com o fogão Solar passei a ter mais envolvimento nas aulas de Física.
- O Fogão me fez refletir que com o conhecimento de Física que adquirir no colégio, posso contribuir na sociedade de forma positiva.
- O Fogão nada me fez refletir sobre meu papel de cidadão.
- Após o trabalho com o Fogão Solar passei a compreender melhor os conceitos das leis da termodinâmica.
- O Fogão contribuiu em relação a meu aprendizado.
- O Fogão fez com que as aulas de Física se tornaram mais lucrativas e dinâmicas.

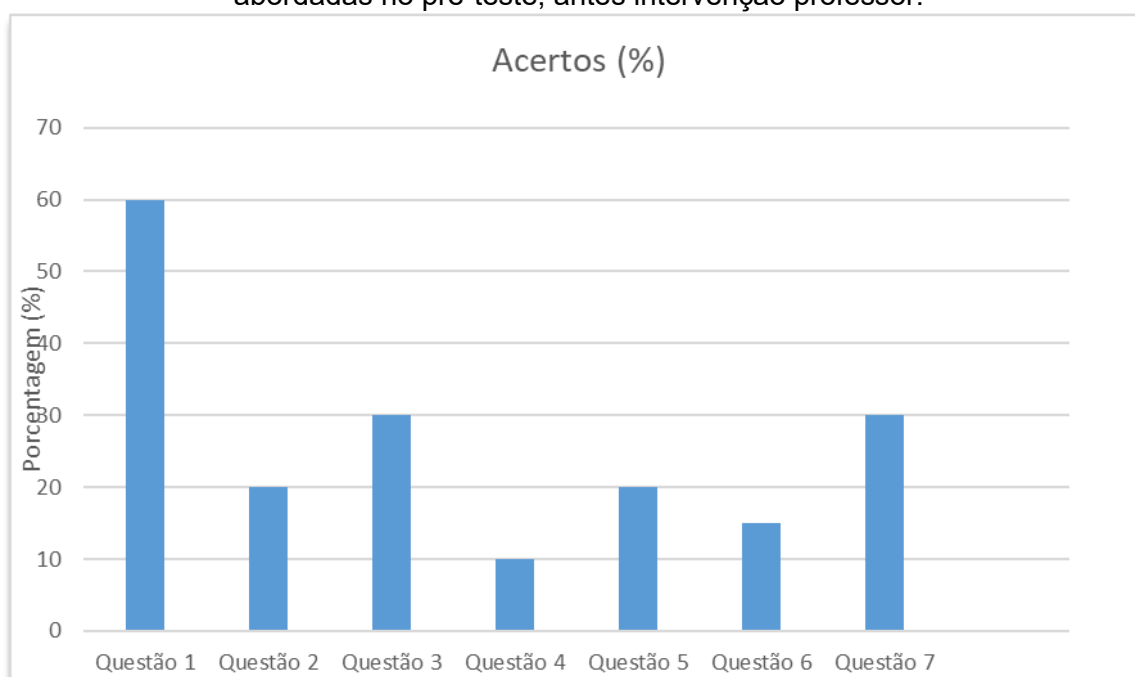
Fonte: Autoria própria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE

Nesta atividade, cujo objetivo é de investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, sobre transmissão de calor e conceitos da óptica geométrica, foi proposto que os alunos respondessem um questionário. Na Figura 30 pode-se observar a porcentagem de acertos das questões objetivas, as quais estão relacionadas ao conceito de calor.

Figura 30 - Representa o gráfico da porcentagem de acertos por questões múltipla escolha abordadas no pré-teste, antes intervenção professor.



Fonte: Autoria própria.

Com relação aos processos de transferência de calor, parte dos alunos, 60%, demonstram ter conhecimento do processo de condução de calor (Questão 1). Porém, grande maioria não possui conhecimento sobre os processos de convecção e irradiação do calor (Questões 2 e 3), resultando em 30 e 20% de acertos, respectivamente. Muitos alunos questionaram sobre “o que seria o vácuo?”. Quando se fez uma análise em um contexto geral de todas as propagações de calor, apresentado na Questão 4, em uma forma mais abrangente, 90 % dos alunos desconheciam os conceitos.

A quinta questão abordava conceitos de calor, com exemplo do cotidiano, de qual a função do cobertor. Onde 20% dos alunos apresentavam conhecimento satisfatório do assunto o restante, respostas aleatórias sobre esses conceitos como, “a função do cobertor é dar calor ao corpo”.

A sexta questão relaciona conceitos de calor e propagação de calor, ou seja, quais os processos envolvidos, verifica-se que 85% dos alunos não demonstram conhecimento sobre o assunto, não conseguiram relacionar mais que um conceito de propagação na mesma aplicação, e 15% mostraram conhecimento.

A sétima questão, era para avaliar os conhecimentos prévios sobre a maior fonte de energia do nosso planeta, porém, apenas 30% dos alunos apresentaram ter conhecimento que o calor proveniente do sol se propaga por irradiação.

Foi possível observar, também, em alguns comentários durante a realização do pré-teste, que: parte dos alunos relacionaram processos de transmissão de calor com exemplos do cotidiano, porém a maioria dos alunos não o associaram; vários erros conceituais relacionados ao calor e temperatura, muitas vezes relacionando calor e temperatura como sendo mesmo conceito.

Estes resultados iniciais sobre propagação de calor, mostram que o processo de condução de calor é parcialmente compreendido, mas que precisa de novos ensinamentos para agregar outros saberes e relacionar com os demais processos de convecção e irradiação, para que um significado concreto seja possível uma aprendizagem significativa.

As questões descritivas tratavam sobre conceitos de reflexão da luz. A oitava questão, era para definir reflexão da luz, onde 95% dos alunos deixaram a questão sem responder e 5% responderam, mas não com conhecimento satisfatório. A nona questão, relaciona ângulo incidência e refletido, e qual fenômeno observado nos espelhos esféricos, 98% dos alunos não apresentaram conhecimento do assunto, e 2% descreveram conceitos parciais sobre assunto. A décima questão, abordava foco de um espelho côncavo, 95% dos alunos demonstram não ter conhecimento introdutório sobre o assunto e 5% mostraram ter conhecimento.

Estes resultados mostram a necessidade de exploração sobre os conceitos envolvidos na óptica geométrica. É importante que o professor desenvolva diferentes atividades para possibilitar a aprendizagem deste conteúdo.

Uma boa metodologia é unir a teoria à prática, pois quando o aluno atribui significado aos elementos observados durante a realização de um experimento, esses

passam ser os pontos de ancoragem, que em outros momentos, podem ajudar na compreensão de novos conceitos.

É necessário também dar condições para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra, como a predisposição do aluno em aprender. Para isto é interessante que as atividades a serem realizadas sejam planejadas de modo que fiquem atrativas ao aluno.

5.2 ATIVIDADE 1 – FORMAS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Na primeira atividade, (Quadro 1) os alunos observaram a figura de uma frigideira e um fogão à lenha, e posteriormente, deveriam conceituar calor e os processos de transmissão de calor com o cotidiano. Pode-se observar que 70 % dos alunos não sabiam definir corretamente o termo “Calor”, confundindo-o com temperatura.

No decorrer do tempo ocorreu a mediação do professor para contextualizar e formular um conceito correto para temperatura e calor.

Nos processos de transmissão de calor, os alunos conseguiram definir a condução do calor, com maior certeza e clareza, nas respostas. Alguns responderam exemplos de aplicação no cotidiano da convecção, citando em suas respostas: o ar condicionado e a geladeira. Mas não souberam formular um conceito físico do que seria o processo de convecção. Então, nesse momento teve a intervenção do professor com explicações desses conceitos não adquiridos pelos alunos, reformulando esses conceitos no quadro, e os alunos anotando no caderno.

5.3 ATIVIDADE 2 – EXPERIÊNCIA SOBRE IRRADIAÇÃO

Nessa atividade foram realizados diálogos entre professor/aluno, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos e reformulando novos conhecimentos a partir das intervenções do professor, para posterior experimentação, e assim relacionando teoria/prática.

Com relação ao experimento realizado, sobre absorção e emissão da luz (Quadro 2), o qual foi composto por uma lâmpada e dois corpos, sendo um preto e

outro branco, com um termômetro para aferir a temperatura de cada corpo, os alunos relataram:

- Quanto maior a temperatura do corpo, maior a quantidade de luz por ele emitida;
- A diferença de temperatura no corpo preto e no corpo branco;
- Que a superfície negra, absorve mais luz do que uma superfície branca, tendendo a esquentar-se;
- Tornando-se mais quente, a superfície negra também tende a emitir mais luz.
- Alguns alunos, em conversa com seu grupo, comentavam sobre por que a roupa preta é mais quente se usada no verão, do que uma roupa branca.

Na Figura 31, pode-se observar a realização do experimento e a coleta das temperaturas dos corpos com a lâmpada acesa a cada 30 segundos, utilizando o cronômetro do celular e o termômetro. Foram realizadas sete medições.

Figura 31 - Experimento absorção energia do corpo preto e branco lâmpada ligada



Fonte: Autoria própria.

Cada grupo montou o seu experimento, conforme a figura 36, respondendo a questões relacionadas a prática. Pode-se dizer que foram aulas bem diferentes das que normalmente os alunos estão acostumados, que são teóricas expositivas e após resolução de exercícios. Isso se justifica pela prática pedagógica adotada e também pela própria organização da sala, onde as carteiras foram agrupadas para coletar informações do experimento. Dessa forma, foi observado que de um modo geral os

alunos se envolveram nas atividades, mostraram-se motivados e entusiasmados com as práticas.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados das medidas de temperatura obtida por parte dos grupos.

Tabela 2- Dados de temperatura coletados no experimento com a lâmpada acesa.

Temperatura (°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco (°C)	30	30	31	33	34	35	35
Corpo Preto (°C)	30	33	39	46	52	55	59

Fonte: Dados organizados pela autora.

Os alunos observaram que o corpo preto absorve muito mais energia no decorrer do tempo que o corpo branco. Eles até comentavam em diálogo com o grupo que não acreditavam que poderia haver tanta diferença de temperatura, que só acreditavam pois eles próprios estavam fazendo as medidas.

Foi proposto, na mesma atividade, que depois das sete coletas de temperatura se desligasse a fonte de energia (lâmpada) e coletasse novamente a temperatura.

Na Figura 32, foram coletadas sete medições de temperatura, partindo no momento que foi desligada a lâmpada, no procedimento anterior.

Figura 32 - Completando tabela de temperatura do corpo branco e preto, com a lâmpada desligada.



Fonte: Autoria própria.

A Tabela 3, demonstra os resultados das temperaturas do corpo preto e branco no decorrer do tempo obtidos pelos alunos, com lâmpada apagada.

Tabela 3- Dados de temperatura coletados no experimento com a lâmpada apagada.

Temperatura (°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco	35	35	35	34	33	33	32
Corpo Preto	59	59	58	57	55	54	52

Fonte: Dados organizados pela autora.

Analisando os questionamentos apresentados pelo educando a respeito do experimento apresentado, os alunos relataram que:

- O corpo preto, no momento de análise com a lâmpada apagada, manteve maior temperatura no decorrer do tempo em relação ao corpo branco, pois absorveu mais radiação;
- Tem diferença de temperatura no corpo preto e no branco, mesmo com a lâmpada apagada;
- Ao se tornar mais quente, a superfície negra demorará mais para esfriar;
- Algumas equipes comentavam, sobre o porquê de um carro preto, se exposto no sol, a temperatura interna é maior, do que um mesmo carro na cor clara. Observando uma notável a assimilação do conteúdo, abordado.

Constatou-se que os alunos apresentavam conhecimentos a respeito dos conceitos de propagação de calor, e assim mostraram interesse no desenvolvimento da atividade e na compreensão dos fenômenos, procurando desenvolver a atividade com ênfase e dedicação e muito diálogo entre os educandos de grupo.

Analisando a intervenção, pode-se constatar que um grande grupo de alunos apresentou ponderações satisfatórias, formulando suas próprias conclusões em relação ao conhecimento energia absorvida por irradiação, para o nível de desenvolvimento cognitivo e para o período em que se encontra no ensino médio.

5.4 ATIVIDADE 3 - ANÁLISE DAS TIRINHAS SOBRE REFLEXÃO LUZ

Nessa atividade (Quadro 3) foram explanados conceitos de reflexão da luz e aplicação desse mesmo conceito nos espelhos planos, abordando novos conhecimentos por meio de discussões e interações entre os alunos e professor. Neste contexto de metodologia utilizada, surgiram vários questionamentos a respeito dos conceitos e aplicações da reflexão da luz.

Na Figura 33, pode-se observar um grupo de alunos realizando a análise da imagem para responder as perguntas. Constatou-se que as maiorias dos alunos demonstraram curiosidade e interesse em aprimorar seus conhecimentos a respeito do assunto. Um dos questionamentos observados, foi “como a aliança aparece contrária na imagem da mão do macaco?”

Figura 33 - Alunos desenvolvendo as atividades em sala de reflexão da luz



Fonte: Autoria própria.

Na sequência, foram dispostas algumas respostas exemplificando o trabalho realizado pelos alunos, conforme pode ser observado nas imagens das Figura 34 e 35.

Figura 34 - Respostas dos Alunos referente à análise das tirinhas – Grupo a

A análise das tirinhas em grupos de 4 alunos, onde os mesmos responderão à questões:

- 1- No primeiro quadrinho, o que acontece com o anel refletido no espelho
O reflexo inverte o anel de mão, parecendo um casamento
- 2- No segundo quadrinho o que significa CASADOS?
Porque inverteu o anel de mão quando me- zou no espelho.
- 3- Porque a palavra impressa na frente de alguns veículos , como por exemplo ambulância , e escrita ao contrario? Reproduza.
Por o espelho de carro inverte a imagem da carro atrás.
- 4- E possível formar uma imagem ampliada ou reduzida usando o mesmo espelho? Justifique.
Sim, se o espelho tiver um deito oval isso é possível.

Fonte: Organizado pela autora.

Figura 35 - Respostas dos alunos referente à análise das tirinhas – Grupo b

A análise das tirinhas em grupos de 4 alunos, onde os mesmos responderão à questões:

- 1- No primeiro quadrinho, o que acontece com o anel refletido no espelho
Fica na mão contrária
- 2- No segundo quadrinho o que significa CASADOS?
Porque o espelho fez o anel mudar de mão
- 3- Porque a palavra impressa na frente de alguns veículos , como por exemplo ambulância , e escrita ao contrario? Reproduza.
Porque quando refletido no espelho da carro ela fica certo.
- 4- E possível formar uma imagem ampliada ou reduzida usando o mesmo espelho? Justifique.
Não, pois cada um tem uma forma de refletir a luz e mostrar a imagem.

Fonte: Organizado pela autora.

Sobre esta atividade dos espelhos planos, cabe ainda destacar a questão 4, na figura 34, onde o (grupo a) responderam: que se o espelho possuir concavidade, seria possível obter imagem ampliada ou reduzida, mas no espelho plano isso não seria

possível. Já na Figura 35 com análise na mesma questão 4, (o grupo b), afirmaram que é possível, pois o espelho plano em estudo pode mostrar vários tipos de imagem.

Analisando os questionamentos apresentados pelo educando a respeito da reflexão da luz e suas aplicações é notável um desconhecimento a respeito de alguns conceitos básicos da óptica geométrica, como formação de imagens em espelhos, fazendo-se necessário uma explanação em grande grupo, clareando a características da imagem nos espelhos planos, para que os alunos não confundam com as imagens formadas pelos espelhos esféricos.

5.5 ATIVIDADE 4 - ANÁLISE DA APRESENTAÇÃO ESPELHOS ESFÉRICOS E SUAS APLICAÇÕES

Nessa etapa, iniciou-se a aula com uma apresentação composta por uma retomada de reflexão da luz e seguida por aula expositiva sobre espelhos esféricos e suas aplicações conforme (Quadro 4), sempre levando em conta o conhecimento prévio do aluno, observado no momento das indagações feitas pelos alunos, no decorrer aula.

Durante a aula, alguns alunos questionaram o porquê de a imagem aparecer invertida em algumas posições no espelho convecção, ou porque a imagem aparece menor do que objeto em estudo. De fato, estas perguntas foram muito pertinentes, para assim efetivar o ensino aprendizagem dos alunos partir das dúvidas que surgem no decorrer da exposição do conteúdo

Após a explanação, grupos de alunos foram organizados e entregue um questionário sobre o conteúdo abordado na aula expositiva, para posterior análise pelo professor.

Durante a aula, constatou-se que os alunos não apresentavam conhecimentos a respeito espelhos esféricos e suas aplicações, no entanto, mostraram interesse no desenvolvimento da atividade e na compreensão dos fenômenos. Assim, foi possível aproveitar as importantes indagações dos alunos para uma intervenção do professor durante a aula expositiva, para formação do conceito correto.

Analisando as respostas dos alunos ao questionário, pode-se constatar que um grande grupo de alunos apresentou ponderações satisfatórias, formulando suas próprias conclusões em relação ao conhecimento espelhos esféricos e suas aplicações

5.6 ATIVIDADE 5 – CONSTRUÇÃO DO FOGÃO SOLAR

Nesta atividade, pode-se dizer que foram aulas bem diferentes das que normalmente os alunos estão acostumados, que são teóricas expositivas seguidas resolução de exercícios. Isso se justifica pela prática pedagógica adotada para motivar os alunos a construir um fogão solar. Devido ao tempo restrito, os alunos realizaram a construção do fogão solar no período oposto ao seu de aula.

Optou-se pela construção de um fogão solar cônico, devida a sua eficiência e praticidade na forma de construir, para que assim fosse possível ser desenvolvido pelos alunos. Vale ressaltar que os outros modelos de fogões, como o parabólico e do tipo caixa, também podem ser construídos de forma simples. Cabe ao professor ou até mesmo os alunos, escolher o modelo que achar mais adequado para o estudo.

A construção foi realizada em etapas, com a participação de todos. As etapas foram:

- A separação de materiais, que já continham no laboratório do colégio.
- Com papel cartolina, régua e transferidor começou a confecção dos moldes da parte cônica do fogão e também do suporte, com suas respectivas medições de onde seria colocado o suporte para posterior acomodar a panela, já que os grupos já tinham em mãos o manual de confecção.

Um fator importante, nesse primeiro momento, foi a curiosidade dos estudantes em entender como cada parte do fogão funcionaria e como seria possível, algo tão simples aquecer água e até cozinhar alimentos.

Importante ressaltar, o interesse e o empenho, dos estudantes na montagem do aparato, e muitas vezes na busca de soluções para problemas que surgiram, como: para cortar as partes metálicas, usadas tanto na parte cônica, como no suporte do fogão.

Então depois dos moldes prontos, para segurança dos alunos, foram recortados e parafusados em uma metalúrgica, com acompanhamento de um aluno por grupo para posterior explicação do processo no grande grupo.

Na Figura 36, pode-se observar um fogão solar cônico construído por um grupo de alunos.

Figura 36 - Aparato experimental de um fogão solar cônico.



Fonte: Autoria própria.

Por meio desta atividade foi possível perceber que mesmo sem laboratório de Física é possível realizar atividades experimentais, e que por mais simples que sejam, o envolvimento dos alunos é muito maior, eles se motivam mais, discutem, ou seja, participaram ativamente do processo ensino aprendizagem.

5.7 ATIVIDADE 6 - ANÁLISE DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE UM FOGÃO SOLAR

Nesta aula buscou-se contemplar uma discussão ampla e interdisciplinar dos conteúdos de óptica geométrica e termologia a partir da aplicação do fogão solar cônico construído pelos alunos. O uso da experimentação de um fogão solar teve como objetivo principal contribuir na formação de conceitos físicos importantes para relacionar a teoria/prática. Sempre levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos, objetivando uma intervenção motivadora na construção do ensino/aprendizado do educando.

Inicialmente, os alunos foram informados dos objetivos da atividade, seguida de uma explanação dos procedimentos, e levados a responder alguns questionamentos, como: “Qual o tipo de energia será utilizado no fogão solar cônico?”, “como determinar a concentração de energia no fogão, em um foco ou em toda superfície refletora?”, “a cor da panela (preta ou alumínio) interfere na absorção da energia, oriunda do sol?”. Em seguida, foi entregue a cada grupo, as atividades que deveriam desempenhar.

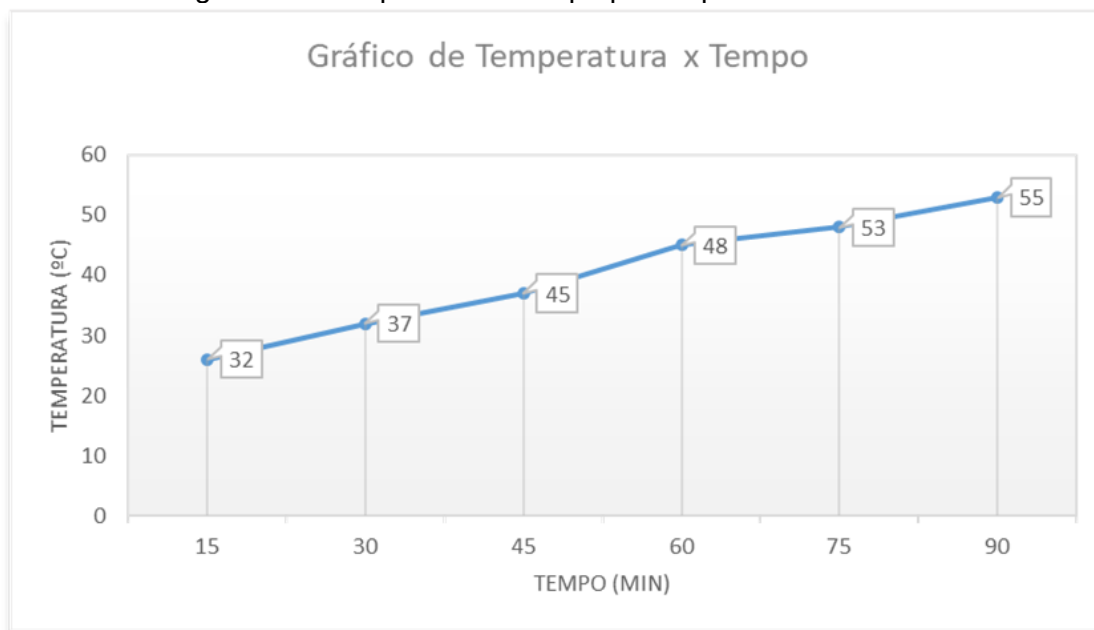
5.7.1 Coleta de dados do experimento

Os testes foram realizados no dia 08 de novembro de 2019 em um dia ensolarado. Um termômetro graduado em Celsius foi inserido no interior do recipiente e a temperatura foi coletada a cada quinze minutos. A coleta de temperatura teve início as 10 horas da manhã e foi finalizada as 11 horas e 30 min, utilizando dois fogões cônicos, um deles com a panela de alumínio e o outro com a panela preta contendo 100 ml de água.

Ao iniciar atividade, os alunos utilizaram o celular de apoio para marcar o horário de coleta de temperatura, e a cada 15 minutos redimensionam os fogões, mudando sua posição em relação ao sol, pois os raios de luz em um fogão solar cônico incidem em vários pontos da panela. Com termômetro em mãos iniciaram a experimentação, com conhecimentos de conceitos já estudados na teoria em sala de aula, e agora correlacionando com a prática. A Figura 37 apresenta os dados da temperatura da água contida no recipiente alumínio a cada 15 minutos de exposição energia proveniente sol.

Os alunos nesse momento aplicam o conhecimento, pois colocam o fogão solar em funcionamento, e verificam no decorrer do tempo o aumento de temperatura no interior da panela, registrando-a em uma tabela, para posteriormente discussão e análise.

Figura 37 - Temperatura x tempo para a panela de alumínio



Fonte: Dados organizados pela autora.

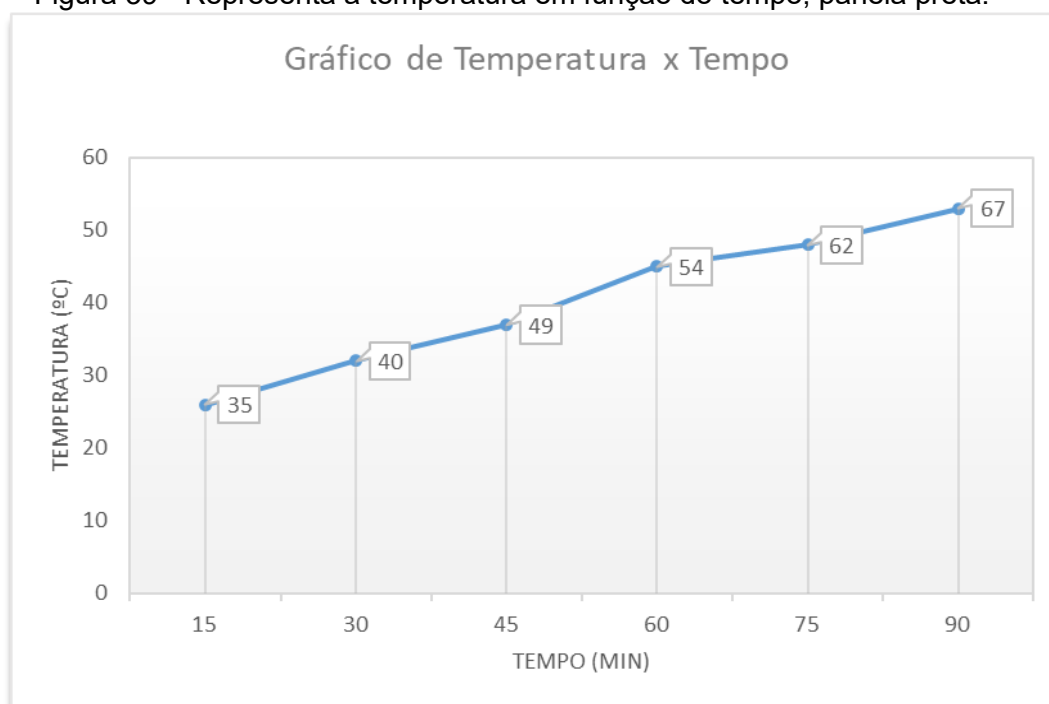
Na Figura 38 pode-se observar um grupo de alunos realizando o experimento e coleta de temperatura utilizando um recipiente de cor preta, a figura 39 são mostrados os dados sobre a temperatura da água contida no recipiente preto a cada 15 minutos de exposição energia proveniente sol.

Figura 38 - Desenvolvendo a atividade fogão solar recipiente cor escura.



Fonte: Autoria própria.

Figura 39 - Representa a temperatura em função do tempo, panela preta.



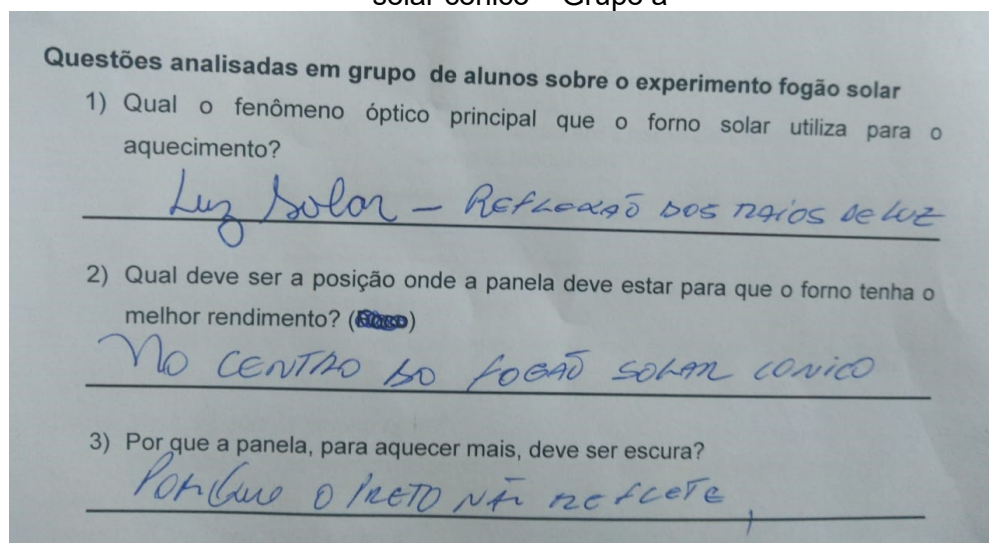
Fonte: Dados organizados pela autora.

Todo conteúdo é discutido com a preocupação de fazer um paralelo entre o uso do fogão solar e o que acontece ao longo do tempo que o fogão solar funcionou. No decorrer das aulas os estudantes percebem de forma clara, como o fogão funciona e, ao mesmo tempo, o processo de propagação de calor presente.

Alguns alunos questionaram se poderíamos, com essa energia, fazer cozimentos de alimentos, pois já tinham lido na internet documentários sobre o uso dessa concentração de energia solar para cozimento. E por outro lado comentavam que não sabiam que todos os conceitos envolvidos nos experimentos são da área da física, estuda no ensino médio.

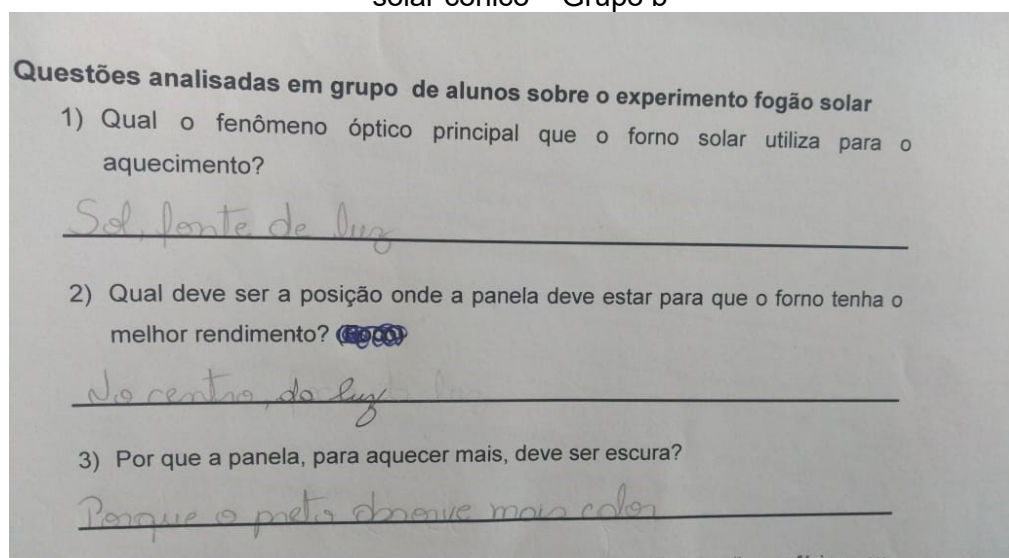
Após a coleta de dados do experimento os alunos, em grupo, responderam questionário que envolviam conceitos da óptica geométrica e propagação de calor, envolvidos no experimento. Ocorrendo indagações sobre detalhes da absorção de energia no fogão solar, como: a diferença temperatura de exposição das painéis (preta/alumínio). Na sequência, foram dispostas respostas, de dois grupos de alunos, conforme pode ser observado nas imagens das Figura 40 e 41.

Figure 40 - Respostas dos Alunos: referente conceitos envolvidos no experimento do fogão solar cônico – Grupo a



Fonte: Organizado pela autora.

Figure 41 - Respostas dos Alunos: referente conceitos envolvidos no experimento do fogão solar cônico – Grupo b



Fonte: Organizado pela autora.

Através da leitura das respostas dos alunos, representadas nas Figuras 40 e 41, o (grupo a) definiu claramente em sua resposta que o fenômeno envolvido na experimentação é a reflexão dos raios solares, ao centro do fogão solar. O grupo a concluiu que a panela preta não reflete a luz, o grupo b respondeu que a panela absorve a luz, que são os mesmos conceitos envolvidos. Por isso, na panela preta, foi constatado temperatura mais elevada. Essas indagações sobre a diferença de

temperatura entre as panela, foram debatidas no momento da experimentação pelos próprios alunos.

O questionário serviu para averiguação dos estudantes, de como o fogão solar é uma ferramenta poderosa no ensino da física para conteúdo de óptica geométrica e termodinâmica, pois os objetivos do trabalho eram investigar a importância que a junção da teoria/prática significa na aprendizagem dos alunos.

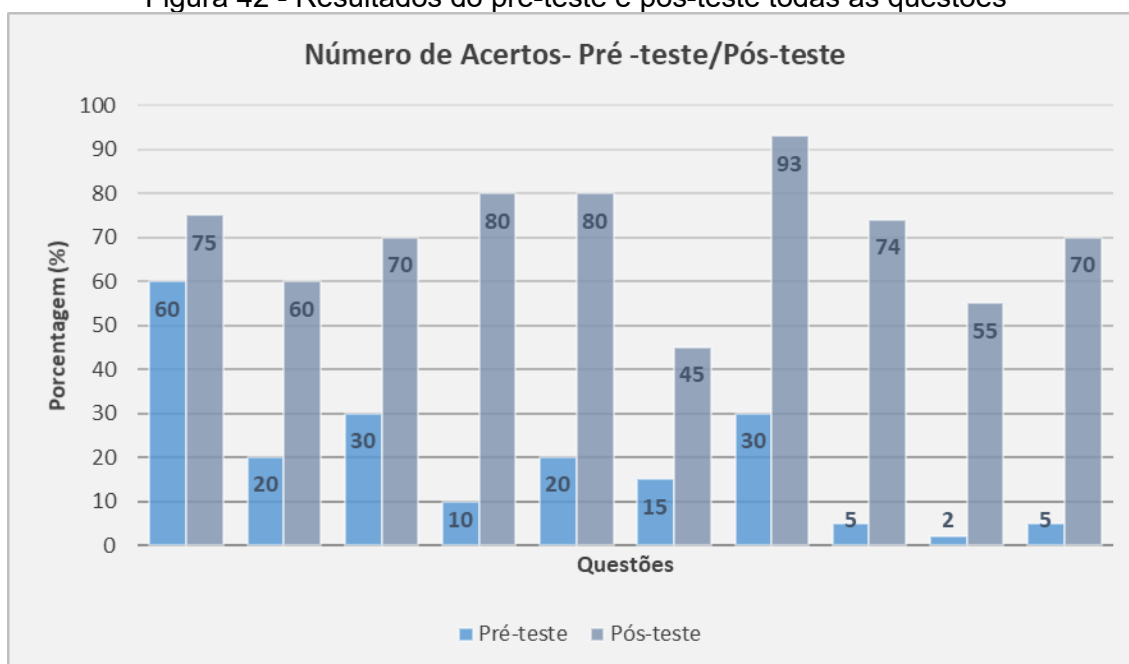
Como sugestão o professor pode acrescentar em sua SD, os conceitos do calor absorvido, e com os dados coletados no experimento calcular essa quantidade de calor além de obter a eficiência do fogão solar.

5.8 ANÁLISE DO PÓS-TESTE

Após a aplicação das atividades da SD, aplicou-se o mesmo questionário aplicado para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos. O objetivo é apurar se o aluno obteve concepções de mudança em relação aos conhecimentos prévios sobre calor e óptica geométrica, oportunizando a construção e reconstrução de conceitos físicos, constando se a intervenção contribuiu para o processo de ensino/aprendizagem.

Analisando o pré e pós teste, pode-se observar que houve um aumento no número de acertos, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 42. Esse gráfico representa a quantidade de acertos e erros por questões múltipla escolha e descritiva abordadas no pós-teste, depois da aplicação da SD.

Figura 42 - Resultados do pré-teste e pós-teste todas as questões



Fonte: Dados organizados pela autora.

Pode-se observar um acentuado crescimento em relação ao conhecimento adquirido antes e pós intervenção, principalmente nas questões que apresentavam baixo rendimento.

Primeira questão, está relacionada a propagação de calor por condução, com análise Figura 42, ocorreu um crescimento de 15% de alunos que se apropriaram dos conhecimentos depois intervenção do professor, pois mais da metade da turma já obtinha conhecimento prévio sobre conceitos abordados.

Segunda questão, os alunos deveriam identificar a forma de transmissão de calor por convecção relacionando equipamentos elétricos do cotidiano como exemplo o refrigerador, foi analisado, considerável apropriação do conhecimento para quem não possuía conhecimentos dos conceitos, mas ocorreu uma intervenção do professor com explicação verbal sobre esses conceitos não assimilados

Terceira questão, relaciona o conceito de propagação de calor por irradiação, onde 40% dos alunos obtiveram avanço nos conceitos. Percebe-se um avanço admissível do número de alunos que se apropriaram do conhecimento, relacionando teoria/prática, com experimento de irradiação corpo preto e corpo branco do Quadro 2.

Quarta questão, analisa num contexto geral todas as propagações de calor, numa forma mais abrangente, 90% dos alunos não possuíam conhecimento prévio

desses conceitos abordado, até comentaram “ Professora o que e sentido desse calor de menor ou maior temperatura ” na física, depois intervenção do professor com a SD, formularam conceitos físicos relevantes como observa-se na Figura 42.

Quinta questão abordava conceitos de calor, com exemplo do cotidiano, de qual a função do cobertor. Onde no Pré-teste a maioria dos alunos já obtinham conhecimento prévio sobre assunto, conforme figura 42, depois da intervenção passou a 87% dos alunos apresentavam conhecimento.

Sexta questão relaciona conceitos de calor e propagação em uma lareira, os alunos questionavam: “Será o processo de convecção também, ou só irradiação? ”, observa-se na Figura 42, que os alunos tiveram um crescimento desses conceitos, mas não foram satisfatórios, 30% dos alunos ainda não se apropriaram do conhecimento, necessitando de intervenção novamente do professor, com exposição do conteúdo no quadro.

Sétima questão, os alunos devem ter conhecimento prévio de qual a maior fonte de energia do nosso planeta, verifica-se que no pré-teste 30% dos alunos demonstram conhecimento sobre o assunto, não conseguiram relacionar mais que um conceito de propagação na mesma aplicação, já no pós-teste depois das aulas expositivas e relacionando teoria/prática observa que a porcentagem de acertos passou para 90%, resultado satisfatório.

Nas três últimas questões era para definir reflexão da luz, relacionar ângulo incidência e refletido, o fenômeno da luz observado nos espelhos esféricos e finalizando definindo foco de um espelho côncavo, conforme figura 42 os alunos obtiveram conhecimentos após intervenção. Mesmo com resultados satisfatório, ocorreu a intervenção do professor, com um esquema no quadro sobre esses conceitos, para abranger ensino aprendizagem em sua totalidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos com o pré-teste, constata-se que a maioria dos alunos não continham conhecimento prévio de alguns conceitos de termologia e óptica geométrica. Com a análise do pós-teste, evidenciamos um considerável aprimoramento na forma de observar e descrever os conceitos físicos aplicados no produto educacional, obtendo um crescimento conceitual no ensino/aprendizado.

Os resultados obtidos com o fogão solar como ferramenta no ensino de Física foram significativos. Isso ficou claro em vários pontos nas análises obtidas nos questionários no final de cada intervenção. Outro resultado importante foi o fato de que o fogão solar desenvolveu nos alunos uma visão bem mais ampla da Física. Em seus relatos, ficou claro que esses conteúdos passaram a ser vistos como uma fonte de pesquisa que pode ser utilizada para ajudar a sociedade, que é um de seus papéis no currículo escolar. De acordo com os relatos, antes do forno solar eles não tinham essa visão. Disso infere-se que o contato dos alunos com o fogão solar fez com que eles refletissem sobre a aplicação da Física na prática.

Diante do exposto, verifica-se que a Física deve ser desenvolvida de forma a articular os fenômenos físicos com a realidade do educando, posto que a física é uma ciência que observa, analisa e explica os fenômenos do universo e o meio em que estamos inseridos.

Conclui-se que o produto educacional não é completo, verifica-se, ao longo da aplicação, que deveria haver uma sequência didática relacionando os cálculos da quantidade de calor absorvida pelo forno solar. Mas que o professor pode acrescentar em seu planejamento no momento que faz a coleta de informações com o fogão solar e utilizar esses dados para calcular o calor absorvido pelos 100ml de água expostos à energia solar, sabendo que o aluno tem em mãos a variação da temperatura e também conhecem o calor específico da água que consta em qualquer material didático. E assim o fogão solar pode ser utilizado no laboratório do colégio para desenvolver mais experimentos nas aulas de Calorimetria, Óptica e termodinâmica

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDABÓ, Ricardo. **Energia solar**. São Paulo: Editora ArtLiber, 2002

AUSUBEL D. **Biografia**. Disponível em: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>. Acesso em: 31/01/2019.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Situação de ensino-aprendizagem: análise de uma sequência didática de física a partir da teoria das situações de Brousseau**. São Paulo: USP, 2008 (Dissertação de Mestrado).

BALLESTER, Facundo; UDÍAS, José Manuel. **Física Nuclear y Medicina**. REF Enero-Marzo 2008.

BOCAFOLI, Fransisco. **Reflexão da luz em espelhos planos**. Física e vestibular. 2008. Disponível em: < <http://fisicaevestibular.com.br/novo/optica/optica-geometrica/reflexao-da-luz-e-espelhos-planos/> >. Acesso em: 10/10/2020

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, MEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Vol. 2. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRIGHENTI, Josiane; BIAVATTI, Vania Tanira; SOUZA, Taciana Rodrigues. **Metodologias de Ensino-Aprendizagem: Uma abordagem sob a percepção dos alunos**. Revista GUAL, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 281-304, set. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/1983-4535.2015v8n3p281/30483>. Acesso em: 31/01/2019.

CARVALHO, A. M. P. D. C; PÉREZ, D. G. **Ensinar a ensinar: didática para escola fundamental e média**. In: CASTRO, A. D. O saber e o saber fazer dos professores. São Paulo: Pioneira, 2001.

DE PAULA, DINIZ, Robson Torres. **Usando experimentação no ensino potencialmente significativo de óptica geométrica**. Volta Redonda: Universidade Federal Fluminense, 2016 (Mestrado em Ensino da Física).

DOLZ, J; NOVERRAZ, M; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: Apresentação de um Procedimento**. In: Gêneros orais e escritos na escola. São Paulo: Mercado de Letras, 2004.

FUKE, Luiz Felipe. **Manual do professor de física**. São Paulo, Editora Saraiva, 2010

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia e meio ambiente no Brasil**. *Estud. av.* [online]. 2007, vol.21, n.59, pp.7-20.

HALLIDAY, David. **Fundamentos de física, volume 4: óptica e física moderna**. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. Cambridge, MA, Harvard University Press. 1983.

LAKOMY, A. M. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 1.Ed. Curitiba: Ibpex, 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Ana Paula Bispo da. **Princípios da óptica geométrica e suas exceções: Heron e a reflexão em espelhos**. *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.35 n.1 São Paulo Jan./Mar. 2013.

MAZETI, L. J. B. **Sequência didática: uma alternativa para o ensino de acústica para o ensino médio**. Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos, 2017 (Dissertação de Mestrado).

MONTOVANI, S. R. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico**. Presidente Prudente/SP: UNESP, 2015 (Dissertação de Mestrado).

MOREIRA, M. A. **Monografias nº 11 da série enfoques teóricos**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

_____. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas**. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**. Porto Alegre; UFRGS, 2006. Disponível em: <if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasica/visaocritica.pdf>. Acesso em: 21/02/2019.

KHAN ACADEMY. **Luz: ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e fótons**. 2020. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>>. Acesso em: 10/10/2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes, 1982.

OLIVEIRA, Endell Menezes de; PALHETA, Geovanni Sampaio; SEABRA, Lídia Brasil. **O ensino de ciências e energias renováveis: proposta metodológicas do forno solar**. *Revista Ciência e Natura*. Santa Maria, v.39, n.1, jan.abr, 2017.

ON EARTH DESIGNS. **The Science Behind Solar Cookers**. Disponível em: <onearthdesigns.com/wpcontent/uploads/2014/03/The_Science_Behind_Solar_Cookers.pdf>. Acesso em: 21/02/2019.

RAMOS FILHO, Ricardo Eugênio Barboza. **Análise do desempenho de um fogão solar construído a partir de sucatas de antena de TV**. Natal/RN; UFRN, 2011(Dissertação de Mestrado Engenharia Mecânica).

RODRIGUES, R. **A teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel**. Disponível em: <https://rcrodrigues.wordpress.com/2010/12/06/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel/> Acesso em: 31/01/2019.

SARMENTO, José Souto. **Construção e análise de um forno solar como uma atividade prática não formal no ensino de Física**. Fortaleza/CE: UFCE, 2015 (Dissertação de Mestrado Ciências e Matemática).

SERWAY, Raymond A. **Princípios da física: Movimento ondulatório e termodinâmica**. São Paulo, Editora Cengage Learning, 2012

SHARAF, E.; **A new design for an economical, highly efficient, conical solar cooker**. *Renewable Energy*, 27 (1), p. 599 - 619, 2002

SILVA, J.; SOUZA, J. **O ensino de Física em Botucatu**. *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

SOLAR COOKING. **Cozinhando com o Sol**. Disponível em: <http://solarcooking.org/portugues/>. Acesso em: 02/10/2019.

SOUZA, José Ricardo Patrício da Silva. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações para o ensino médio**. Pará: UFPA / IF, 2016. (Dissertação de mestrado).

TEIXEIRA, Hélio. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. Disponível em: www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel/ Acesso em: 31/01/2019.

TERMODINÂMICA. Disponível em <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodinâmica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A2mica)>. Acesso em: 02/10/2019.

TIRONI, C. R.; SCHIMIT, E.; SCHUMACHER, V. R. N.; SCHUMACHER, E. **A Aprendizagem Significativa no Ensino da Física Moderna e Contemporânea**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia/SP, 10 a 14 de novembro de 2013.

UFRGS. **Corpo negro**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/oei/exp/exp3>>. Acesso em 31/10/2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

ESTUDO DO CALOR E DA ÓPTICA GEOMÉTRICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR

Study of heat and geometric optics: developing a teaching sequence involving the construction of a solar cooker

Fabiana Marafon

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Elizandra Sehn

MEDIANEIRA
2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das aulas.....	5
Quadro 2 - Questionário de pré-teste.....	6
Quadro 3 - Atividade sobre mecanismos de transferência de calor.	9
Quadro 4 - Roteiro da atividade experimental sobre irradiação de corpos negro e branco.	11
Quadro 5 - Atividade sobre reflexão da luz com tirinhas ilustradas.....	14
Quadro 6 - Questionário sobre reflexão em espelhos.	17
Quadro 7 - Roteiro para construção do fogão solar cônico	21
Quadro 8 - Roteiro para a atividade experimental com o fogão solar.	28
Quadro 9 - Roteiro para os alunos sobre o cálculo de transferência de calor.	30

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	4
2 SÍNTESE DAS AULAS.....	5
3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	6
3.1 PRÉ-TESTE.....	6
3.2 ATIVIDADE 1.....	8
3.3 ATIVIDADE 2.....	10
3.4 ATIVIDADE 3.....	14
3.5 ATIVIDADE 4.....	16
3.6 ATIVIDADE 5.....	20
3.7 ATIVIDADE 6.....	27
3.8 PÓS TESTE.....	31
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a), este material foi desenvolvido como parte integrante da Dissertação de Mestrado intitulado: “ESTUDO DE CALOR E ÓTICA GEOMÉTRICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR”, desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Este trabalho traz uma proposta de um Produto Educacional para o estudo de processos de propagação de calor e reflexão da luz, utilizando a aprendizagem significativa. Para isto, foi desenvolvida uma sequência didática contemplando, principalmente, a experimentação com caráter investigativo, possibilitando aos alunos uma possível aprendizagem significativa, de forma ativa, raciocinando, compreendendo e elaborando o saber e os conceitos físicos, a partir de seus conhecimentos prévios.

A motivação para o estudo de propagação do calor e da óptica geométrica é a construção e aplicação de um fogão solar de modelo cônico. Assim, as atividades iniciais têm o objetivo de fornecer suporte teórico para uma posterior contextualização, que consiste na construção, aplicação e análise do fogão solar.

Ainda, as atividades são baseadas em práticas experimentais e aulas teóricas, que contemplam o conteúdo de uma forma bem estruturada e dinâmica, em um formato que permite a interdisciplinaridade com as áreas afins, citando como exemplo a matemática no estudo das medidas usadas na construção do cone fogão solar. As propostas de atividades práticas sugerem o uso de materiais de baixo custo e fácil obtenção. Além disso, apresentam um roteiro ilustrado e explicativo de como o professor pode construir o fogão solar de modelo cônico.

Por fim, acredita-se que este produto educacional colabora para o processo de ensino e aprendizagem da Física, contribuindo para a prática docente no ensino do calor e da óptica geométrica.

2 SÍNTESE DAS AULAS

A organização resumida das aulas pode ser observada no Quadro 1 composto pela sequência didática, com a distribuição das atividades propostas, a quantidade de aulas e o tempo necessários para sua aplicação. A atividade de construção do fogão solar foi realizada extraclasse com um tempo médio de 9 horas-aula.

Quadro 1 - Síntese das aulas.

Aulas	Atividades	Horas-aula (50min)
1	Pré-teste: avaliação dos conhecimentos prévios a partir de um questionário	1
2	Atividade 1 e 2 - Propagação de calor: análise de imagem e experimento sobre irradiação de calor	1
3	Atividade 3- Reflexão da luz: questionamento sobre tirinhas	1
4	Atividade 4 - Espelhos esféricos: apresentação usando multimídia envolvendo diálogo e atividades	2
5	Atividade 5 -Encaminhamento da construção do fogão solar cônico (extraclasse)	Atividade extraclasse
6	Atividade 6 - Aplicação e análise do fogão solar	3
7	Pós-teste: avaliação, mesmo questionário inicial	1
Tempo total sem a construção do fogão		9

Fonte: Autoria própria.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo será apresentada de forma detalhada as etapas que compõe a sequência didática.

3.1 PRÉ-TESTE

Duração: 1 aula de 50 minutos

Objetivo: coletar informações sobre os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre os conceitos relacionados com processos de propagação do calor e da óptica geométrica.

Procedimento: O pré-teste proposto consiste em um questionário composto por 10 questões objetivas e dissertativas, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação aos conceitos de calor e óptica geométrica. Neste sentido, é interessante que o mesmo seja aplicado individualmente. No Quadro 2 está apresentado uma proposta de pré-teste indicando em azul a resposta de cada questão.

Quadro 2 - Questionário de pré-teste.

- | |
|--|
| <p>1. A transmissão de calor o aquecimento de uma colher exposta sobre a chama de uma vela é chamado:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Agitação;b) condução;c) irradiação;d) convecção. <p>2. Nas geladeiras, a fonte fria (o congelador) deve ser colocada:</p> <ul style="list-style-type: none">a) na parte inferior, pois o ar quente é resfriado lá;b) na parte superior, pois o ar quente, tende a se elevar;c) na parte inferior, pois o ar frio é mais denso e desce para o fundo;d) no meio do refrigerador. <p>3. O processo de transmissão de calor que só ocorre no vácuo (onde não tem ar) é:</p> |
|--|

- a) condução;
- b) convecção;
- c) absorção;
- d) irradiação.

4. A transmissão de calor ocorre sempre:

- a) no vácuo;
- b) entre dois sólidos;
- c) no sentido dos corpos de menor temperatura para o de maior temperatura;
- d) no sentido dos corpos de maior temperatura para o de menor temperatura.

5. Um cobertor de lã tem por função:

- a) dar calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo.

6. Uma lareira aquece uma sala:

- a) por irradiação e convecção;
- b) exclusivamente por convecção;
- c) principalmente por condução;
- d) exclusivamente por condução.

7. A Terra recebe energia do Sol graças a:

- a) condução do calor;
- b) convecção de energia térmica;
- c) reflexão do calor;
- d) irradiação do calor

8. O que é Reflexão da Luz?

9. O que é ângulo de incidência e ângulo reflexão? E qual o principal fenômeno óptico observado no espelho esférico.

10. Como você definiria o que é foco principal de um espelho esférico côncavo. É onde ocorre o cruzamento efetivo dos raios refletidos pelo espelho.

Dica: é importante que o professor tenha a flexibilidade de ajustar as atividades propostas de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos.

Dificuldades: o professor poderá observar que os alunos, podem ter estudado em diferentes escolas no ano anterior e por consequência, poderá haver alunos em diferentes níveis de aprendizagem.

3.2 ATIVIDADE 1

Título: Formas de Propagação de Calor

Duração: 10 minutos

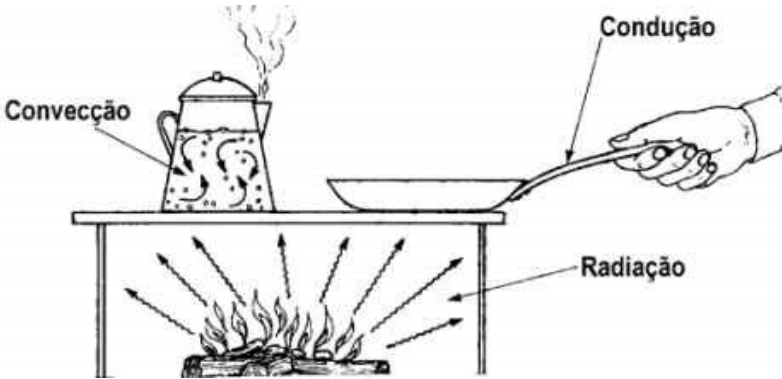
Objetivo de aprendizagem: Compreender o conceito condução, convecção e irradiação para posterior experimentação.

Procedimento:

Nesta aula os alunos devem reunir-se em grupos para o desenvolvimento da atividade. Cada grupo recebe uma folha contendo uma ilustração de uma frigideira sobre um fogão à lenha (Quadro 3), e são orientados a observar a imagem e discutir entre os pares para responder dois questionamentos.

Quadro 3 - Atividade sobre mecanismos de transferência de calor.

Mecanismos de Transferência de Calor



Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html> Acesso em 07 janeiro de 2020

A partir da imagem acima, discutam e pensem em uma resposta aos seguintes questionamentos:

- O que você entende por calor?
- Você conhece processos de transmissão de calor? Pesquisem e expliquem quais os três principais processos de transmissão de calor.

Fonte: Autoria própria.

É importante incentivar a discussão em grupo e permitir que os alunos formulem suas respostas sem a participação do professor. De acordo com Dees (1991), quando os alunos estudam ou trabalham juntos, com o mesmo objetivo de aprendizagem, e produzem um resultado ou resposta final comum, estarão aprendendo cooperativamente. Assim, os alunos que desenvolvem um estudo em grupo “percebem” que podem atingir os seus objetivos se e só se os outros membros do grupo também atingirem os seus, ou seja existem objetivos de grupo (Dees, R, 1991).

Após a cada grupo responder suas perguntas as respostas são compartilhadas com os demais grupos e neste momento o professor de fazer correções e contribuições caso seja necessário.

Este procedimento de discussão, primeiro no grupo menor e depois entre os grupos foi realizado em todas as atividades.

Dica: Esta é a primeira atividade em grupo, importante que os grupos se mantenham em todas as atividades para melhor observar os resultados de aprendizagem

Dificuldades: Poderão haver dificuldades quanto aos conceitos de cada processo de transmissão de calor, mas a atividade em si não apresenta dificuldade.

3.3 ATIVIDADE 2

Título: Experiência sobre Irradiação.

Duração: 1 aula de 40 minutos

Objetivo de aprendizagem: Demonstrar que a luz tem energia e que esta pode ser emitida ou absorvida pela matéria.

Materiais:

- Dois corpos idênticos (preto / branco);
- Dois termômetros;
- Uma lâmpada dicróica de 100 watts (com interruptor para ligar e desligar);

Procedimento:

Nesse experimento, foi utilizado dois corpos idênticos e pintados, um preto fosco outro utilizado na cor branca. Foi usado dois termômetros para medir a temperatura dos corpos no momento incidência da radiação. O experimento deve ser montado inserindo o termômetro em cada um dos recipientes e posicionando a lâmpada entre ambos de forma equidistante, conforme ilustra a Figura 1 presente no Quadro 4.

Cada grupo recebe um kit experimental e um roteiro para o desenvolvimento do experimento, mas são orientados a analisarem o seu

experimento e a fazer a leitura do roteiro para que possam manipular o experimento sem auxílio do professor. O roteiro pode ser observado no Quadro 4.

Primeiramente o professor deve orientar os alunos e fazerem uma leitura sobre o experimento para na sequência realizarem a montagem do experimento e início das medidas. Observe que os alunos possuem uma orientação como realizar, anotar e analisar as medidas de temperatura adquiridas. Certifique se os alunos entenderam os passos para realizar as medidas antes de iniciar o experimento.

O educador ficará observando os questionamentos levantados pelos alunos no momento da aula prática, intervindo se necessário, quando um educando apontar desacordo em relação a atividade que esteja desenvolvendo, de maneira que este possa intervir.

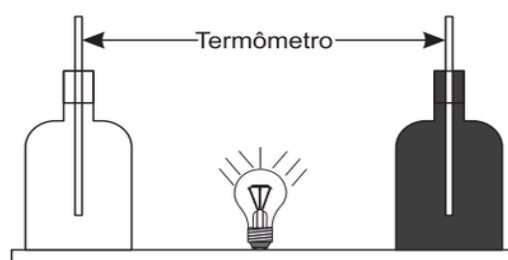
Quadro 4 - Roteiro da atividade experimental sobre irradiação de corpos negro branco.

Absorção de Energia Corpo Preto e Corpo Branco

Materiais:

- Dois corpos (preto / branco);
- Dois termômetros;
- Uma lâmpada dicróica de 100 watts (com interruptor para ligar e desligar);
- Cronômetro do celular.

Figura 1 – Experimento de processo de irradiação



Procedimento:

Primeiramente insiram os termômetros em cada um dos recipientes e posicionem a lâmpada entre ambos de forma equidistante, conforme ilustra acima. Antes de iniciar o experimento o professor irá conferir se a montagem está correta.

Você deve coletar a temperatura em cada termômetro a cada 30 segundos iniciando a primeira coleta com a lâmpada desligada, que será a temperatura ambiente. Para marcar o tempo pode ser utilizado o cronômetro do celular. Ao ligar a lâmpada realizar a segunda coleta após 30 segundos, e na sequência realizar mais cinco leituras a cada 30 segundos. Os valores devem ser anotados na Tabela 1.

Após esta coleta de temperaturas a lâmpada é desligada e as medidas de temperatura devem ser coletadas novamente a cada intervalo de 30 segundos, anotando seus valores na Tabela 2.

Tabela 1 – Lâmpada Ligada

Temperatura(°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco							
Corpo preto							

Tabela 2 – Lâmpada Desligada

Temperatura(°C)	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Corpo Branco							
Corpo preto							

Após realizado o experimento, analisar os resultados das Tabelas acima, fazendo uma discussão no seu grupo, e formule uma resposta comum para o questionário abaixo.

Questionário de análise:

1.Qual delas se aquece mais rapidamente?

2.A que aquece mais depressa é a que esfria mais depressa?

3.Qual delas reflete mais luz?

4.Qual delas irradia mais luz?

5.Qual delas transforma mais luz em calor?

6.O que você acha que ocorre com a luz que incide na lata preta?

Fonte: Autoria própria.

Dica: Certifique-se que os alunos entenderam os passos para realizar as medidas, antes de iniciar o experimento.

Dificuldades: Caso os alunos não estiverem bem atentos ao cronômetro para leitura das medidas, podem ocorrer erros de interpretação dos resultados.

Questionamentos dos alunos: É comum os alunos apresentarem dificuldades na interpretação e surgem dúvidas quanto aos conceitos de reflexão e irradiação de luz e calor.

3.4 ATIVIDADE 3

Título: Atividade com tirinhas sobre Reflexão da Luz.

Duração: 1 aula de 50 minutos

Objetivo de aprendizagem: Entender o conceito de reflexão da luz.

Metodologia:

Para esta atividade serão usadas duas tirinhas que ilustram imagens em espelhos planos, com um questionário sobre os efeitos observados. Em grupos, os alunos recebem uma folha contendo a atividade conforme pode-se observar no Quadro 5.

Conforme recomendação anterior, é importante a discussão inicial nos grupos menores para a formulação comum das respostas e depois exposição para o grupo maior. Ao final o professor deve sempre orientar os alunos a formularem o conceito correto, relacionando os conceitos novos com exemplos do cotidiano de aluno.

Quadro 5 - Atividade sobre reflexão da luz com tirinhas ilustradas.

<p style="text-align: center;">Tirinhas sobre reflexão da luz</p> <p>Primeiramente observem as tirinhas abaixo e discutam em seu grupo sobre os efeitos observados. Formulem uma resposta comum para as questões solicitadas.</p> <p style="text-align: center;">Figura 1 - Conceitos reflexão da luz</p>
--



Fonte: http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu/por_assunto/optica.htm

Figura 2 - Reflexão da luz



Fonte: <https://www.humorcomciencia.com/blog/139-tirinha-de-fisica/>

A análise das tirinhas em grupos de 4 alunos, onde os mesmos responderão as questões:

- 1) No primeiro quadrinho, o que acontece com o anel refletido no espelho.
- 2) No segundo quadrinho o que significa CASADOS?
- 3) Porque a palavra impressa na frente de alguns veículos, como por exemplo ambulância, e escrita ao contrário?

4) É possível formar uma imagem ampliada ou reduzida usando o mesmo espelho? Justifique.

Fonte: Autoria própria.

Dica: Quando utilizar imagens, figuras como essas tirinhas, garantir que o tamanho seja adequado para leitura e interpretação dos alunos.

Dificuldades: Podem ocorrer dificuldades na interpretação das imagens relacionadas ao fenômeno de reflexão

3.5 ATIVIDADE 4

Título: Apresentação Espelhos Esféricos e suas aplicações.

Duração: 2 aulas de 50 minutos

Objetivo de aprendizagem:

- Caracterizar os espelhos esféricos e suas imagens formadas;
- Compreender a representação dos raios notáveis na formação das imagens em espelhos esféricos;
- Compreender as aplicações dos espelhos esféricos como no fogão solar;
- Interpretar fisicamente os resultados da aplicação da equação do foco de um espelho côncavo.

Metodologia:

Para esta aula a proposta é usar uma sequência de slides contendo ilustrações e discussão sobre conceitos relacionados a espelhos esféricos, conforme link abaixo:

<https://prezi.com/view/D7bCecHFTpVdBQMqhfk/>

Após a aula expositiva e dialogado com os alunos os mesmos devem se reunir em grupo para a discussão e formulação de respostas para o questionário disponível no Quadro 5.

Dica: Durante a explicação, é importante o professor ir realizando questionamentos para incentivar a participação do aluno, e relacionar os conceitos observados com exemplos do cotidiano do aluno.

Dificuldades: Por ser uma aula expositiva é importante relacionar os conceitos com imagens e exemplos práticos de aplicações destes espelhos, pois a dificuldade maior dos alunos é a diferenciação entre um e outro.

Questionamentos dos alunos: a maior dificuldade dos alunos que resulta em questionamentos, é de entender porque e como os espelhos aumentam ou diminuem o tamanho da imagem e também porque em algumas situações a imagem fica invertida.

Quadro 6 - Questionário sobre reflexão em espelhos.

Questionário

1. Um estudante de Física dispõe-se de uma grande quantidade de espelhos esféricos distintos. Durante uma aula prática, o seu professor pediu para que ele construísse um dispositivo capaz de absorver a luz do Sol a fim de aquecer uma pequena panela. Esse aluno deve escolher um espelho:

- a) convexo.
- b) côncavo.
- c) esférico.

2. Motivado a enxergar mais carros que se aproximem da traseira do seu veículo, um motorista resolveu instalar um espelho esférico em um de seus retrovisores. Para sua surpresa, ele obteve somente imagens invertidas dos carros distantes. Qual foi o tipo de espelho escolhido pelo motorista e qual espelho seria a escolha correta?

- a) plano
- b) côncavo
- c) convexo

3. A dona de uma ótica resolveu comprar novos espelhos para que os seus clientes pudessem ver mais detalhes das armações vendidas na loja por meio de imagens ampliadas. O tipo de espelho escolhido pela empresária foi:

- a) plano.
- b) esférico.
- c) côncavos.
- d) convexo.

4. Espelhos esféricos convexos são utilizados:

- a) em balcões de ópticas, pois produzem imagens reais e ampliadas.
- b) em lojas, supermercados, retrovisores de carros etc., formando imagens virtuais reduzidas e aumentando o campo de visão.
- c) por dentistas, pois formam imagens reais e ampliadas dos dentes dos pacientes.
- d) em projetores, pois formam imagens reais e invertidas dos objetos.
- e) em provadores de lojas de roupas, pois formam imagens iguais das pessoas.

5. Se um espelho forma uma imagem real e reduzida de um objeto, então o espelho é:

- a) convexo
- b) côncavo

6. Um espelho esférico convexo formara sempre, de um objeto direito e real uma imagem:

- a) direita e real.
- b) direita e imprópria.
- c) invertida e real.
- d) direita e virtual.

7. Para examinar o dente de uma pessoa, o dentista utiliza um pequeno espelho. A respeito do espelho utilizado e da distância do dente ao espelho podemos afirmar:

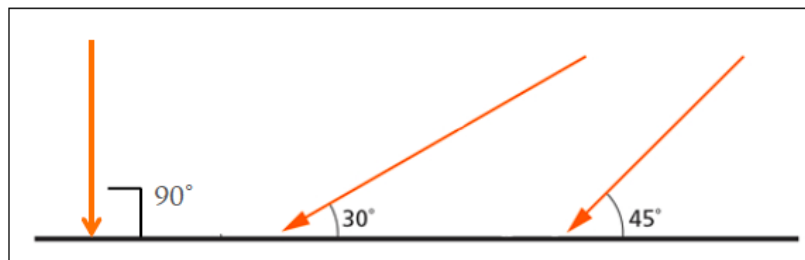
- a) é côncavo
- b) é plano
- c) é convexo

8. Dados os espelhos abaixo, os que podem fornecer uma imagem real de um objeto real são:

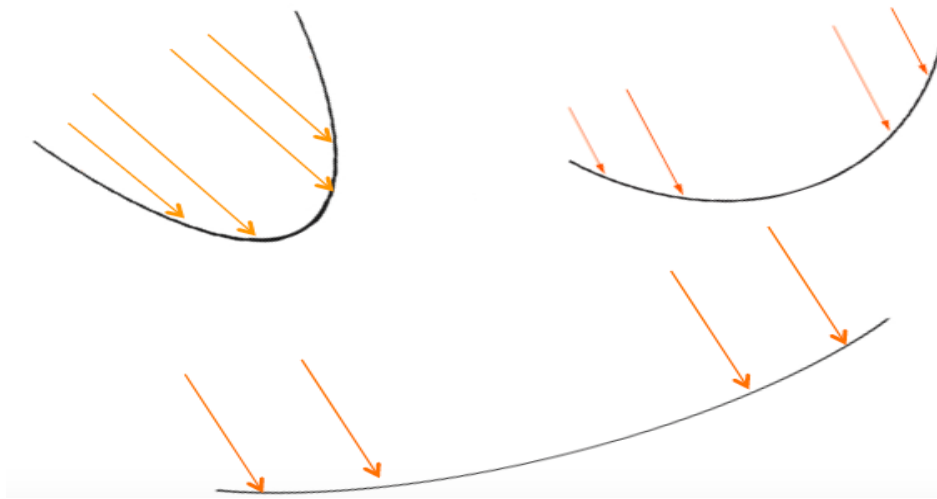
- I. esféricos côncavos.
 - II. esféricos convexos.
 - III. planos.
- a) I, II e III.

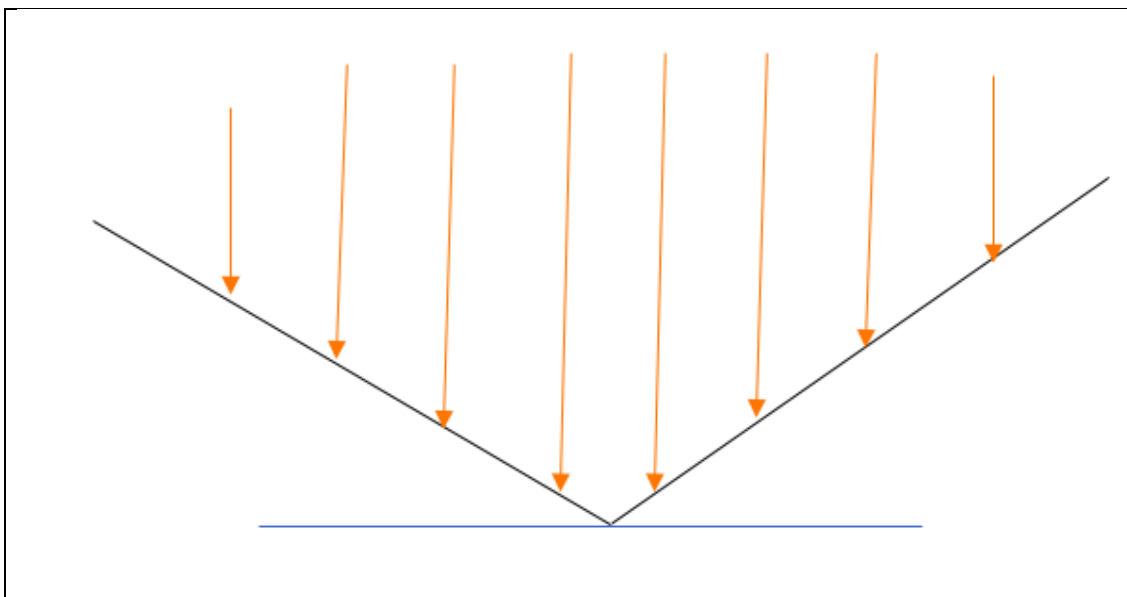
- b) I e II.
- c) II e III.
- d) somente I.
- e) somente II.

9. Lembre-se de como a luz do sol é refletida por uma superfície espelhada, faça o desenho do raio de luz refletido indicando o ângulo de reflexão nas seguintes imagens:



10. Para dada uma das imagens espelhadas a seguir, desenhe a luz do sol refletida. Onde está o foco?





Fonte: Autoria própria.

3.6 ATIVIDADE 5

Título: Construção do fogão solar cônico

Duração: A previsão de duração é de 6 h/a de 40 minutos, mas a sugestão é fazer o encaminhamento para construção extraclasse.

Objetivo de aprendizagem: Construir e analisar o funcionamento de um fogão solar cônico.

Descrição:

Com base nos aspectos citados, tal protótipo trabalha com a concentração dos raios solares incidentes em uma superfície cônica refletora. O protótipo proposto configura-se de material a ser utilizado proveniente de sucata, restos de construção e materiais em desuso.

Este modelo de fogão solar tende a captar a radiação solar, concentrando-a em uma região focal por meio de uma base cônica. É nesta região do fogão em que é posicionada a panela, proporcionando, assim, o cozimento de alimentos (ou fervura da água, como no caso do protótipo em questão).

O material principal do equipamento serão chapas metálicas maleáveis de alumínio, por possuírem fácil manuseio e, ao mesmo tempo, serem leves, mantendo a proposta de um fogão portátil. No Quadro 6 está apresentado um roteiro para a construção do fogão solar cônico.

Quadro 7 - Roteiro para construção do fogão solar cônico

Roteiro de construção

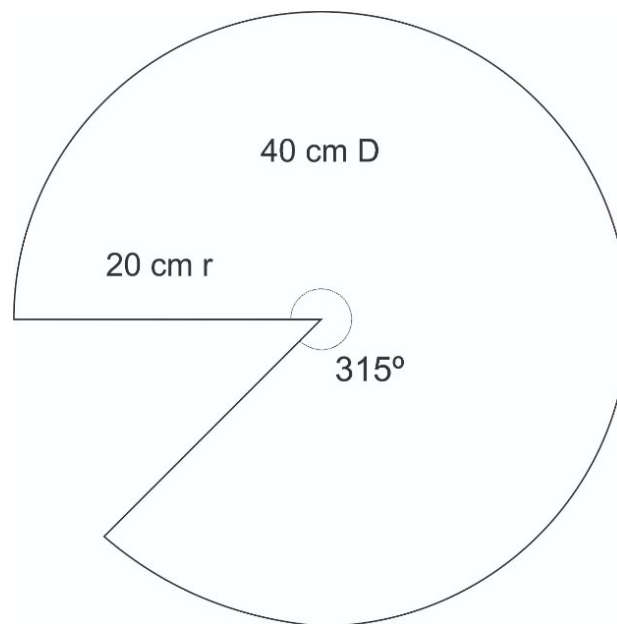
Materiais:

- 01 chapa metálica de alumínio para o cone;
- 01 panela em alumínio (açucareiro) ou latinha de alumínio;
- 01 haste metálica para suporte do recipiente;
- 01 lata de spray de tinta preta;
- 01 termômetro de mercúrio;
- Alumínio para o suporte;
- Parafusos.

Procedimento:

Na Figura 1 pode-se observar a representação esquemática do coletor de raios solares para construção do fogão solar cônico. Na imagem pode-se observar as dimensões necessárias para sua montagem.

Figura 1 – Molde para construção do fogão solar cônico.



Com os moldes prontos, iniciou-se o corte na chapa metálica, com a ajuda de um profissional da área de metalurgia. Foi, então, facilmente dobrado para formar o cone (Figura 2) e, em seguida, parafusado.

Figura 2 – Recorte de alumínio que constitui o cone do fogão solar.



Fonte: Autoria própria

Após o devido encaixe, a base cônica ficou com o formato desejado. As laterais cortadas foram lixadas, no intuito de evitar qualquer acidente e parafusadas para poder movimentar o cone em relação absorção energia solar. O resultado está representado na imagem da Figura 3.

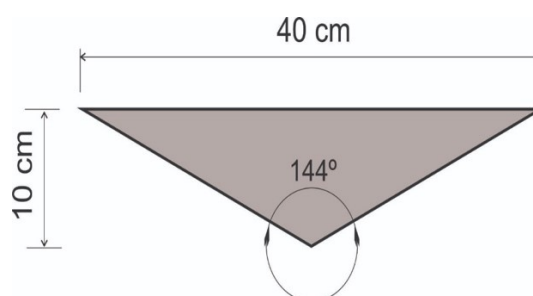
Figura 3 – Base cônica do fogão solar montada e parafusada



Fonte: Autoria própria

As dimensões finais do espelho cônico podem ser observadas na Figura 4 medida em centímetros.

Figura 4 – Dimensões da parte cônica do fogão – altura e base em centímetros



Fonte: Autoria própria

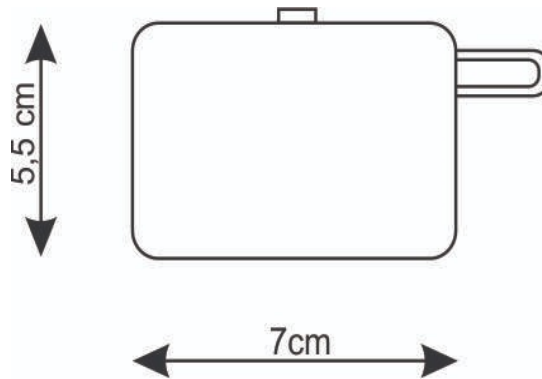
Como a proposta é fazer um mini protótipo, de forma que fosse de fácil locomoção, a panela para os testes deveria ser igualmente pequena, assim, utiliza-se recipiente em alumínio, de dimensões: 5,5 cm de altura e 7cm de diâmetro, conforme Figura 5 e 6.

Figura 5 – Panela usada no foco do fogão cônico



Fonte: A autoria própria.

Figura 6 – Dimensões da panela usada no fogão cônico



Fonte: A autoria própria.

Para o posicionamento do recipiente, e utilizados suportes, tanto para a base cônica, quanto para a panela, onde conteria a água para os testes. Para a base de sustentação do cone, utiliza-se restos de chapas de alumínio retangulares, sobradas em formato de U e fixadas por meio de parafusos em duas laterais do cone.

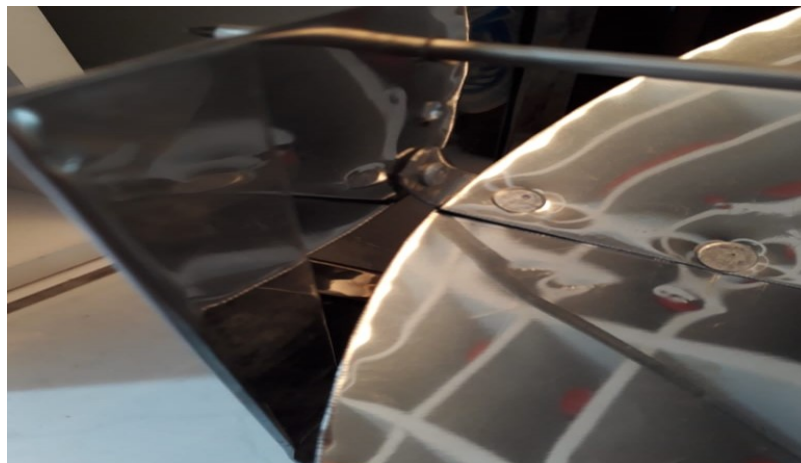
Estes mesmos parafusos serão aplicados de tal forma que permitem rotacionar o cone conforme o posicionamento da luz solar, conforme mostra a Figura 7 e 8.

Figura 7 – Base cônica sendo fixada em um suporte



Fonte: Autoria própria.

Figura 8 – Base cônica fixada em um suporte



Fonte: Autoria própria.

Com o cone montado e pronto, a base para a panela foi fixada em um pequeno bastão de metal, que atravessou a panela e todo o diâmetro do cone, mantendo o recipiente suspenso, conforme Figura 9.

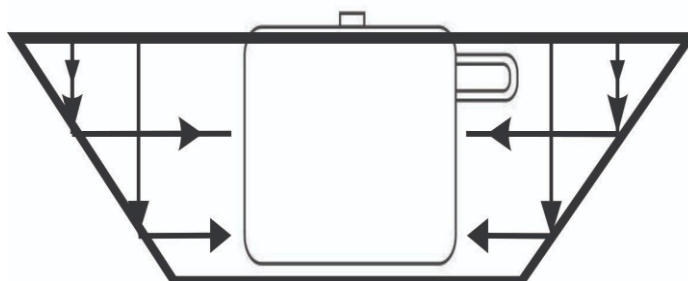
Figura 9 – Montagem final do fogão.



Fonte: Autoria própria.

O fogão concentrador cônico por sua vez concentra a radiação no eixo central do cone. O uso de painéis com superfícies laterais negras aumentam a absorção da radiação solar, o uso de painéis com superfícies laterais polidas diminuem consideravelmente a absorção de radiação solar.

Figura 10 - Focalização tipo tronco-cônica



Fonte: Autoria própria.

O modelo cônico mostrado na Figura 10, para que o mesmo ofereça uma boa refletividade no lado interno do cone e concentração da luz solar, o ajuste do foco é realizado movimentando o concentrador sobre o suporte apoiado no solo a cada 15 minutos.

Fonte: Autoria própria.

Dica: acompanhar efetivamente a construção do fogão, cuidando com as medidas

Dificuldades: A maior dificuldade pode vir a ser a própria construção por parte de alguns grupos, pois nem todos os alunos apresentam habilidades para esse tipo de atividade.

Questionamentos dos alunos:

O Fogão precisa necessariamente ser deste tamanho?

3.7 ATIVIDADE 6

Título: Aplicando o fogão solar cônico

Duração: 3 aulas de 50 minutos

- Identificar os conceitos de transferência de calor e óptica geométrica na aplicação e análise do fogão solar cônico;
- Compreender e analisar o funcionamento de um fogão solar cônico;
- Compreender como se obtém o foco do fogão solar cônico utilizando conceitos de reflexão da óptica geométrica;
- Entender que um fogão solar refletor necessita de redirecionamento a cada 15 minutos;
- Compreender que o sistema de melhor rendimento, funciona com direcionamento acompanhando o movimento do sol.

Descrição:

Esta é uma aula bem esperada pelos alunos, pois é o momento que os alunos irão testar o seu fogão cônico. O professor orienta os alunos a discutir a função de cada uma de suas partes do fogão e sua relação com os conceitos físicos envolvidos.

Após uma análise inicial, cada grupo recebe um roteiro de atividades que devem realizar, que está apresentado no Quatro 7. Neste encontra-se as questões e tabelas para que os alunos as discutam e completem durante a exposição do forno a radiação solar.

Quadro 8 - Roteiro para a atividade experimental com o fogão solar.

Roteiro experimental – Fogão solar

Inicialmente faça a discussão em grupo sobre as seguintes perguntas:

- a) Onde se encontra o foco do fogão solar cônico?
- b) Qual deve ser posição do coletor solar?
- c) Qual água irá aquecer mais, da panela de alumínio ou da panela pintada de preto?
Explique.

Agora realize as seguintes etapas:

- Posiciona o fogão solar de tal forma que tenha maior incidência solar sobre a placa cônica;
- Cada grupo possuirá uma panela de alumínio, uns sem pintura e outras com pintura preta. Deve-se inserir 100 ml de água, inserir o termômetro, fechar a panela e posicionar no interior do fogão.
- Colete a temperatura inicial, que será a temperatura ambiente da água, e anote o seu valor na Tabela 1.
- As demais temperaturas devem ser coletadas em intervalos de 15 min durante 75 min.
- Os grupos de diferentes panelas devem compartilhar as temperaturas coletadas para que todos os grupos possuem os valores das panelas de alumínio e preta.
- Com os dados da Tabela 1 fazer o gráfico da temperatura x tempo.

Tabela 1 – Dados de temperatura em função tempo

Tempo (min)	Panela de alumínio Temperatura (°C)	Panela preta Temperatura (°C)
0		
15		
30		
45		
60		
75		

Questões analisadas em grupo de alunos sobre o experimento fogão solar:

1. Qual o fenômeno óptico principal que o fogão solar utiliza para o aquecimento?
2. Qual deve ser a posição onde a panela deve estar para que o fogão cônico tenha o melhor rendimento?
3. Qual panela aquece mais? Explique.
4. Qual é a diferença entre um espelho côncavo de um espelho convexo?
5. Marque as alternativas que melhor representam suas impressões sobre ao Fogão Solar cônico:
 - () O Fogão Solar me fez refletir melhor sobre a aplicação da Física na prática.
 - () O Fogão Solar não me trouxe nada de novo.
 - () Após o trabalho com o fogão Solar passei a ter mais envolvimento nas aulas de Física.
 - () O Fogão me fez refletir que com o conhecimento de Física que adquirir no colégio, posso contribuir na sociedade de forma positiva.
 - () O Fogão nada me fez refletir sobre meu papel de cidadão.
 - () Após o trabalho com o Fogão Solar passei a compreender melhor os conceitos das leis da termodinâmica.
 - () O Fogão contribuiu em relação a meu aprendizado.
 - () O Fogão fez com que as aulas de Física se tornaram mais lucrativas e dinâmicas.

Fonte: Autoria própria.

Dica: garantir que a quantidade de água seja a mesma em todas as panelas dos diferentes grupos e que o tempo de cada coleta seja respeitado.

Dificuldades: A maior dificuldade é de encontrar o foco e o posicionamento do fogão solar para sua melhor eficiência

3.7.1 Atividade sobre o cálculo de transferência de calor

Uma segunda sugestão de atividade que pode ser realizada junto com a anterior e de forma independente, é o cálculo de transferência de calor e eficiência do fogão solar. Para esta atividade é importante que os alunos tenham já pré-conceito sobre calor e transferência de calor. No Quadro 8 pode-se observar um roteiro sugestivo de como esta atividade pode ser realizada.

Observe que os alunos devem coletar temperatura simultâneas em duas painelas idênticas, como mesma quantidade de água, mas uma no fogão solar e outra posicionada fora.

Para calcular calor transferido para a água devido ao conjunto do fogão solar e o sol, item (a) deve-se usar a equação $Q = mc\Delta T$, em que m é a massa de água utilizada, c o calor específico da água e ΔT o intervalo de temperatura da panela sobre o fogão solar (que pode ser escolhido na tabela). Observe que a panela sobre o fogão recebe a incidência direto do sol e também a reflexão dos raios solares devido ao fogão solar.

Para o calor transferido exclusivamente pelo sol, item (b), realiza-se o mesmo procedimento de cálculo, mas com o ΔT da panela fora do fogão.

A potência média do fogão solar pode ser obtida com os resultados do item (a) e (b), fazendo $Q(a) - Q(b)$ que será apenas o calor fornecido pelo fogão solar, dividindo por ΔT . Resultando assim na potência em *cal/min* que pode ser convertida para *Watts*.

Quadro 9 - Roteiro para os alunos sobre o cálculo de transferência de calor.

Roteiro - Cálculo da transferência de calor

1. Posicione o fogão de forma adequada em relação a máxima incidência do sol.
2. Pegue duas painelas idênticas, insira 100 ml de água e termômetro em cada uma delas. Uma das painelas coloque no fogão solar e a outra em uma superfície próxima, mas fora do fogão.

3. Anote os valores de temperatura, em intervalos de 15 min, na Tabela 2.

Tabela 1 – Dados de temperatura em função tempo

Tempo (min)	Panela no fogão Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Panela fora do fogão Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
0		
15		
30		
45		
60		

Questões analisadas em grupo de alunos sobre o experimento fogão solar:

Com os dados da Tabela 1 realizar o cálculo do:

- (a) calor transferido para a água devido ao conjunto do fogão solar e o sol;
- (b) o calor transferido pelo sol;
- (c) a potência média do fogão solar.

Fonte: Autoria própria.

Dica: retomar alguns conceitos matemáticos e também relacionados ao termo “variação de temperatura” por exemplo.

Dificuldades: Os alunos apresentam muita dificuldade na realização de cálculos.

3.8 PÓS TESTE

Com o objetivo de verificar a aprendizagem dos alunos envolvidos na sequência didática, optou-se, como estratégia, pela aplicação do mesmo

questionário que foi usada inicialmente para avaliar os pré conhecimento dos alunos (Quadro 1). Possibilitando assim, uma possível verificação da evolução que os alunos tiveram após a experiência da sequência de atividades.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Produto Educacional é uma ferramenta didática que pode ser utilizada de maneira não convencional nas aulas de Física, mais especificamente, no que tange aos conteúdos de processos de propagação de calor e reflexão da luz, de modo a oportunizar ao estudante uma aprendizagem significativa.

A sequência didática aqui sugerida, pode servir de apoio ao professor que realmente vislumbre esse tipo de aprendizagem, mas isso não significa que a mesma, deva obrigatoriamente, ser seguida e aplicada na íntegra. Como sugestão, o professor pode utilizar do roteiro de construção do fogão solar e até mesmo propor a construção, em horário extraescolar, para que seja levado pronto até a escola. Deste modo o professor utiliza das aulas para realizar a parte da experimentação e análise dos resultados, podendo fazer as intervenções necessárias, haja visto que a demanda de conteúdo a serem trabalhados na disciplina de Física no Ensino Médio é grande para apenas duas aulas semanais.

A utilização deste material, ou parte dele, serve, portanto, de apoio e sugestão para que as aulas de Física sejam desenvolvidas visando uma articulação entre os fenômenos físicos e a realidade do educando posto que a física é uma ciência que observa, analisa e explica os fenômenos do universo e o meio em que estamos inseridos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL D. **Biografia**. Disponível em:

<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>. Acesso em: 31/01/2019.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Situação de ensino-aprendizagem: análise de uma sequência didática de física a partir da teoria das situações de Brousseau**. São Paulo: USP, 2008 (Dissertação de Mestrado).

BOCAFOLI, Fransisco. **Reflexão da luz em espelhos planos**. Física e vestibular. 2008. Disponível em: <

<http://fisicaevestibular.com.br/novo/optica/optica-geometrica/reflexao-da-luz-e-espelhos-planos/>>. Acesso em: 10/10/2020

DEES, R. Cooperation in the mathematics classroom: A user's manual. In N. Davidson (Ed.), Cooperative learning in mathematics. S. Francisco: Addison-Wesley, 1991.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia e meio ambiente no Brasil**. *Estud. av.* [online]. 2007, vol.21, n.59, pp.7-20.

HALLIDAY, David. **Fundamentos de física, volume 4: óptica e física moderna**. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MAZETI, L. J. B. **Sequência didática: uma alternativa para o ensino de acústica para o ensino médio**. Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos, 2017 (Dissertação de Mestrado).

MONTOVANI, S. R. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico**. Presidente Prudente/SP: UNESP, 2015 (Dissertação de Mestrado).

KHAN ACADEMY. **Luz: ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e fótons**. 2020. Disponível em: <

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>>. Acesso em: 10/10/2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes, 1982.

OLIVEIRA, Endell Menezes de; PALHETA, Geovanni Sampaio; SEABRA, Lídia Brasil. **O ensino de ciências e energias renováveis: proposta metodológicas do forno solar**. Revista Ciência e Natura. Santa Maria, v.39, n.1, jan.abr, 2017.

ON EARTH DESINGNS. **The Science Behind Solar Cookers**. Disponível em: <oneearthdesigns.com/wpcontent/uploads/2014/03/The_Science_Behind_Solar_Cookers.pdf>. Acesso em: 21/02/2019.

SERWAY, Raymond A. **Princípios da física: Movimento ondulatório e termodinâmica**. São Paulo, Editora Cengage Learning, 2012

SHARAF, E.; **A new design for an economical, highly efficient, conical solar cooker**. Renewable Energy, 27 (1), p. 599 - 619, 2002

SOLAR COOKING. **Cozinhando com o Sol**. Disponível em: <http://solarcooking.org/portugues/>. Acesso em: 02/10/2019.

UFRGS. **Corpo negro**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/oei/exp/exp3>>. Acesso em 31/10/2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.