

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FLAVIA FRIGO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

**MEDIANEIRA**

**2022**

**FLAVIA FRIGO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

**Didactic sequence for the teaching of Thermal Physics:  
a proposal based on andragogy principles**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof.a Dra. Shiderlene Vieira de Almeida.  
Coorientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen.

**MEDIANEIRA**

**2022**



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) 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  
Campus Medianeira



FLAVIA FRIGO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA: UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

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

Data de aprovação: 07 de Dezembro de 2022

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

Dra. Maria Fatima Menegazzo Nicodem, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (Ifrs)

Dra. Rita De Cassia Dos Anjos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 01/02/2023.

Dedico essa dissertação primeiramente a Deus, meu guia e refúgio nas horas de desespero e angústia.

A minha família, colegas e professores que estiveram presentes em minha trajetória de estudos para realização de um grande sonho: em ser mestre.

## AGRADECIMENTOS

Foram tantas as pessoas que cruzaram nosso caminho durante toda essa jornada de estudos. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas da minha imensa gratidão.

Primeiramente agradeço a Deus, o qual foi meu consolo nos dias de angústia e aflição.

A toda a minha família, meu esposo Denis e meus filhos Pedro Henrique e Bernardo, pelas ausências e todo incentivo nos momentos que pensei em desistir.

A minha orientadora Prof.a Dra. Shiderlene Vieira de Almeida pela compreensão, incentivo e sabedoria com que me guiou nesta jornada.

Ao coordenador Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen por todo conhecimento compartilhado.

Aos meus colegas de sala pelas horas de estudos e trocas de experiências, em especial minha grande amiga de trajetórias de estudos que abraçou comigo mais esse desafio, a Rosangela Alves Ferneda.

A minha afilhada Isabella pelo apoio e ajuda que me deu no desenvolvimento desse trabalho.

A Secretaria do Curso, pela cooperação e atenção.

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

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

“Ninguém educa ninguém,  
ninguém educa a si mesmo.  
Os homens se educam, entre si,  
mediatizados pelo mundo”.

(FREIRE, Paulo, 2020)

## RESUMO

O presente trabalho traz uma proposta de sequência didática, utilizando os princípios da andragogia no ensino da Física térmica para a modalidade da educação de jovens e adultos (EJA), aplicada em uma turma do ensino médio, num colégio localizado no Oeste do Paraná. A implementação do produto educacional ocorreu em tempos de pandemia da Covid-19, de forma presencial, somente com os alunos que optaram pelo retorno às aulas após a liberação do Ministério da Saúde. O objetivo principal é ofertar um material didático pedagógico, com uma linguagem específica que atenda os diferentes perfis, que engloba uma grande diversidade, que vai desde o jovem até o idoso, com ritmos de aprendizagem e estrutura de pensamento variados. Trata-se de um material de apoio com subsídios metodológicos a educadores que trabalham na EJA, a fim de auxiliar no desenvolvimento profissional e aprimorar sua prática didática, favorecendo, de alguma forma a melhoria do ensino de Física, mais especificamente, o ensino de Física na EJA, vista como uma disciplina abstrata, complexa e de difícil entendimento. Partindo de uma pesquisa de caráter quanti-qualitativa, iniciou-se com aplicação de um questionário investigativo, sobre a visão de mundo do aluno, do seu modo de vida e suas percepções sobre o ensino da Física, e aplicação da sequência didática composta por maquetes, situação problema, histórias em quadrinhos, experimentos, produzida para esse alunado, culminado na construção de um protótipo de um coletor solar sustentável de aquecimento de água. Constatamos que a metodologia abordada permitiu participação ativa dos estudantes no processo de ensino e um grande avanço na compreensão e assimilação dos conceitos físicos estudados. Concluímos que a proposta desse estudo se revelou eficiente para adaptar as práticas educativas de Física para esse público, pois atenderam as necessidades e especificidades formativas dos sujeitos da EJA, possibilitando condições para dinamização do ensino aprendizagem da Física, permitindo o educando relacionar os conhecimentos científicos com fenômenos do seu cotidiano.

Palavras-chave: educação para jovens e adulto; andragogia; física térmica.

## ABSTRACT

The present work brings a proposal for a didactic sequence, using the andragogy methodology in the teaching of thermal Physics for the youth and adult education (EJA) modality, applied in a high school class in a college located in the West of Paraná. The implementation of the educational product took place in times of the Covid-19 pandemic, in person, only with students who chose to return to classes after the release of the Ministry of Health. The main objective is to offer a pedagogical didactic material, with a specific language that meets the different profiles, which encompasses a great diversity, ranging from the young to the elderly, with varied learning rhythms and structure of thought. This is support material with methodological subsidies to educators who work in EJA, in order to assist in professional development and improve their didactic practice, favoring in some way to improve the teaching of Physics, more specifically, the teaching of Physics in EJA, seen as an abstract discipline, complex and difficult to understand. Starting from a quantitative-qualitative research, it started with the application of an investigative questionnaire, about the student's world view, their way of life and their perceptions about the teaching of Physics, and application of the didactic sequence composed by models, problem situation, comics, experiments, produced for these students, culminating in the construction of a prototype of a sustainable solar water heating collector. We found that the methodology addressed allowed the active participation of students in the teaching process and a great advance in the understanding and assimilation of the Physical concepts studied. We conclude that the proposal of this study proved to be efficient to adapting the educational practices of Physics for this public, as they met the needs and formative specificities of the EJA subjects, enabling conditions for dynamizing the teaching and learning of Physics, allowing the student to relate scientific knowledge with everyday phenomena.

Keywords: education in youth and adults; andragogy; thermal physics.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>História da educação de Jovens e Adultos no Brasil até a atual situação de ensino.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Aprendizagem do adulto .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Princípios da andragogia .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>TERMODINÂMICA .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Definições e conceitos da termodinâmica .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Calor e temperatura .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Medidas de temperatura.....</b>	<b>31</b>
3.3.1	Condução Térmica .....	34
3.3.2	Convecção Térmica .....	35
3.3.3	Radiação Térmica .....	35
<b>3.4</b>	<b>Dilatação térmica .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5</b>	<b>Variação de Pressão.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6</b>	<b>Calor Específico e Capacidade Térmica .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7</b>	<b>Calor Latente e Transformação de Estado Físico da Matéria .....</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Método da pesquisa .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Participantes do estudo .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Procedimentos de coleta e análise dos dados .....</b>	<b>45</b>
<b>4.4</b>	<b>Apresentação da sequência didática .....</b>	<b>46</b>
<b>4.5</b>	<b>Síntese das aulas.....</b>	<b>47</b>
<b>4.6</b>	<b>Detalhamento das aulas da sequência didática.....</b>	<b>52</b>
4.6.1	Aula 1: Estudo da realidade.....	52
4.6.2	Aula 2: Maquete: nossa casa na visão da Física.....	54
4.6.3	Aula 3: Investigação dos conhecimentos espontâneos sobre Física térmica através de recortes.....	54
4.6.4	Aula 4: Explorar a maquete da casa.....	54
4.6.5	Aula 5: Explorando os termômetros e conceitos como temperatura, trocas de calor, sensação térmica e equilíbrio térmico. ....	55
4.6.6	Aula 6: Escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de medidas.....	57
4.6.7	Aula 7: Transferência de calor por condução, convecção e radiação.....	58

4.6.8	Aula 8: Efeitos das trocas de calor. ....	62
4.6.9	Aula 9: A Física na cozinha. ....	75
4.6.10	Aula 10: Mãos à obra: construção do coletor solar de água. ....	76
4.6.11	Aula 11: Avaliação da sequência didática. ....	77
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>79</b>
5.1	Aula 1: Estudo da realidade .....	80
5.2	Aula 2: A maquete – nossa casa, na visão da Física. ....	97
5.3	Aula 3: Investigação dos conhecimentos espontâneos sobre Física térmica através de imagens. ....	100
5.4	Aula 4: Explorar a maquete da casa. ....	101
5.5	Aula 5: Explorando termômetros e os conceitos de temperatura, trocas de calor, sensação térmica e equilíbrio térmico. ....	104
5.6	Aula 6: Temperatura, escalas termométricas: Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de medidas. ....	107
5.7	Aula 7: Transferência de calor por condução, convecção e radiação. ...	109
5.8	Aula 8: Efeitos das trocas de calor .....	114
5.9	Aula 9: A Física na cozinha. ....	128
5.10	Aula 10: Construção do coletor solar de água. ....	132
5.11	Aula 11: Avaliação final da sequência didática. ....	135
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>141</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>143</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário da pesquisa</b> .....	<b>147</b>
	<b>APÊNDICE B - Entrevista</b> .....	<b>151</b>
	<b>APÊNDICE C - Produto Educacional</b> .....	<b>154</b>
	<b>ANEXO A - Cronologia da história da termodinâmica clássica: uma ciência fundamental.</b> ....	<b>211</b>
	<b>ANEXO B – Interrogatório com o calor</b> .....	<b>225</b>
	<b>ANEXO C - Molde do tampo da luminária do abajur de convecção</b> .....	<b>230</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Evidenciamos em nossas pesquisas e leituras, a necessidade de uma abordagem peculiar para a educação de jovens e adultos (EJA), que contemplasse a especificidade dos discentes. Entretanto, o que temos observado no ensino da Física é que se reproduzem na EJA as mesmas metodologias utilizadas no ensino médio regular, por meio de um processo educativo que é baseado na transmissão de conteúdo sem nenhuma preocupação com as diversidades de perfis entre os educandos. Pouco é valorizado o processo, o que para jovens e adultos deve ser diferente. O ponto de partida é a vivência, as múltiplas experiências que jovens e adultos trazem para sala de aula e que não podem ser ignoradas.

A escolha por desenvolver este produto educacional em formato de sequência didática foi pensada e elaborada para uma turma do ensino médio em um colégio da rede estadual de um município do Oeste do Paraná. O intuito foi de oferecer ao professor que trabalha na EJA, subsídios metodológicos a fim de contribuir para o desenvolvimento profissional e aprimorar em sua prática didática, valorizando os alunos enquanto sujeitos do processo de ensino aprendizagem e trazendo novos significados aos conteúdos estudados, especialmente no ensino da Física, visando superar lacunas deixadas pelo ensino tradicional.

A princípio refletimos, quais eram os objetivos do ensino da Física nessa modalidade? Quais conteúdos priorizar do currículo básico comum para ensinar em apenas 128 horas aula? Como deve ser a abordagem metodológica para que o aluno atue ativamente e compreenda significativamente os conceitos estudados? Quais recursos e instrumentos didáticos, disponíveis ao professor?

Estas são algumas das indagações que afligem tanto a pesquisadora quanto professores que atuam na rede pública de ensino dessa modalidade que não há material didático específico, logo o professor tem autonomia em elencar quais os objetos de conhecimento se fazem prioritários para a turma. A EJA, encontra-se abandonada, sucateada e caminhando para uma educação à distância, como no caso de nossa região várias estão sendo fechadas. Enfrentamos uma grande defasagem em relação a formação específica para docente, reestruturação do currículo e carência de materiais didáticos, com linguagens que atendam as características desse público, que carregam consigo uma bagagem constituída de conhecimentos do cotidiano, experiências de vida, social e profissional.

A educação de jovens e adultos atende educandos de diferentes perfis, englobando uma enorme diversidade, que vai desde o jovem até o idoso, cada qual com ritmos de aprendizagem e estruturas de pensamentos variados. Devido a esse diferencial de realidades, nos deparamos com um grande desafio que é diminuir a relutância em relação a disciplina de Física, vista por eles como uma disciplina complexa e abstrata, baseada somente em fórmulas matemáticas, levando a uma desmotivação e em muitas vezes novamente a uma desistência.

E o grande desafio, é inserir e garantir sua permanência no ambiente escolar, ajudando a construir sua identidade social, despertando a criticidade de que ele faz parte da sociedade e deve compreender o mundo em que vive e sobre tudo valorizar seus conhecimentos de vida. Assim, os fundamentos da andragogia vem ao encontro deste estudo, pois cabe ao professor de Física mostrar o conhecimento físico construído ao longo do tempo, que se encontra presente hoje, nas tecnologias e em nosso cotidiano. Daí a sua importância para as práticas sociais contemporâneas, a compreensão da cultura produzida pelos homens, para entender a relevância histórica dessa produção dentro da história da humanidade.

Proporciona aos estudantes, como propõe as diretrizes curriculares do estado do Paraná, disciplina de Física, não fosse o bastante, a elegância das teorias físicas, a emoção dos debates em torno das ideias científicas, a grandeza dos princípios físicos, desafia a todos nós, professores e estudantes, de compartilharmos, os conceitos e experimentos, presentes desde que o homem, por necessidade ou por curiosidade, passou a se preocupar com o estudo dos fenômenos naturais.

Pensando e analisando esse contexto, torna-se coerente utilizar teoria de aprendizagem que dão embasamento e sustentação para que esse processo de mudança possa ocorrer. Neste caso, o modelo andragógico de aprendizagem dos adultos teorizado por Malcolm Knowles, uma proposta metodológica que consiste em compreender este adulto, suas necessidades de aprendizagem, de aquisição de conhecimentos e de como construir novos conhecimentos. A principal característica dessa metodologia é relacionar experiências, conhecimentos e diálogos, de forma compartilhada entre aluno e professor, propondo um novo modo de professores e alunos interagirem no ensino, a qual vem se mostrando uma importante ferramenta ao professor.

É Uma metodologia voltada para a participação ativa dos alunos com uma organização curricular flexível, visando atender as especificidades de cada um. O

docente, envolvido nesse modelo, é considerado um facilitador, sua relação com o aluno é horizontal, tendo como principais características o diálogo, respeito, colaboração, confiança, informalidade, para garantir que o aluno se sinta seguro e confiante, para compartilhar o conhecimento de um com a experiência do outro.

Esse modelo de metodologia é caracterizado pelo foco no processo de aprendizagem, que se desenvolve dando ênfase na sensibilização (motivação), pesquisa (estudo), discussão (esclarecimento), experimentação (prática), conclusão (convergência) e compartilhamento (sedimentação), ao invés da ênfase no conteúdo.

A área da Física a qual se trata esse produto educacional, é a Física térmica, de forma específica aos conceitos básicos da termodinâmica como: calor, temperatura, equilíbrio térmico, termômetros e grandezas termométricas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin, trocas de calor, variação de temperatura (calor específico e capacidade térmica), transferências de calor por condução, convecção e radiação, dilatação térmica, variação de pressão e mudanças de fase da matéria (calor latente).

A escolha por essa temática da Física, é devido a de que quando aborda-se a Física térmica nas turmas da EJA, é um dos campos da Física da qual os alunos mais se interessam e conseguem identificar e relacionar a fenômenos térmicos a sua realidade com mais facilidade, e ocorre uma participação e dialogicidade mais ativa entre os discentes. E também a temática mais escolhida na organização dos conteúdos quando é elaborado o planejamento juntamente com os discentes. Assim, como o autor destaca que:

A termodinâmica clássica é uma das áreas da física mais bem consolidadas, sintetizada por uma estrutura de conhecimentos bem definida e auto consistente, em sua formulação original, é a única que tem um caráter essencialmente empírico, ou seja, suas leis são resultados puros da observação experimental. (PÁDUA, SILVA, 2009, p.19).

Dessa forma, é uma área que se aproxima à vivência dos estudantes, ela se encontra no cotidiano, a partir das aulas o aluno consegue visualizá-la em seu dia a dia. Portanto, o objetivo geral desta pesquisa é investigar e avaliar as contribuições de uma proposta de ensino de Física fundamentada nos princípios da andragogia, como principal estratégia metodológica na educação de Jovens e Adultos (EJA).

Propõe-se a planejar, desenvolver e aplicar uma sequência didática baseadas nos princípios andragógicos como proposta metodológica, buscando indícios e uma possível aplicabilidade no ensino da Física. Avaliando a andragogia como metodologia no ensino da Física para a educação de jovens e adultos (EJA). Oferecendo um ensino

da Física mais diversificado, contribuindo para o processo de dinamização do ensino aprendizagem, permitindo formar o aluno adulto cidadãos críticos e ativos na sociedade, com base em suas experiências de vida. Promovendo a participação na aprendizagem e conseqüente retenção e fixação do ensino e analisando se ocorreu um aprendizado e se o aluno conseguiu adquirir conhecimentos científicos que permitam compreender o meio que o cerca e relacionar a seu cotidiano.

A maior dificuldade encontrada para a realização dessa pesquisa foi quanto ao número de alunos reduzido na turma de aplicação, pois estávamos vivenciando a pandemia da Covid-19 e muitos dos educandos desistiram e outros optaram pelo ensino remoto.

Partindo de uma pesquisa quanti-qualitativa, por meio de um questionário investigativo, sobre a visão de mundo do aluno, do seu modo de vida e suas percepções sobre o ensino da Física. Foi aplicado uma sequência de atividades, seguindo os métodos e técnicas andragógica como maquete, produção de cartazes, situação problema, vídeos, histórias em quadrinhos, construção de materiais para experimentos e de um protótipo de um coletor solar sustentável de aquecimento de água.

Infelizmente, ainda há muito que contribuir no campo de pesquisa nessa modalidade de ensino, principalmente no que refere-se ao ensino da Física consonante com anseios da EJA. Este trabalho é uma contribuição para essa temática, justificando assim a execução desse produto educacional, demonstrando que não apenas o ensino da Física, e demais disciplinas exatas, aliadas a uma metodologia que se aproxima com a realidade e as necessidades da turma, consegue trazer resultados positivos através de um ensino participativo e investigativo.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 História da educação de Jovens e Adultos no Brasil até a atual situação de ensino**

A EJA, educação para jovens e adultos é uma modalidade que foi instituída por meio da LDB 9394/96, que prevê a oferta da EJA ensino fundamental: destinada a jovens a partir de 15 anos que não completaram a etapa entre o 1º e o 9º ano. Tem duração média de 2 anos para a conclusão.

A EJA em nível médio, é destinada a alunos maiores de 18 anos que não concluíram o ensino médio, que completa a educação básica no Brasil. Ao terminar essa etapa, o aluno está preparado para realizar provas de vestibular e ENEM, para ingressar em universidades. O tempo médio de conclusão é de 24 meses.

As disciplinas da educação jovens e adultos estão de acordo com a base nacional comum curricular, que define aprendizagens necessárias para o desenvolvimento do aluno na educação básica do país, sendo as mesmas do ensino regular e agora estão em concordância também com a matriz curricular do novo ensino médio instituído pelo governo federal.

Porém para estar assim, priorizando algumas especificidades dos jovens e adultos, nosso país levou árduos anos para garantir esse mínimo. Após 1920, com a crise cafeeira, responsável pela economia do país, o Brasil precisou se voltar para a captação dos investimentos industriais conforme o resto do mundo, para tanto, grande parte de sua população era analfabeta, assim, começaram as mobilizações para alfabetizar quem precisava aprender a ler e escrever a fim de contribuir para o futuro do país.

Paralelamente, iniciaram-se programas de alfabetização apenas com o intuito de alfabetizar a massa trabalhadora, entretanto veio Paulo Freire, propondo ações pedagógicas mais eficazes e demonstrando que aprender a ler e escrever vai além de um ato mecânico, Freire (2020, p.13), “a alfabetização e a conscientização jamais se separam”.

Para Freire, ler significava ler o mundo, compreender os conflitos existentes, identificar forças dominantes e instrumentalizar as dominadas, a fim de mostrar a possibilidade de mobilidade social.

Auxiliando esse movimento de alfabetização em massa, em 1934, a Constituição Federal instituiu a obrigatoriedade e a gratuidade do ensino primário para

todos, aliado aos altos índices de analfabetos no país, surgiu uma mobilização para minimizar e até erradicar esses índices respondendo a pressão internacional, assim, a preocupação era ensinar as pessoas ler e escrever, o método e condições utilizadas eram preocupações secundárias.

Entretanto, apenas após 1950, é que o país conseguiu colocar em prática esse processo de alfabetização em massa, por meio do auxílio dos movimentos sociais, paralelamente Freire (2020, p.31), alertava que “a nossa capacidade de aprender, de que decorre a de ensinar, sugere ou, mais do que isso, implica a nossa habilidade de apreender a substantividade do objeto apreendido”. O educador reafirma a necessidade e a possibilidade de não apenas ensinar a ler e escrever, que alfabetizar é aprender a interpretar o mundo que o rodeia.

Após o golpe militar que estagnou os movimentos populares, o governo federal lançou o plano nacional de alfabetização em 1963, ainda com objetivo de reduzir índices, nada voltado para uma metodologia específica, o foco era apenas ler e escrever, os professores precisam ser alfabetizados não havia necessidade de compreender os processos pedagógicos. O que não difere do MOBREAL- Movimento Brasileiro de Alfabetização lançado em 1970. Porém, Paulo Freire, com turmas de alfabetização no nordeste do país, através da vivência da sala de aula, afirmava:

É o meu bom senso, em primeiro lugar o que me deixa suspeito, no mínimo, de que não é possível à escola, se, na verdade engajada na formação de educandos e educadores, alhear-se das condições sociais, culturais e econômicas de seus alunos, suas famílias, de seus vizinhos. (FREIRE, 2020, p.62).

Com a nova república em 1985, o MOBREAL foi extinto, após foram criados alguns programas desconexos, isolados, que não tinham fundamentos pedagógicos e somente onze anos depois, com a LDB 9394/96, a EJA foi instituída como modalidade. Com a descentralização da educação, os municípios passaram a ficar responsáveis pelos anos iniciais do ensino fundamental, logo, pela alfabetização de jovens e adultos, ação em atendimento ao compromisso assumido com a declaração mundial sobre educação para todos, firmada em Jomtien em 1990. A oferta passou a ser em escolas, com professores formados que buscavam por metodologias e materiais específicos para este alunado.

O estado do Paraná criou centros estaduais de educação básica para jovens e adultos (CEEBJA), ofertando anos finais do ensino fundamental e ensino médio, um em cada município variando conforme o tamanho da cidade e demanda, buscando

capacitar professor, produzir material didático específico e equipando esses centros com mobílias e equipamentos tecnológicos necessários. Os municípios possuem pouca demanda, uma escola oferta turmas de EJA. Os eixos que devem nortear a ação pedagógica na EJA, são cultura, trabalho e tempo, assim:

Como eixo principal, a cultura norteará a ação pedagógica, haja vista que dela emanam as manifestações humanas, entre elas o trabalho e o tempo. Portanto, é necessário manter o foco na diversidade cultural, percebendo, compartilhando e sistematizando as experiências vividas pela comunidade escolar, estabelecendo relações a partir do conhecimento que esta detém, para a (re)construção de seus saberes. (PARANÁ, 2006, p.35).

O estado do Paraná lançou em 2006 as diretrizes curriculares para educação de jovens e adultos, documento norteador das ações pedagógicas dentro da modalidade, além de cursos de formação continuada para os professores da rede que atuam nos centros ou nas escolas que ofertam algumas turmas de EJA.

Porém, ainda não é suficiente, esta modalidade tem muito para avançar, e fragilidades a corrigir, uma delas é a rotatividade de professores. Nos últimos anos, os docentes não podiam mais fixar padrão nos CEEBJAS, assim, sua prioridade de escolha de aulas é em outra escola, sobrando carga horária, completava-se nos centros.

Outra situação é a escassez de livros didáticos, a última produção que teve foi há mais de dez anos. O PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) não contempla a modalidade, assim, o estado posterga a produção do mesmo, os centros e escolas do Paraná, utilizam o que ainda restam deste material e livros que o ensino regular não usa, o que seria descartado pelo ensino regular, que recebe material regularmente é doado para ser trabalhado com as turmas de EJA.

E o maior embate da modalidade, as avaliações federais e estaduais que objetivam certificar os estudantes concluintes do ensino fundamental ou médio. Atualmente as da Secretaria Estadual de Educação são online, o estudante realiza uma avaliação simples, se acertar o mínimo exigido, recebe a certificação de conclusão, eximindo-o de frequentar a escola.

Enfim, o início dos debates para a importância da EJA em nosso país, advinha de pressões internacionais para erradicação do analfabetismo e/ou a busca pela capacitação do jovem e adulto para o mercado de trabalho. Vivemos ainda, portanto, os mesmos desafios, pois os índices de jovens e adultos que não concluíram o ensino fundamental continua alto.

Necessitamos de um olhar para a modalidade como um espaço, uma oportunidade de construção do saber, como afirma Freire (2020, p.45), “assumir-se como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos, capaz de ter raiva porque capaz de amar”. E não apenas para certificação.

## **2.2 Aprendizagem do adulto**

As principais teorias de ensino e aprendizagem concordam que uma das preocupações básicas deve ser o meio do aprendiz e que o papel do professor é estimular, proporcionar a apreensão de novos conceitos. Assim, quando o aprendiz é adulto, se torna mais inevitável esse ponto, para o autor Kidd (1973 apud Martins, 2018, p.13), “o adulto além de ter experiências mais ricas e diversas, estas são organizadas diferentemente daquelas vivenciadas por crianças”.

O autor frisa que o meio, as vivências do adulto são outras e que essas são importantíssimas na hora de ensinar e aprender. O adulto vai para a escola com uma grande bagagem de conhecimento, de vivências que se constroem diariamente. Desta forma, Knowles (1984, apud MARTINS, 2018, p.36), alerta que “se os adultos forem tratados como crianças durante atividades que envolvam aprendizagem pode ocorrer um conflito psicológico pois alguns indivíduos têm a necessidade de autodirigir suas vidas”.

O desenvolvimento adulto direciona-se mais para o social, pois o adulto precisa adaptar-se aos diversos papéis que deverá assumir durante sua existência. Desse modo, por causa dos diferentes papéis que assumem, da posição social em que se encontram, das experiências vividas, o aprendizado dos adultos difere substancialmente do das crianças. ERIKSON (1963, apud MARTINS 2018, p. 13).

Logo, o ponto de partida do trabalho pedagógico é ter bem claro quem é o educando, qual é a sua vivência, o que ele faz, o que ele busca na escola, quais são suas expectativas e necessidades, o adulto num início de diálogo apresenta todas estas respostas. Mediante essa preocupação, o professor conseguirá oferecer uma aula significativa, contextualizada com a realidade do seu aprendiz, Freire (2020, p. 139), ressalta que “no processo de busca da temática significativa, já deve estar presente à preocupação pela problematização dos próprios temas. Por suas vinculações com outros. Por seu envolvimento histórico-cultural”.

Martins (2018, p.42), enfatiza que “adultos preferem aprendizados que envolvam a solução de problemas, pois há aplicação imediata do aprendizado, por esta razão sentem-se mais comprometidos”. Para os autores é através da vivência do aluno que o professor deve problematizar, trazer os questionamentos para que juntos busquem as soluções, para que o aluno tente, seja instrumentalizado para a resolução das aflições.

Quando um adulto é indagado sobre sua vida, ao contrário de uma criança que tem a única responsabilidade na vida escolar, falará provavelmente sobre seu trabalho, família, ou de assuntos relativos às responsabilidades assumidas por ele, pois desenvolvem profunda necessidade psicológica de serem tratados por seus pares como sendo capazes de assumir responsabilidades. (MARTINS, 2018, p. 35).

O autor lista as situações diárias que o adulto apresenta. Desta forma, entende qual é a busca dele na escola, quais são suas necessidades, o que ele precisa. É a mera conclusão de uma etapa escolar almejando uma melhora profissional, é a continuação de algo que quando criança, adolescente foi interrompido porque os pais não deixavam, é o início de um novo ciclo na vida, retomado após algum acontecimento? Freire (2020, p.154), esclarece que “na sua experiência, observou que os camponeses somente se interessavam pela discussão quando a codificação dizia respeito, diretamente, a aspectos concretos de suas necessidades sentidas”.

Para Linderman (1926 apud MARTINS 2018, p.13), “o recurso de maior valor na educação de adultos é a experiência”. A vivência, sonhos, angustias, conquistas trazidas pelos educandos não devem ser desprezadas ou ignoradas pelo professor, portanto, Freire (2020, p.136), “a alfabetização do homem brasileiro, em posição de tomada de consciência, na imersão que fizera no processo de nossa realidade”.

De acordo com Martins (2018, p.40), “a prontidão para aprender refere-se ao momento em que os adultos se deparam com a necessidade de aprender algo para que possam assumir novos papéis sociais e crescer”. Após conhecer seu estudante, o adulto, jovem, adolescente ou idoso, sabendo de suas necessidades, o professor deve dar sentido às experiências vividas, articulando-as com o conteúdo curricular, para que o aluno consiga visualizar no cotidiano o conhecimento científico adquirido na escola. Ou conforme Bellan (2005, p.59), “a identificação das necessidades dos alunos, porque os adultos querem aprender o que lhes será útil”:

Demonstrar a importância prática do assunto a ser estudado-experimente o seu ensino na prática, para depois passa-lo adiante. Sua autoridade será muito maior. Propagar a sensação de que aquele conhecimento fará diferença na vida dos alunos - isto será possível se você realmente acreditar que o que está ensinado vale a pena ser ensinado. Transmitir força e esperança – lembrança que você é um modelo para seus aprendizes. (BELLAN, 2018, p.57).

Segundo Knowles (1984 apud MARTINS 2018, p.35), “os adultos necessitam saber as razões pelas quais devem aprender determinadas coisas em detrimento de outras”. Quando o estudante vivencia o conteúdo aprendido na sala de aula em sua casa, no emprego, alivia o aprender, muitos adultos e/ou idosos temem retornar para escola com medo de não conseguir aprender, não conseguir acompanhar a turma como se referem, imaginando objetos de conhecimento longe da realidade, sem conexão com seu dia a dia, o autor sugere.

Por que não estabelecer uma “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? Por que não discutir as implicações políticas e ideológicas de um tal descaso dos dominantes pelas áreas pobre da cidade? (FREIRE, 2020, p.36).

Para que o professor consiga proporcionar esse ensino contextualizado é necessário investigar, buscar, tentar relacionar, entrelaçar o conhecimento científico com as vivências do estudante, ou seja, para Freire (2020, p. 142), “toda investigação temática de caráter conscientizador se faz pedagógica e toda autêntica educação se faz investigação do pensar”.

Freire (2020, p.44), salienta que “as condições implicam ou exigem a presença de educadores e de educandos criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes”. O autor descreve a postura, o perfil do professor que é exigido para que consiga dar sentido as experiências do adulto, demonstrando a relevância pessoal de tal conteúdo, instigando o pensamento crítico e acrescentando novas informações para o estudante.

Martins (2018, p.38), admite que “o facilitador pode começar com as experiências vividas pelos aprendizes de forma a conectá-la com novos conceitos, teorias e experiências que serão posteriormente explicados”. O autor, intitula o professor como facilitador, como alguém que vai orientar, que vai ajudar a encontrar os caminhos. “É próprio da consciência crítica a sua integração com a realidade, enquanto que da ingênua o próprio é sua superposição à realidade”. (FREIRE, 2020, p.139).

Para que o estudante perceba que um novo conceito vem para acrescentar, para ampliar sua área de conhecimento, é necessário como Freire propõem que o professor procure desenvolver e/ou instrumentalizar a consciência crítica da realidade, o se questionar sobre os acontecimentos, as situações as vivências, o olhar investigativo. “Educação e investigação temática, na concepção problematizadora da educação, se tornam momentos de um mesmo processo”. (FREIRE, 2020, p.142).

De acordo com Freire (2020, p.57), “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que fazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando”. Logo, não é possível o professor ensinar de forma problematizadora, querer despertar, aguçar no aluno a busca pelas soluções se ele não tem uma postura investigativa que busca instigar nos alunos esse desejo pelo conhecimento, pelo desvendar e/ou entender o porquê das coisas. Para Bellan (2005, p.59), é importante “o estabelecimento de cada objetivo e o planejamento de cada tarefa, pois os adultos gostam de trabalhar focados, sabendo o porquê de cada coisa”.

Para Freire (2020, p.163), “outro recurso didático, dentro de uma visão problematizadora da educação e não “bancária”, seria a leitura e a discussão, começando-se por trechos”. O autor faz duras críticas à educação depositária, onde o professor deposita o conhecimento, como que se o estudante apenas recebesse, negando que é ele quem constrói sua aprendizagem e o professor assume o papel de facilitador neste processo.

Partiríamos de que a posição normal do homem, era a de não apenas estar no mundo, mas com ele. A de travar relações permanentes com este mundo, de que decorre pelos atos de criação e recriação, o acrescentamento que ele faz ao mundo natural, que não fez, representando na realidade cultural. (FREIRE, 2020, p.137).

Assim, o ensino para o adulto não deve priorizar os livros didáticos e/ou a sequência de uma matriz curricular desconectada com a realidade, o professor deve ter autonomia dentro dos conteúdos necessários, articular esse conhecimento científico com o desenvolvimento da capacidade crítica do educando. “O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão”. (FREIRE, 2020, p.40).

Para que o professor consiga desenvolver essa criticidade no aluno, ele além de buscar elementos, didática específicas para sua aula, deve se preocupar com a

sala de aula, como o estudante se sente na cadeira escolar, o que ele sente ao entrar em sala de aula.

Bellan, (2005, p.59), adverte sobre a necessidade de um ambiente agradável, informal, que sirva de suporte para a aprendizagem, porque adultos não gostam de se sentir desconfortáveis ou embaraçados perante outros;

Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula deve estar sendo um ser aberto as indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições, um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento. (FREIRE, 2020, p.57).

De acordo com Carvalho (2010 apud MARTINS 2018, p.13), “nós aprendemos aquilo que nós fazemos”. A experiência é o livro-texto vivo do adulto aprendiz. Ambos os autores concordam que o estudante deve fazer parte do processo e para isso o melhor ponto de partida é sua vivência, seu bairro, seu emprego, a cozinha de sua casa, suas histórias pessoais. Assim, por meio das indagações do docente, de sua abertura em trazer essas experiências para sala de aula, articulando-as com o saber científico.

O que motiva e interessa os adultos diz mais respeito a possíveis mudanças que possibilitariam uma mudança na qualidade de vida, o que pode estar associado com o trabalho ou com a vida pessoal, como por exemplo resolver um problema de saúde, ou com a sociedade na qual está inserido. (MARTINS, 2018, p. 13).

O estudante adulto, idoso, teme muito o conteúdo quando retorna para escola; seu principal medo é se vai conseguir acompanhar a turma, como eles se expressam, se vai conseguir aprender aqueles conteúdos. Quando percebe que aqueles conteúdos fazem parte do seu dia a dia, que em casa, na rua no emprego conseguem vivenciar o que aprendeu em sala de aula, ele se sentirá muito mais motivado, estimulado a ir para escola e querer aprender mais.

Quando o facilitador promove o ambiente que proporciona a aprendizagem no sentido de o aprendente adquirir “informações e habilidades”, o aprendente capacita-se a criar repertório de continuidade para prosseguir com sua aprendizagem, pois tanto ele como o ambiente mudam e o conhecimento não é estático. (ROSSETTI, 2013 p.16).

Assim, o docente que se propõe a lecionar para adultos, ao entrar em uma turma de EJA, deve “virar a chave”, “sair do automático”, esta modalidade exige um outro perfil do professor em sala e anterior a ela, pois ele deve ter um planejamento

voltado a essas especificidades, sua sala de aula difere das do ensino regular, mesmo porque ao olhar, já verifica-se que não há estudantes com a mesma faixa etária, ou seja, deve pensar em todos os momentos do ensino e aprendizagem. Para Bellan (2005, p.28), “a definição de indivíduo adulto ajuda o educador a planejar suas atividades educacionais seguindo o perfil de seu aprendiz”.

É impossível, o professor sair de uma sala do ensino regular, seja fundamental ou médio e querer aplicar a mesma aula, as mesmas atividades, os mesmos encaminhamentos, ter a mesma postura em uma turma da EJA.

A educação de adultos trata das necessidades e dos interesses específicos de cada aprendiz por meio de situações reais e vividas, por isso é pautada na prática e não na teoria, por fim, o elemento chave da educação de adultos é a bagagem de experiências que cada aprendiz traz consigo e que serve como importante recurso. (BELLEUX, 2000, apud MARTINS, 2018, p. 31).

Assim, é importante que ao início de cada ciclo, semestre ou ano letivo, o professor tenha um contato com a turma, procure saber quais são as necessidades e interesses, trace o perfil da turma para depois elaborar seu planejamento, seu plano de trabalho docente que geralmente é trimestral. Neste momento, ele deve fazer uma reflexão crítica sobre sua prática, se questionando se o conteúdo a ser trabalhado, o método adotado permite que os estudantes cheguem às suas próprias conclusões, identifiquem a relevância pessoal de tal conteúdo para seu cotidiano. Para Freire (2020, p.28), “na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

Utilizar as técnicas adequadas ao ensino de adultos, traçar um bom planejamento, organizar seu curso e avaliar principalmente sua atuação neste processo, são aspectos fundamentais para o sucesso da tarefa de qualquer facilitador. (BELLAN, 2018, p.61).

No planejamento das aulas, além da escolha dos conteúdos, método, ordem para se trabalhar esse conteúdo, um ponto de extrema importância é a avaliação. Em nenhuma hipótese ela deve fechada, padronizada, finalizada em uma prova escrita ao final do conteúdo. Segundo Bellan (2005, p.87), “a avaliação de alunos adultos deve acontecer principalmente através da observação de seu comportamento frente a situações apresentadas. Isto permite a participação ativa do educando inclusive nesta parte do ensino”.

O estudante adulto deve ser avaliado diariamente, toda sua produção deve ser contabilizada para o fechamento da nota, que deve ser cuidadosamente revista, pois uma nota baixa, pode servir de um grande desestímulo, levando a evasão do estudante. Alguns sentem-se rebaixados ao receberem uma nota baixa, principalmente aquele estudante assíduo, que participa das aulas, receber uma nota mais baixa do que aquele jovem que falta, chega atrasado e não é tão assíduo. O docente deve ter um cuidado extremo nesse momento. Bellan (2018, p.55), ressalta que “[ ] os alunos adultos são conscientes de suas habilidades e experiências e exigem mais envolvimento no processo de aprendizagem, o professor necessita transformar-se em um facilitador, um agente de mudança”.

Esse facilitador que a autora sugere é aquela pessoa que vai mostrando ao seu aluno que saber o conteúdo não significa ter que transferi-lo para o papel, ou aquele que instigando seu estudante a articular todo o conhecimento que ele possua. Essa mesma autora apresenta algumas sugestões.

Estude seus alunos. Descubra o que gostam, do que falam, como pensam, e:

- Aproveite a experiência acumulada dos alunos;
- Proponha problemas, novos conhecimentos e situações sincronizadas com o dia-a-dia deles;
- Justifique a necessidade e utilidade de cada conhecimento;
- Envolve-os no planejamento e na responsabilidade do aprendizado;
- Desperte a motivação interna para o aprendizado. (BELLAN 2018, p.58).

De acordo com Freire (2020, p.173), “ação e reflexão se dão simultaneamente”. Observe seu estudante, reflita sobre sua prática, se precisar jogar fora o planejamento traçado e refazer outro no meio ciclo, faça! O estudante adulto, vai para a escola numa retomada, em busca de recomeço de algo que se perdeu no passado.

Assim, o professor passa a ocupar um papel ímpar em sua vida, é quem vai auxiliá-lo nesta retomada. Geralmente chegam apreensivos, com um brilho no olhar e orgulho de estarem naquele ambiente que lhe foi forjado anos atrás. Logo, quando conseguem visualizar os resultados de seus esforços, seus estudos, a apreensão de novos conceitos, a ampliação do conhecimento, articulação do conteúdo escolar com sua vivência e concluem que são capazes, é a maior satisfação para o docente, que olha para seu estudante e conclui, nós conseguimos.

### 2.3 Princípios da andragogia

Em 1926, Eduard C. Linderman, após estudos sobre as metodologias aplicadas para o ensino de adultos, concluiu que era necessário ser revisto o atual currículo pois tratava o estudante como um ser passivo que apenas recebia o conhecimento.

Malcolm Knowles após 1970, publicou várias obras alicerçadas pelas ideias de Linderman, apresentando o termo: andragogia. Andragogia é a ciência que estuda como os adultos aprendem (BELLAN, 2018, p.20). E quem primeiro usou esta nomenclatura foi o educador alemão Alexander Kapp, em 1833.

Tendo como ponto principal o ensino e aprendizagem para adultos, a andragogia se difere da pedagogia que é voltada para o ensino de crianças. Dessa maneira, é essencial que se elucide o perfil do estudante adulto para traçar uma metodologia que venha de encontro com suas necessidades de aprendizagem.

Quando as pessoas amadurecem mudam suas perspectivas, assim veem a aplicabilidade imediata do conhecimento, ao invés da futura. Além disto, adultos têm mais foco para a resolução de problemas que crianças. (MERRIAM & BIEREMA, 2014 apud MARTINS, 2018, p. 34).

“O pai da Andragogia evidencia que a experiência de vida não só define quem somos, mas também é fonte de aprendizado” (Knowles, 1980, apud MARTINS, 2018, p.28). Ambos os autores, confirmam a relevância do saber que o aluno traz consigo, confirmando a necessidade de um ensino onde oriente o aluno adulto em seu aprendizado.

Para Martins (2018, p.35), “o primeiro suposto andragógico trata da capacidade do ser humano de torna-se independente e conseqüentemente poder se autogerir”. Um dos principais pressupostos andragógicos é que o estudante adulto sendo pessoas independentes, auto direcionadas, logo o papel do professor é de direcionar, apontar sua aprendizagem, usar suas experiências acumuladas para fundamentar, iniciar seu trabalho pedagógico e a aprendizagem do seu aluno.

De acordo com Martins (2018, p.35), “os aprendizes adultos se motivam ao saber por que precisam aprender determinados assuntos antes de outras, e também como podem aplicar na prática o que lhes foi ensinado”.

A andragogia é um processo de ensino-aprendizagem sustentado em concepções de comunicação clara e efetiva, através de um alto nível de consciência e compromisso compartilhado entre facilitados e aprendente. (ROSSETTI, 2013, p.17).

O estudante adulto, ao retornar para a escola, tem bem claro quais são suas necessidades, o porquê de ter retornado, muitas vezes são motivados profissionalmente, na busca por uma melhora profissional, precisam desenvolver novas habilidades ou concluir a etapa da escolarização. Assim, é necessário destacar o que motivou meu aluno retornar para os bancos escolares. Martins (2018, p.35), “ênfatiza que os papéis sociais assumidos pelos indivíduos adultos criam, de certa forma, a necessidade de aprender”.

A pessoa que quer trabalhar no ensino de adultos com eficiência precisa se colocar no mesmo plano de aprendizagem dos alunos, permitindo que haja uma troca de informações e experiências e assim desenvolver-se com eles. (BELLAN, 2018, p.56).

Logo, a pessoa que se propõe a trabalhar com a modalidade, deve ter essas questões bem claras: quem é o meu estudante, o que ele busca na escola, quais são suas necessidades e habilidades. O estudante adulto difere da criança, que vai para escola para aprender, concluir as etapas de sua escolarização. O próprio espaço da sala de aula, assim como no ensino regular para o adulto deve ser pensado, é importante deixar eles sentarem na carteira que se sintam mais seguros, seja por conta do lugar ou dos colegas que sentam próximos, que tenham afinidade, assim como aquele que gosta de sentar-se longe de todos. A princípio é necessário respeitar essa escolha e ir trazendo-o ele mais próximo aos poucos, conquistando-o.

O jovem, adulto, idoso retorna para a escola com inúmeras necessidades, eles possuem uma história de vida, ou seja, preferem aprender para resolver problemas e desafios, mais que aprender simplesmente um assunto. Linderman (1926, apud MARTINS, 2018), “salienta que conforme os indivíduos amadurecem, tiram partido das experiências vividas anteriormente em futuras situações de aprendizagem”.

Para Martins (2018, p.37), “o segundo pressuposto andragógico diz respeito à experiência vivida que serve de recurso para aprendizados”. Logo, essas experiências servem de ponto de partida para o trabalho pedagógico, impossível serem desprezadas, ignoradas pelo docente.

À medida que os indivíduos amadurecem deixam de ser dependentes e passam a desenvolver a capacidade de se autoguiar; desse modo, aprendizes adultos adquirem consciência de serem responsáveis de suas decisões. (MERRIAM & BIEREMA, 2014 apud MARTINS, 2018, p. 34).

Assim, têm bem claro o que buscam na escola, diferente da criança que o professor aplica um conteúdo a ser utilizado no futuro, o adulto quer, precisa visualizar a aplicabilidade deste conteúdo no presente, em seu cotidiano, ele precisa relacioná-lo com o dia a dia, ver como fará a diferença em sua vida. Bellan (2018, p.117), ressalta que “todo aprendizado é um processo associativo. O cérebro usa os estímulos sensoriais para promover a associação das informações recebidas, gerando aprendizagem”.

O modelo andragógico, ao não ser uma ideologia (conceitualizada como um conjunto sistemático de crenças que requer lealdade e conformidade por parte dos seus diferentes), mas um sistema de pressupostos alternativos contém o modelo pedagógico. NOGUEIRA (2004, apud MARTINS, 2018, p. 13).

Na andragogia, o professor deve utilizar os pressupostos pedagógicos de aprendizagem, porém o seu estudante é o adulto, o foco deve ser, como ele aprende, como vou lidar com as experiências que traz consigo, qual é o papel de seu cotidiano na construção de seu aprendizado, muitos conteúdos para ele não é novidade, ele tem conhecimento prévio apenas não consegue relacionar cientificamente, como o docente vai direcionar esse aprendizado para que o estudante seja capaz da auto-gestão da aprendizagem.

O tempo de vida do adulto lhe proporciona condições de tomar atitudes e decisões a partir dos resultados de experiências vivenciadas, quer tenham estas sido positivas ou negativas, porque ele acumulou experiências em sua vida. (BELLAN, 2018, p.29).

A independência e o conhecimento adquiridos ao longo de sua vivência, suas experiências de vida são fatores relevantes em sala de aula. Pode parecer simplista, porém, diante de um novo conteúdo, o professor deve iniciar, questionando a turma a respeito. Em uma sala de EJA, muitas vezes ele se surpreende, constata que o aluno já conhece previamente tal assunto e verifica de onde deve iniciar seu trabalho docente. Balleus (2000 apud MARTINS 2018), enfatiza que adultos acumulam rica bagagem experimental que também serve de recurso para que a aprendizagem aconteça, assim há ênfase do conhecimento prático, isto é, aquele advindo de experiências vividas.

Outro fator importante, é como o aluno aprende, geralmente as turmas da EJA são ofertadas no período noturno, pois grande parte dos estudantes são trabalhadores, exercem uma profissão durante o dia e estudam à noite, assim, o

cansaço é um dos grandes vilões, que tira muitos discentes da escola, enquanto professor, como tornar minha aula produtiva, e vencer esse cansaço, assim, a autora alerta.

Adultos podem se concentrar numa exposição teórica durante aproximadamente 07 minutos e que, após este período, a atenção se dispersa sendo necessário diversificar a técnica para conseguir de volta a atenção dos alunos. Isto interfere diretamente na retenção da aprendizagem. (BELLAN, 2018, p.76).

A aula deve ser planejada levando esses pontos em consideração. É desumano pensar que um estudante da EJA vai gostar de ir para escola para assistir um filme por horas, ou para receber uma lista de atividades para resolver sozinho, ou ficar aulas realizando leitura seja individual ou coletiva, apresentação de trabalho. A turma apresenta perfil para tal? Geralmente adultos não gostam de ser expostos perante outros adultos, é preciso muito cuidado quando a utilização de tal metodologia. O professor precisa pensar cada dia da semana, cada aula como gerenciar o tempo, o momento que o estudante está ali disposto, é preciso ter essa sensibilidade, conforme pontua, Bellan (2018, p. 95), “a aprendizagem envolve o pensar, o sentir e o agir”.

Se o estudante é trabalhador no contra turno, com certeza tem uma família para gerir, é preciso tomar alguns cuidados e decisões coletivas como por exemplo, trabalho de pesquisa, tarefas, atividades extra-curriculares, se é viável adotar, como será a realização, se o estudante possui instrumentos e tempo em casa para fazer tais atividades. Bellan (2018), pontua dentro da andragogia o que chama a atenção e facilita a aprendizagem dos adultos:

A andragogia mostra em seu modelo de aprendizagem que alunos adultos:

1. Querem entender por quê têm de aprender algo;
2. Preferem aprender o que os ajudará a solucionar seus problemas;
3. Aprendem melhor quando estudam assuntos que sejam de valor imediato;
4. Precisam aprender experimentalmente. (BELLAN, 2018, p.21).

O adulto aprende melhor quando ele sabe por que tal conteúdo está sendo ensinado. O professor deve despertar o interesse, mostrar para os estudantes a importância do novo saber, tentar relacionar com as situações diárias como compras, consumo, relações sociais, pois no dia seguinte onde estiverem vão conseguir relacionar o conteúdo do caderno com a vivência, Bellan (2018, p.143), alerta: “lembre-se que os alunos adultos sempre têm uma expectativa a seu respeito”.

A autora refere-se ao professor, às expectativas que o aluno traz sobre o papel do professor, alguns o veem como autoridade da sala, aquele que escreve na lousa, que passa informações para os estudantes anotarem no caderno, que traz exercícios para resolverem juntos, que questiona, explica, orienta, alguns estudantes trazem consigo esse modelo de professor, e sentem-se mais seguros com esses docentes. Nos princípios da andragogia, para o professor o aluno não é passivo, ele participa, questiona, infere, aprende fazendo, assim:

Aliando os primeiros pressupostos andragógicos que são a capacidade de autodirigir-se, a experiência prévia como recurso para futuras aprendizagens, e a prontidão para aprender, que é determinada, entre outros, pela necessidade de aprender novos papéis sociais de forma contextualizada, os facilitadores terão ferramentas relevantes e decisivas para que os aprendentes se motivem e aprendam a aprender. (MARTINS, 2018, p. 41).

Os princípios andragógicos, requer um docente que se preocupe como um adulto vai ensinar outro adulto, como o adulto aprende, quais são as fragilidades da modalidade, como vou de frente e vencê-las, ter bem claro quais são as características de aprendizagem dos adultos, como vou explorá-las. Qual tempo meu aluno precisa para aprender um novo conteúdo, quantas vezes é necessário a retomada deste. “A aprendizagem de adultos como uma atividade que precisa ser muito mais “sentida” do que “pensada”. (BELLAN, 2018, p.33).

A autora atribui esse sentir, ao docente, que deve estar em permanente observação, verificação da aprendizagem do seu aluno. O professor de EJA buscar pelos princípios andragógicos, não significa descartar as atuais teorias de aprendizagem. O professor aprende, as estuda ao longo de sua formação inicial e muitas vezes continuada. É acrescentar, é verificar e entender as especificidades do ensino para o adulto. É constatar que o adulto também precisa de motivação para aprender, mas o que motiva o adulto, como vou trazer esse estudante para a aula, para o conteúdo.

Qual conteúdo é relevante para o aluno? Como posso apresentar e articular esse conteúdo de forma que haja interação e apreensão de novos saberes e não esteja “chovendo no molhado”, querendo ensinar algo que eles já dominam ou começando por uma parte difícil onde eles não conseguem acompanhar. Enfim, a andragogia vem para destacar as diferenças que há entre o ensino voltado a criança e ao adulto de forma articulada, demonstrando os benefícios que o professor ao ter

entendimento destes com certeza vai fazer a diferença na prática pedagógica e no aprendizado de seu aluno adulto.

### 3 TERMODINÂMICA

Nesta seção iniciamos com uma revisão da história e da evolução da termodinâmica clássica, com relatos de fatos históricos relevantes e discussão dos principais desenvolvimentos conceituais e formais. Destacamos importantes pesquisadores que contribuíram para a história da Física térmica e tão pouco são citados nos livros didáticos. No anexo A dessa dissertação consta uma cronologia histórica dos fatos da evolução da termodinâmica, durante os séculos XVI até XIX.

#### 3.1 Definições e conceitos da termodinâmica

A Física térmica é o foco de estudo da sequência didática desse produto educacional. Esta abordagem é chamada de termodinâmica nome que significa “movimento do calor”. A termodinâmica é uma ciência que estuda a energia e as suas diferentes formas, bem como as suas interações com a matéria. Segundo Halliday, Resnick, (2012, p.184), “a termodinâmica é um ramo da Física que estuda a relação entre calor e outras formas de energia”.

Para melhor compreender a origem dessa teoria, vamos apresentar alguns conceitos fundamentais que explicam os fenômenos térmicos, como temperatura e calor, bem como suas consequências. Na termodinâmica estudamos os sistemas de um ponto de vista macroscópico, possui um caráter essencialmente empírico, ou seja, suas leis são resultado de observações experimentais. Segundo Tipler, Mosca (2009, p.39), “a termodinâmica é o estudo dos processos de transferência de energia entre corpos macroscópicos e que envolvem a temperatura.”

Eventualmente, podemos dizer que a termodinâmica surgiu de um interesse prático, da possibilidade do calor gerar movimento. Com base nessa ideia, alguns autores definem a termodinâmica como parte da Física que trata do calor e do trabalho:

[...] Toda vez que você dirige um carro, liga um ar condicionado ou usa um eletrodoméstico, você está usufruindo dos benefícios práticos da Termodinâmica, o estudo das relações envolvendo calor, trabalho mecânico e outros aspectos da energia ou conversão entre tipos de energia [...] (YOUNG, FREEDMAN, 2008, p.176).

Atualmente, podemos entender a Termodinâmica como teoria física que descreve, de um ponto de vista macroscópico, as transformações de estado da matéria em geral, em que os movimentos gerados pelo calor são consequências de certas transformações. Observamos que o sistema físico objeto de estudo, no caso em sistema termodinâmico, deve ser constituído

por um número muito grande de partículas microscópicas (átomos, moléculas, etc.) (PÁDUA, SILVA, 2009, p.25-26).

### 3.2 Calor e temperatura

A teoria mecânica do calor foi aceita no início do século XX. Afirmava que o calor é uma vibração, ou seja, agitação interna dos átomos que compõem a matéria. Assim, a temperatura representa a intensidade dessas vibrações e uma transferência de calor é uma propagação das mesmas. Quando dois corpos, de temperaturas diferentes, são colocados em contato, os átomos do corpo mais quente transmitem parte de suas vibrações aos do corpo mais frio por meio de colisões, e esse processo continua até que os átomos dos dois corpos vibrem com intensidades iguais. O conceito de calor enunciado atualmente por vários autores destaca como transferência de energia e diferença de temperatura.

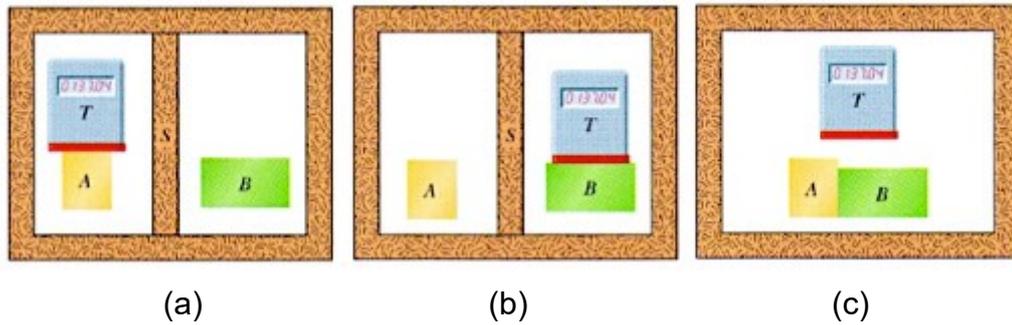
[...] Energia térmica em trânsito, sendo transferida de um lugar para outro, normalmente por meio de colisões moleculares, ou seja, fluxo de energia entre sistemas termodinâmicos até que se atinja a condição de equilíbrio térmico". (HEIWITT, 2015. p.287).

[...] Calor é a energia que é transferida entre um sistema e seu ambiente, devido a uma diferença de temperatura que existe entre eles. (HALLIDAY, RESNICK, 2012, p. 192).

[...] Quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada energia interna, também aumenta. Se esse corpo é colocado em contato com outro, de temperatura mais baixa, haverá transferência de energia do primeiro para o segundo, energia esta que é denominada calor. Portanto, o conceito moderno de calor é o seguinte: calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles [...] (ALVARENGA, MÁXIMO, 2016, p. 412-413).

O significado físico de temperatura “é a medida do grau de agitação média das partículas que compõem a substância” (PIETROCOLA *et al.* 2010 p. 171), ou seja, a grandeza que caracteriza o estado térmico de um corpo ou sistema, em quente ou frio. Todos os corpos possuem uma propriedade chamada temperatura, que é baseada no princípio de equilíbrio térmico, que foi chamada de Lei Zero da Termodinâmica. Podemos enunciá-la da seguinte forma: dois sistemas termodinâmicos, quando em equilíbrio térmico com um terceiro sistema, estão em equilíbrio térmico entre si.

**Figura 1 - Ilustração da ideia da lei zero da termodinâmica**



**Fonte: Halliday e Resnick (2012, p.185)**

De acordo a figura 1 (a) o corpo T (um termoscópio) e o corpo A estão em equilíbrio térmico. (O corpo S é um isolante térmico). (b) o corpo T e o corpo B também estão em equilíbrio térmico e produzem a mesma leitura do termoscópio. (c) se (a) e (b) são verdadeiros, a lei da termodinâmica estabelece que o corpo A e o corpo B também estão em equilíbrio térmico. De maneira substancial, podemos dizer que a Lei Zero da Termodinâmica traz em si o princípio físico de equilíbrio térmico e proporciona uma maneira empírica de definir a temperatura, além de estabelecer um processo operacional de como medi-la.

### 3.3 Medidas de temperatura

Ao longo da história, a concepção de temperatura era percebida por alguns dos sentidos humanos, pela sensação térmica por meio do tato, na qual indicava apenas condições de quente, frio, morno e gelado. O conhecimento empírico sobre a teoria do calor como fluido e a temperatura aparente (sensação térmica) perdurou por muito tempo, até quando a condutibilidade térmica entre condutor e isolante veio em questão. A partir desse momento surgiu a necessidade de se construir um instrumento padronizado de medida de temperatura.

O critério “sensitivo” para avaliação das temperaturas é vago e impreciso, pois depende da pessoa e das condições nas quais a mesma se encontrava anteriormente. Além de ser um instrumento diferencial (uma vez que só consegue distinguir entre “mais frio” e “mais quente” em relação a sua própria temperatura), o corpo humano induz facilmente o observador em erro, dado que é sensível a outras grandezas, com o por exemplo a condutividade térmica (uma maçaneta metálica “parece mais fria” ao tato do que a madeira da porta onde se encontra colocada, apesar de estarem ambas à mesma temperatura. (PIRES, *et al.* 2006, p.101).

A medição das grandezas físicas foi reconhecida pela sua importância na caracterização e na determinação de inúmeros fenômenos, permitindo então a

realização de vários experimentos, tais como: determinação da densidade máxima da água, estudo da fusão e ebulição, na dilatação dos sólidos (linear, superficial e volumétrica), determinação dos calores latente e de vaporização da água, determinação de condutibilidade térmica, estudo da convecção térmica dentre outros. “A necessidade de estabelecer um instrumento padronizado de medida de temperatura que independa do sentido tato”. (PIRES *et al.* 2006, p. 101).

O termômetro é um instrumento padronizado que permite o controle e a medida de temperatura. Seu princípio de funcionamento baseia-se na dilatação e faz uso de comparações entre a variação de propriedades das substâncias como volume de um líquido, comprimento de um sólido, pressão de um gás quando o volume é constante, volume de gás quando a pressão é constante e resistência de um condutor, intensidade e comprimento de onda da radiação emitida por um corpo (radiação infravermelha). “Com o desenvolvimento dos termômetros, a temperatura foi o primeiro conceito termodinâmico a atingir status operacional, ou seja, a ser medido objetivamente” (PÁDUA, SILVA, 2009, p. 78).

Foram definidos em dois pontos fixos valores de referências, baseados em fenômenos de mudanças de estado físicos da água (fusão e ebulição), que ocorrem em condições únicas de temperatura e pressão atmosférica padrão. De todas as escalas criadas ao longo da história, a primeira que se tornou escala padrão foi a escala absoluta ou Kelvin, sendo uma das sete grandezas fundamentais do sistema internacional (SI), a qual se encontra definida como: “Kelvin unidade de medida de temperatura termodinâmica e a fração  $1/273,16$  da diferença entre o zero absoluto e a temperatura triplo da água”. (HALLIDAY, RESNICK, 2012, p.186).

Enquanto a natureza do calor era debatida, apenas com base nas observações dos fenômenos térmicos e especulações filosóficas, os cientistas buscavam sempre conquistar o frio e atingir o limite inferior máximo, essa temperatura limite é tomada como zero absoluto (0K) que corresponde a  $-273,5^{\circ}\text{C}$  (0 K), sendo até hoje nunca medido de forma experimental.

“Os resultados teóricos de Nernst e Planck estimularam os físicos a realizarem experimentos buscando atingir, na prática, o zero absoluto”. (PÁDUA, SILVA, 2009, p.63-64). A experiência tem mostrado, no entanto que, quanto mais se aproximava do zero absoluto, fica mais difícil continuar resfriando o material.

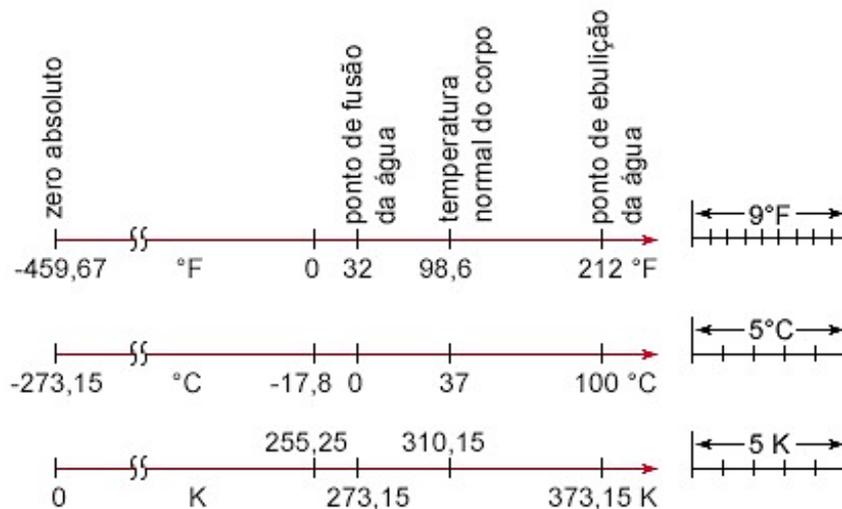
Assim, foi formulado o Princípio da Inatingibilidade do Zero Absoluto. Segundo Pádua, Silva (2009), “é impossível reduzir a temperatura do sistema a zero absoluto

por meio de um número infinito de processos. Na prática, já se conseguiu produzir hélio líquido a  $T = 0,001\text{K}$ . Pode-se mostrar que esse princípio é equivalente à 3ª Lei da Termodinâmica”. O zero absoluto corresponde ao estado teórico em que os átomos e moléculas não tem nenhuma energia, os efeitos quânticos passam a influenciar a dinâmica dessas partículas. De acordo com Pires *et al.* (2009) “conclui-se, que a pressão seria nula quando o gás estivesse a  $-273^\circ\text{C}$ . Como a pressão do gás é devido ao bombardeio das moléculas sobre as paredes de um recipiente, no estado térmico de pressão nula, as moléculas do gás deveriam estar em repouso”. (PIRES *et al.*, 2009, p.105).

A temperatura é hoje uma das grandezas mais medidas e controladas mundialmente, mesmo persistindo as dificuldades para seu entendimento, sua quantificação e seu controle. Algumas escalas se mostram consistentes e foram adotadas e universalizadas, chegando aos tempos atuais nas graduações dos termômetros, como a Celsius, Kelvin e a Fahrenheit.

A figura 2, compara as três escalas de temperatura: Fahrenheit, Celsius e Kelvin e dos tamanhos relativos entre as escalas.

**Figura 2 - Comparação das escalas de temperatura**



**Fonte: Adaptado de College Physics (2021)**

A equação de conversão de escalas de temperatura permite encontrar valores correspondentes nas diferentes escalas termométricas existentes, aplicando as regras de proporcionalidade de segmentos:

$$\frac{T' - T_F}{T_E - T_F} = \frac{T'' - T_F}{T_E - T_F} \quad (1)$$

Onde,  $T'$ , indica o valor da temperatura lida numa escala termométrica,  $T_F$  é o ponto fixo de fusão (gelo) e  $T_E$  ponto fixo de ebulição (vapor) dessa escala e  $T''$  está relacionado aos pontos fixos da escala termométrica na qual deseja obter o valor da temperatura.

Para que haja troca de calor, é necessário a diferença de temperatura entre os corpos. E essa transferência ocorre das seguintes maneiras:

### 3.3.1 Condução Térmica

É um processo de propagação de energia de molécula para molécula, sem a movimentação da matéria, e necessita de meio material e ocorre de maneira mais eficiente nos materiais sólidos. Vários autores destacam a condução como:

Em nível atômico, verificamos que os átomos de uma região quente possuem em média uma energia cinética maior do que a energia cinética dos átomos de uma região vizinha próxima. Eles fornecem uma parte do excesso de energia mediante colisões com átomos vizinhos. Estes vizinhos colidem com outros vizinhos, e assim por diante ao longo do material. Os próprios átomos não se deslocam de uma região para outra do material, mas a energia cinética é transferida de uma região para outra. (YOUNG, 2008, p.199)

A transferência de energia térmica pelas colisões eletrônicas e moleculares no interior da substância (especialmente se for sólida). (HEIWITT, 2015. p.316).

Dependendo da estrutura atômica de uma substância, a agitação térmica poderá ser transmitida de um átomo para outro com maior ou menor facilidade, ou seja, dependendo de sua condutividade térmica, fazendo que a substância seja má ou boa condutora de calor.

Como a condução se realiza de partícula para partícula, corpos mais densos, com maior número de partículas, sobretudo partículas livres que possam ser portadoras da energia cinética, são bons condutores de calor. (GASPAR, 2013, p.253).

Os elétrons mais externos dos átomos desses materiais estão firmemente ligados. Os maus condutores são denominados isolantes. Lã, madeira, palha, papel, cortiça e isopor são bons isolantes térmicos. (HEIWITT, 2015. p.303).

### 3.3.2 Convecção Térmica

Nos fluídos, a transmissão de calor ocorre pela movimentação da matéria de uma região para outra em virtude da diferença de densidade. O fluxo formado é denominado correntes de convecção.

A convecção é a transferência de calor ocorrida pelo movimento da massa de uma região do fluido para outra região. Exemplos familiares, incluem os sistemas de aquecimento de água em residências, o sistema de refrigeração do motor de um automóvel e fluxo de sangue através do corpo. (YOUNG, FREEDMAN, 2004, p.125).

A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como o fluido expandido é mais leve do fluido que o cerca, mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobre e o processo continua indefinidamente. (HALLIDAY, RESNICK, 2012, p.204).

A convecção ocorre tipicamente num fluido, e se caracteriza pelo fato de que calor é transferido pelo movimento do próprio fluido, que constitui uma corrente de convecção. Um fluido aquecido localmente em geral diminui de densidade e por conseguinte tende a subir sob o efeito gravitacional, sendo substituído por um fluido mais frio, o que gera naturalmente correntes de convecção (NUSSENZVEIG, 2002, p.171).

### 3.3.3 Radiação Térmica

O processo de transferência de calor que ocorre mesmo na ausência de meio material, ou seja, no vácuo, é a radiação térmica. A transmissão de energia térmica é feita pelas ondas eletromagnéticas. No momento em que a energia radiante é absorvida, os raios infravermelhos aquecem os corpos. Uma parte é absorvida, outra pode ser transmitida por meio desse corpo e também refletida. De maneira geral, os corpos escuros possuem alta absorvidade e baixa refletividade (bons absorvedores e emissores), e corpos claros e polidos possuem baixa absorvidade e alta refletividade (maus absorvedores e emissores). Todos os corpos podem emitir a energia por radiação, mas dependem de alguns fatores como a cor, a composição química e os níveis de energia dos átomos. De acordo com Alvarenga e Máximo (2016), todos os corpos aquecidos emitem radiação térmica que, ao serem absorvidos por outro corpo, podem provocar nele uma elevação de temperatura. Quando um corpo está mais quente que o meio onde ele se encontra, ele vai esfriar até atingir o equilíbrio térmico, pois a taxa de emissão de energia é maior do que a taxa de absorção (ALVARENGA; MÁXIMO, 2016, p.61). Young e Freedman, comentam que:

Qualquer corpo, mesmo a uma temperatura normal, emite energia sob a forma de radiação eletromagnética. A uma temperatura normal, digamos a 20°C, quase toda energia é transportada por ondas infravermelhas com comprimento de onda maior que o da luz visível. À medida que a temperatura aumenta, os comprimentos de ondas passam a ter valores menores. A 800°C, um corpo emite radiação visível em quantidade suficiente para adquirir luminosidade própria e parecer vermelho, embora mesmo nessa temperatura a maior parte da energia seja transportada por ondas infravermelhas. A uma temperatura de 3000°C, a temperatura característica do filamento de uma lâmpada incandescente, a radiação contém luz visível suficiente para que o corpo pareça branco-quente. (YOUNG, FREEDMAN, 2008, p.203).

“Quando um corpo absorve ou perde energia térmica, várias mudanças podem ocorrer em suas propriedades físicas”. (TIPLER; MOSCA, 2009, p.571). Analisaremos algumas das propriedades térmicas e alguns processos físicos envolvendo o calor.

### 3.4 Dilatação térmica

O fenômeno da dilatação pode ser entendido do ponto de vista atômico e molecular. A maioria dos materiais se expande quando aquecida e se contrai quando resfriados. De acordo com Greff, a dilatação foi interpretada como:

Resultado do aumento das distâncias intermoleculares devido ao aumento da energia cinética das moléculas que constituem uma substância. Dessa forma quanto maior a dilatação, maior deve ser a variação de temperatura. Além disso, diferentes materiais apresentam maior ou menor variação em seus volumes, já que a interação entre as moléculas é diferente nos vários materiais. Quanto mais moléculas tivermos à temperatura inicial, ou seja, quanto maior o volume inicial do objeto, maior será a dilatação do objeto. (GREFF, 2005, p.68).

De maneira geral, os materiais tendem a se comportar diferentemente à variação da temperatura. As dimensões podem variar muito, de alguns materiais e substâncias enquanto outros praticamente não se alteram. Esse fenômeno ocorre quase em todos os corpos sólidos, líquidos e gasoso. Os corpos sólidos cristalinos mantêm forma geométrica praticamente invariável mesmo quando com mudança de temperatura. Com isso, podemos dizer que a dilatação térmica depende do sistema cristalino e das ligações entre os átomos (GASPAR, 2013, p. 206). Esse comportamento está relacionado ao coeficiente de dilatação, que é uma constante de proporcionalidade que determina o comportamento do material quando ele sofrer variações de temperatura e pressão. De acordo com Pietrocola (2010, p.199), “a dilatação depende do material. Essa dependência é representada pelo coeficiente de dilatação linear, grandeza característica do material”.

Quando um sólido é aquecido, aumenta a energia interna desse sistema, na forma de amplitude de vibração dos átomos, aumentando suas posições de equilíbrio. Dependendo da geometria do material ocorre uma variação no comprimento, na área ou no volume, e são classificadas como dilatação linear, superficial e volumétrica.

A dilatação linear ( $\Delta L$ ), corresponde ao aumento de uma das dimensões de um sólido, ou seja, no seu comprimento. Sendo diretamente proporcional ao comprimento inicial  $L_0$ , à variação da temperatura  $\Delta T$  ao coeficiente de dilatação linear  $\alpha$ .

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T \quad (2)$$

Nos materiais sólidos isotrópicos, a variação ocorre em duas dimensões, temos uma dilatação superficial ( $\Delta S$ ), ou seja, ocorre um aumento na área.

$$\Delta S = \beta \cdot S_0 \cdot \Delta T \quad (3)$$

Tratando-se de uma dilatação em duas dimensões, foi definido  $\beta$ , como coeficiente de dilatação superficial de um sólido, valendo o dobro do coeficiente de dilatação linear.

Relação entre os coeficientes linear e superficial. Partindo da definição de  $\alpha$  e  $\beta$  temos:

$$\frac{dL}{dT} = \alpha L \quad (4)$$

$$\frac{dS}{dT} = \beta S \quad (5)$$

Onde  $L(T)$  e  $S(T)$  são o comprimento e a área considerados. Um corpo quadrado de lado  $L$  e área  $S = L^2$  temos:

$$\frac{dS}{dT} = 2L \frac{dL}{dT} = 2L^2 \alpha = 2\alpha S \quad (6)$$

Ou seja,

$$\beta = 2\alpha \quad (7)$$

A dilatação volumétrica nos sólidos, por sua vez, é aquela que predomina a variação nas três dimensões do material, no comprimento, largura e altura, ou seja, variação do volume. A equação de definição resulta:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T \quad (8)$$

A constante de proporcionalidade é  $\gamma$ , onde temos:

$$\gamma = 3\alpha \quad (9)$$

Quando tratamos da dilatação térmica de um líquido, precisamos levar em conta a possibilidade de que o recipiente em que o líquido está contido também possa ter passado pelo mesmo processo, tendo assim, suas dimensões alteradas. Para o líquido será observada uma dilatação aparente ( $\Delta V_{ap}$ ), ou seja, corresponde ao volume de líquido derramado. Dessa maneira teremos, a dilatação real sofrida pelo líquido, igual a soma da dilatação aparente do líquido e da dilatação real do recipiente:

$$\Delta V = \Delta V_{ap} + \Delta V_{rec.} \quad (9)$$

Comparando as equações 8 e 10, temos:

$$\gamma_{liq.} \cdot V_0 \Delta T = \gamma_{ap.} \cdot V_0 \Delta T + \gamma_{rec.} \cdot V_0 \Delta T \quad (10)$$

Teremos então, o coeficiente de dilatação real do líquido que é igual à soma dos coeficientes de dilatação aparente do líquido e real do recipiente:

$$\gamma_{liq.} = \gamma_{ap.} + \gamma_{rec.} \quad (11)$$

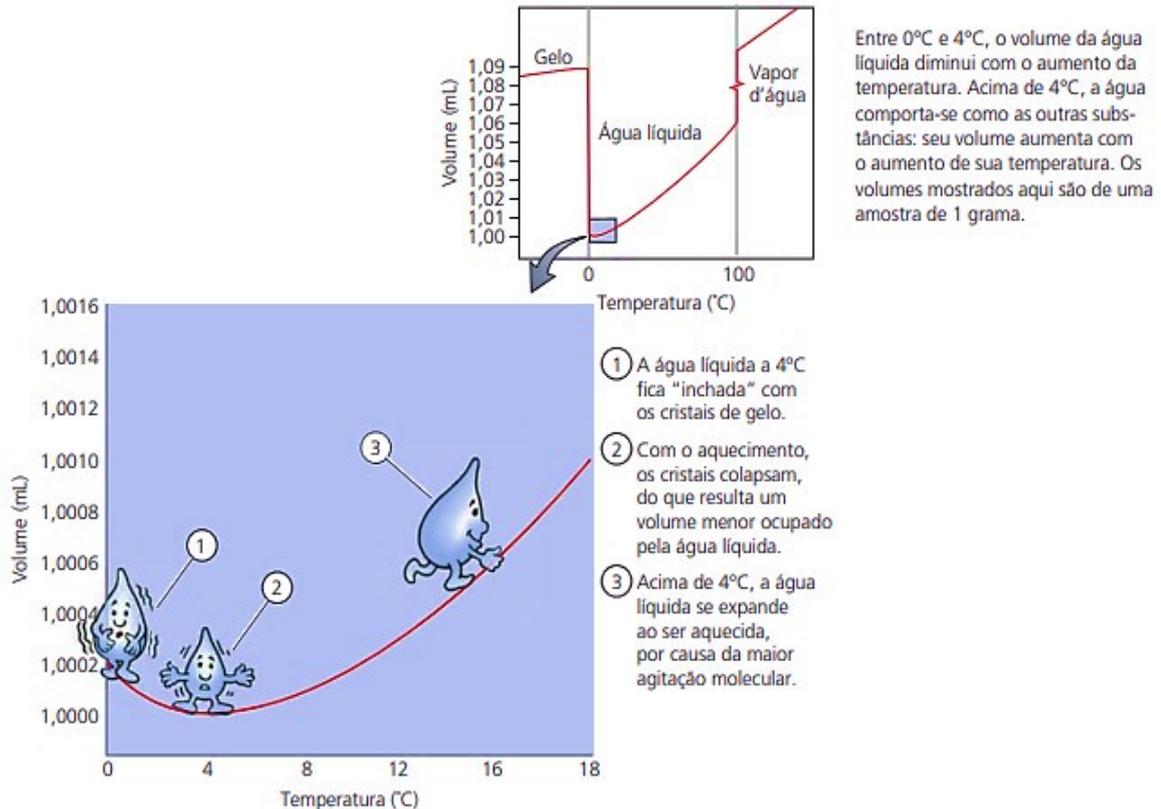
Todos os líquidos sofrem uma dilatação significativa com a variação da temperatura. No entanto, há exceções entre elas, a dilatação da água.

Ela tem uma pequena anomalia de consequências extraordinária: seu volume diminui com a diminuição da temperatura até atingir seu valor mínimo a 4,0°C em seguida; mesmo que a temperatura continue a diminuir, o volume volta a aumentar, até iniciar seu congelamento. A sua densidade tem a variação oposta e atinge seu valor máximo a 4,0°C. (GASPAR, 2013, p.214).

Segundo Gaspar (2014), a anomalia ocorre quando a temperatura da água se aproxima de sua temperatura de solidificação. Isso se explica estatisticamente – uma parte de suas moléculas se antecipa, agrupando-se em cristais de gelo microscópicos e menos densos que a água. A presença desses agrupamentos que se multiplicam quando a temperatura da água abaixa de 4° C para 0°C, torna a água gradativamente

menos densa, até que toda a mudança de estado se complete (GASPAR, 2013, p. 214).

**Figura 3 - Volume da água entre 0°C e 4°C**



Fonte: HEIWITT (2015. p. 295)

### 3.5 Variação de Pressão

Na dilatação dos sólidos e líquidos, não é comum fazer referência à influência da pressão nesse fenômeno, porque somente grandes variações podem alterar sensivelmente as dimensões de sólidos e líquidos (MÁXIMO, ALVARENGA, 2016, p.31). Entretanto, o comportamento de um gás, sofre variações de pressão e alterações perceptíveis em seu volume e temperatura. A pressão que está submetido a um fluido representa a medida da quantidade média de vibração, gerando um aumento dos choques das moléculas entre si e com as paredes do recipiente que as contém. Podemos ter o aumento da pressão de um fluido com o aumento da temperatura ou apenas com a diminuição de seu volume. Essas três propriedades dos gases (volume, pressão e temperatura) estão relacionadas ao movimento dos átomos. O volume é uma consequência da liberdade que os átomos têm para se espalhar por todo o recipiente, a pressão é causada por colisões dos átomos com as paredes do

recipiente, e a temperatura está associada a energia cinética dos átomos (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p.217).

### 3.6 Calor Específico e Capacidade Térmica

Diferentes materiais ou substâncias possuem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna. Isso se deve, parcialmente, ao fato de que materiais diferentes absorvem energia de maneira diferente. A energia absorvida pode vir a ser compartilhada entre diversos tipos de energia, incluindo a rotação molecular e energia potencial, o que eleva menos a temperatura. Exceto nos casos especiais tais como o hélio líquido, a energia é sempre compartilhada entre os diferentes tipos de movimento, porém em graus diferentes (HEIWITT, 2015. p.290). O que define a variação térmica de uma determinada substância ou matéria, ao receber ou perder uma determinada quantidade de calor é a grandeza física determinada de calor específico. Alguns autores estabelecem que:

O calor específico é uma propriedade que nos permite classificar as diferentes substâncias de acordo com a quantidade de calor necessária para alterar de um grau a temperatura de uma unidade de massa (GREFF, 2005, p.66).

Dois objetos feitos do mesmo material (mármore) têm uma capacidade térmica proporcional a massa. Assim, é conveniente definir a “capacidade térmica por unidade de massa”, ou calor específico  $c$ , que se refere, não a um objeto, mas a uma massa unitária do material de que é feito o objeto. (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 193).

A quantidade de calor necessária para elevar de  $1^{\circ}\text{C}$  a temperatura de uma dada substância chama-se calor específico  $c$  dessa substância;  $c$  é medido em  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ . Pela definição e caloria, o calor específico da água entre  $14,5^{\circ}\text{C}$  e  $15,5^{\circ}\text{C}$  é  $c = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ .(NUSSENZVEIG,2002, p.169).

O termo “capacidade térmica” não significa que a matéria contém quantidade de calor, indica como propriedade de um corpo e de um composto químico, respectivamente, recebem ou perdem calor alterando sua temperatura. As formas de definir essa grandeza são:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \text{ou} \quad C = m.c \quad (12)$$

Os conceitos de capacidade térmica e calor específico possibilitam determinar a quantidade de calor associada as variações de temperatura, ou seja, o calor sensível:

$$Q = m . c . \Delta T \quad (13)$$

### 3.7 Calor Latente e Transformação de Estado Físico da Matéria

Em determinadas condições, nem sempre a temperatura de um material varia quando ele absorve ou perde calor. De acordo com Gaspar:

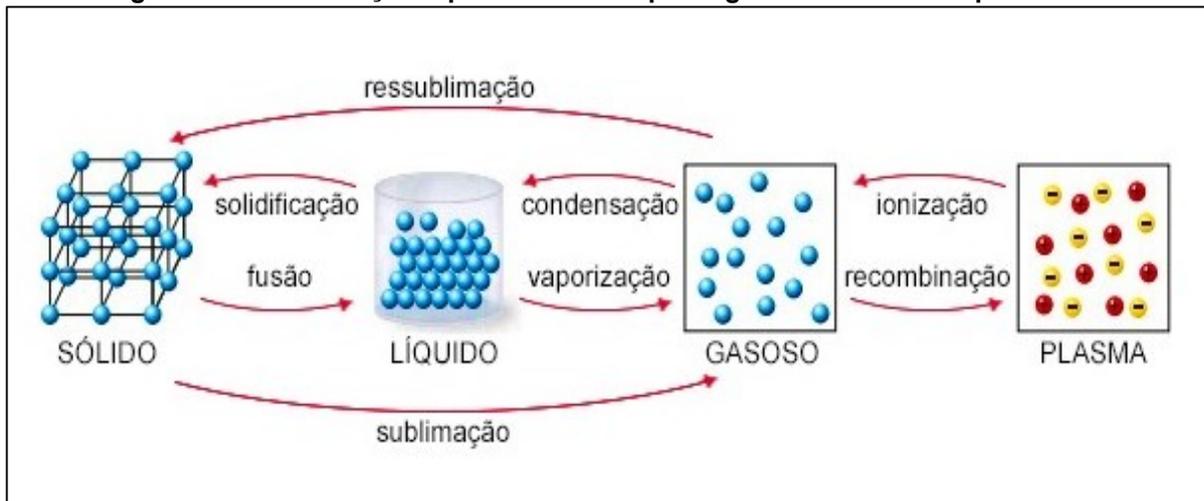
Como a temperatura está relacionada à energia cinética das partículas de um corpo, podemos supor que, nessas situações, o calor ganho ou perdido pelo material não se transforma em energia cinética, ou seja não provoca a alteração da média das velocidades de suas partículas, por isso não há alteração de temperatura. Se o calor se transforma em energia cinética das partículas, deve-se transformar-se em energia potencial. E, como a energia potencial está relacionada à posição, podemos supor que a forma ou a configuração das partículas constituintes do material sofre um rearranjo ou reorganização, o material muda de fase. (GASPAR, 2013, p 247).

A maioria dos materiais pode existir em três estados de agregação: sólido, líquido, gasoso. E cada um desses estados constitui diferentes fases desse material, como diferentes propriedades físicas, como densidade, índice de refração e calor específico.

No estado sólido os átomos ou moléculas do material formam uma estrutura rígida por meio de sua atração mútua. No estado líquido, os átomos ou moléculas têm mais energia e maior mobilidade. No estado gasoso, os átomos ou moléculas têm uma energia ainda maior, não interagem, a não ser através de choques de curta duração, e podem ocupar todo o volume de um recipiente (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 194-195). Um quarto estado da matéria costuma ser incorporado nas referências mais atualizadas. Trata-se do plasma, estado no qual as partículas que constituem o material se apresentam em forma de íons. Para que esse estado seja alcançado, um gás deve ser superaquecido, o que rompe as ligações entre os elétrons e o núcleo. Esse processo fará com que uma fração significativa do material seja ionizado (ALVARENGA; MÁXIMO, 2016, p.94).

Para que ocorra uma transição de fase da matéria de uma substância pura, dependem de dois fatores consideráveis, a pressão exercida e da temperatura bem definida para cada tipo de substância. Há duas formas possíveis de mudanças de fase: a mudança de estado físico quando a matéria transita entre os estados e a mudança de fase cristalina de um sólido.

**Figura 4 – Denominações que recebem as passagens de um estado para outro**



Fonte: Adaptado de Alvarenga e Máximo (2016, p.95)

O calor latente é uma propriedade que está relacionada com a quantidade de calor necessária para modificar o estado físico de uma substância, alterando a organização entre suas moléculas, aumentando ou diminuindo a energia potencial entre elas (GREFF, 2005, p.67). Quantidade de energia por unidade de massa que deve ser transferida na forma de calor, para que a matéria mude totalmente sua fase, é definida como:

$$L = \frac{Q}{m}, \text{ então: } Q = m \cdot L \quad (14)$$

A teoria molecular explica por que a temperatura permanece constante durante uma mudança de fase, sendo a energia total conservada nesse processo, ocorrendo durante a mudança de fase uma reorganização do arranjo atômico ou molecular dessa substância.

## **4 ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A Física está presente em todas as atividades do ser humano. Ao compreender os fenômenos físicos, podemos usá-los a nosso favor para aliar conforto e economia com sustentabilidade. Quando estamos em nossa casa, seguimos normalmente nossas vidas, não fazemos ideia de quantos conceitos científicos estão envolvidos em nossas ações do dia a dia.

Esta proposta de ensino trata-se de experiências da pesquisadora como professora, visando suprir as necessidades do conhecimento básico sobre os conceitos da termodinâmica. Ministras aulas na modalidade de jovens e adultos (EJA) é um grande desafio a todos os educadores, principalmente na área da Física, pois os alunos encontram dificuldades em compreender os conteúdos abordados e, principalmente, de relacioná-los com os fenômenos naturais que ocorrem em seu cotidiano. A EJA exige uma prática pedagógica que seja fundamentada na ética e na valorização do educando, num ensino que saiba dialogar com o saber do trabalho e com o do saber do cotidiano, sendo uma maneira de subsidiar favoravelmente a construção do saber escolar.

As aulas da sequência didática foram organizadas, contemplando atividades interativas e articuladas, onde procuramos mostrar como tema central a Física dentro de nossa casa. Por isso, uma das técnicas de ensino usada foi a maquete de uma casa, explorando situações vividas diariamente para associar o conhecimento espontâneo dos alunos aos novos conhecimentos, no intuito de possibilitar que o processo de ensino e aprendizagem pudesse acontecer.

### **4.1 Método da pesquisa**

Apresentamos o método utilizado na pesquisa, que teve como principal objetivo verificar as potencialidades de um material didático, em forma de sequência didática, com linguagem específica para educação de jovens e adultos (EJA) do ensino médio.

Para a aplicação da proposta, foram realizadas atividades, tanto experimentais como escritas, como estratégia para construção de conceitos da Física, mais especificamente para os conceitos básicos da termodinâmica, bem como foram desenvolvidos recursos e técnicas como estratégias pedagógicas utilizando os princípios da andragogia. Para satisfazer ao objetivo, nortearmos nossos estudos para

uma investigação que combinou um estudo misto quanti-qualitativo, ou seja, que adotou coleta de dados e análise das informações no caráter quantitativo e qualitativo. Acreditamos que as duas frentes de abordagem conseguem atender, da melhor forma, as especificidades dos nossos estudos, bem como facilita a descrição das atividades propostas na aplicação do produto educacional. Esta modalidade de pesquisa chega a um conhecimento mais abrangente, sendo que ambos os métodos são complementares um ao outro, como descreve alguns autores. Conforme enfatiza Flick (2009, p.43), “a lógica da triangulação, ou seja, da combinação entre diversos métodos qualitativos e quantitativos, visa fornecer um quadro mais geral da questão em estudo”.

Duffy (1987) aponta que o emprego conjunto dos métodos traz certos benefícios como:

A possibilidade de controlar vieses (pela abordagem quantitativa) e compreensão dos agentes envolvidos no fenômeno (pela abordagem qualitativa); identificação de variáveis específicas (pela abordagem quantitativa) e visão global do fenômeno (pela abordagem qualitativa); complementação de um conjunto de fatos e causas oriundos da abordagem quantitativa com uma visão da natureza dinâmica da realidade; enriquecimento das constatações obtidas em condições controladas com dados obtidos no contexto natural. (DUFFY, 1987, p.130-133).

Minayo (1994) enfatiza que as relações entre abordagens qualitativa e quantitativa demonstram:

- Que as duas metodologias não são incompatíveis e podem ser integradas num mesmo projeto.
- Que uma pesquisa quantitativa pode conduzir o investigador à escolha de um problema particular a ser analisado em todas as suas complexidades, através de métodos qualitativa e vice-versa.
- Que, em lugar que se oporem, as abordagens quantitativas e qualitativas têm um encontro marcado quanto na teoria como nos métodos de análise e interpretação. (MINAYO, 1994, p.32).

Na presente pesquisa foi realizado um diagnóstico quantitativo considerado pelo fato de considerar dados numéricos utilizados na caracterização dos alunos participantes, com aplicação do pré-teste, por meio de um questionário com questões fechadas e abertas para realizar um diagnóstico do perfil socioeconômico dos participantes e obter informações da realidade em que vivem e suas concepções espontâneas, em relação ao estudo da Física e dos conceitos básicos da termodinâmica. A interpretação dos dados foi organizada de forma estatística, por meio de gráficos. Apresenta traços da pesquisa qualitativa, quando discutimos e analisamos os dados gerados nas demais atividades da proposta.

## 4.2 Participantes do estudo

Esta proposta metodológica para o ensino da Física térmica foi implementada em tempos de pandemia da Covid-19, durante os meses de outubro e novembro de 2021. Ocorreu de forma presencial, somente com os alunos que optaram pelo retorno ao colégio, no período liberado pelo Ministério da Saúde. O retorno presencial em todos os colégios do estado do Paraná ocorreu na metade de julho.

A proposta foi executada em uma turma do ensino médio para modalidade de jovens e adultos (EJA), sendo ofertada semestralmente num colégio em um município da região oeste do Paraná. Participaram 9 alunos com idades que variaram entre 20 e 61 anos. Dos 9 alunos 6 eram do gênero feminino e 3 do gênero masculino.

**Quadro 1 - Participantes do estudo**

A1 feminino	61 anos
A2 feminino	57 anos
A3 feminino	47 anos
A4 feminino	45 anos
A5 feminino	25 anos
A6 feminino	20 anos
A7 masculino	27 anos
A8 masculino	27 anos
A9 masculino	25 anos

Fonte: Autoria própria (2022)

## 4.3 Procedimentos de coleta e análise dos dados

A coleta de dados dessa pesquisa foi feita durante a implementação da sequência didática e contou com observações diretas e anotações feitas durante a aplicação das atividades, questionários de pré-teste e pós-teste, elaboração de textos e cartazes coletivos, registros de situações-problemas realizadas em grupos, relatórios experimentais, gravações de seminário e entrevista. Todas as observações foram registradas em relatórios e anotações pela pesquisadora durante a aplicação.

Para a análise dos dados foram consideradas as respostas dos questionários, relatos registrados pelos alunos, as discussões realizadas em pequenos ou mesmo no grande grupo, e nos processos de montagem dos materiais.

#### **4.4 Apresentação da sequência didática**

A sequência didática contou com práticas metodológicas andragógicas que abordam os conceitos e fenômenos térmicos em situações presentes na vida das pessoas, de maneira simples e concisa, articuladas ao cotidiano e que possam ser percebidos pelos discentes em todos os cômodos de sua casa, em especial na sua cozinha. Foram elaborados 11 planos de aulas para o ensino da Física térmica, abordando os conceitos básicos da termodinâmica, tais como: calor, temperatura, equilíbrio térmico, termômetros e grandezas termométricas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin, trocas de calor, variação de temperatura (calor específico e capacidade térmica), transferências de calor por condução, convecção e radiação, dilatação térmica (sólidos, líquidos e gases), variação de pressão e mudanças de fase da matéria (calor latente). Contempla os conteúdos de forma bem estruturada, dinâmica e com materiais de baixo custo, distribuída e organizadas em 42 horas/aulas, podendo cada aula ser aplicada de forma individual, de acordo com o planejamento do professor e tem a possibilidade de ser reproduzida em sala de aula, visto que a maioria dos colégios estaduais não possui laboratórios de ciências.

A sequência didática é composta por questionários de pré-teste e pós-teste com questões objetivas e discursivas, atividades interativas com textos, vídeos, cartazes, tirinhas, pesquisas, análise e resolução de situações problema, manuseio de termômetros, garrafa térmica, panela de pressão, micro-ondas, pipoqueira, materiais de baixo custo para construção da maquete de uma casa, experimentos, aquecedor solar de água e apresentação de seminário para apresentar o produto educacional para os demais alunos do colégio.

O planejamento de cada plano de aula foi detalhado, prevendo cada etapa do processo de ensino aprendizagem, como os objetivos a serem alcançados, o conteúdo a ser estudado, as técnicas e recursos de ensino, orientações metodológicas e o tempo estimado para a realização das atividades. Cada atividade proposta inicia-se com questionamentos simples, de situações problema relacionados ao dia a dia, para estimular as discussões sobre os conteúdos propostos. As aulas foram organizadas contemplando atividades com materiais alternativos buscando

associar o conhecimento ingênuo dos alunos ao novo conhecimento, no intuito de possibilitar que o processo de aprendizagem científico pudesse acontecer. O material proposto com os recursos e técnicas abordados pode ser inserido e adaptado a qualquer conteúdo da Física.

As técnicas e os recursos metodológicos utilizados nas atividades da sequência didática são de fácil acesso e de baixo custo, propiciam um trabalho que poderá ser realizado em pequenas equipes ou no grande grupo. São enfatizadas técnicas de ensino que favorecem o envolvimento ativo dos alunos no aprendizado, como maquetes, construções de textos, cartazes, recortes de gravuras, debates, dramatizações, recursos audiovisuais, manuseios de equipamentos, práticas experimentais, ilustrações, construções e exposições de equipamentos.

Em relação ao processo de avaliação no modelo andragógico:

Não se aprende para tirar notas e sim para melhor compreender os fenômenos sociais. Propõe uma auto avaliação por parte do aluno. Avaliação essa que segue quatro passos: avaliação das reações emocionais com relação ao programa de aprendizado, avaliação das técnicas, materiais e temáticas das aulas; comprometimento do aprendiz para obter seus resultados; e por último, avaliação dos resultados obtidos. (KIRPATRICK, KNOWLES, 1975 apud NOGUEIRA, 2004).

Portanto, a avaliação deve complementar uma proposta de flexibilidade e diversidade, de modo que o professor possa utiliza-la em diferentes contextos e adequá-la ao planejamento sempre ao ritmo da turma e de acordo com o perfil dos aprendentes.

#### 4.5 Síntese das aulas

No quadro 2, apresenta-se um resumo dos passos propostos na sequência didática, através de planos de aula que constam com os objetivos da aula, o tempo estimado para aplicação e as atividades propostas.

**Quadro 2 – Estrutura da sequência didática**

<b>AULA 1 - Estudo da realidade</b>
Tempo estimado: 1 hora/aula (50 minutos)
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar o perfil socioeconômico dos discentes e caracterização da turma.</li> <li>• Verificar a opinião dos alunos acerca do ensino da Física.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intencionar o autoconhecimento e investigar o contexto social, cultura e profissional dos educandos.</li> </ul>
Atividade 1 – Aplicação do questionário.
<b>AULA 2 - Maquete: Nossa casa: na visão da Física</b>
Tempo estimado: 8 hora/aula (50 minutos)
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover a interação social entre os discentes e analisar a presença da Física térmica em nosso cotidiano.</li> <li>• Construir o material didático - uma maquete, como recurso didático, utilizando materiais de baixo custo encontrados no cotidiano.</li> </ul>
Atividade 2 – Construção da maquete de uma casa.
<b>AULA 3 - Investigação dos conhecimentos espontâneos</b>
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)
Objetivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a presença da energia térmica e seus fenômenos em situações e equipamentos presentes em nossa casa.</li> </ul>
Atividade 3 – Recortes de revistas, colagem e organização das figuras no interior da maquete da casa.
<b>AULA 4 - Explorar a maquete da casa</b>
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzir o conceito de calor e sua relação com situações do cotidiano.</li> <li>• Reconhecer e compreender em situações diárias os conceitos de calor, temperatura, quente, frio, sensação térmica e equilíbrio térmico.</li> </ul>
Atividade 4 – Debate com a maquete – explorar os conceitos iniciais da Física térmica, registrar com plaquinhas e anexar na maquete.
Atividade 5 - Leitura e dramatização do texto: “Um interrogatório com o calor”.
<b>AULA 5 - Temperatura, sensação térmica, equilíbrio térmico e termômetros</b>
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)
Objetivos:

- Entender calor como energia em transferência entre corpos com temperaturas diferentes.
- Relacionar medida de temperatura com uma grandeza termométrica.
- Propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de temperatura.
- Compreender e aplicar a situações reais do conceito de equilíbrio térmico.

Atividade 6 – Debate do vídeo: Quem bate? É o frio! - Jingle da propaganda das Casas Pernambucanas.

Atividade 7 – Experimento: John Locke - avaliar a sensação térmica.

Atividade 8 – Explorar e manusear vários tipos de termômetros.

Atividade 9 – Construção coletiva de um cartaz com recortes.

### **AULA 6 - Temperatura, escalas termométricas Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de escalas**

Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)

Objetivos:

- Perceber a importância dos valores da temperatura em diferentes escalas relacionando com situações do cotidiano.
- Compreender que existem situações e sistemas como máquinas, o ser humano, alimentos, que exigem determinadas faixas de temperatura para que existam ou possam funcionar.
- Compreender a importância da matemática para expressar fenômenos físicos.

Atividade 10 – Aula expositiva dialogada e debate com tirinhas.

Atividade 11 – Vídeo1 - Três graus por temperatura.

Vídeo 2 - Temperatura: escalas termométricas.

Atividade 12 - Conversão de escalas de temperatura usando a equação de definição.

### **AULA 7 - Transferência de calor por condução, convecção e radiação**

Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)

Objetivos:

- Entender a condutibilidade térmica, de acordo com o meio ou material.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar o fenômeno da convecção térmica nos aparelhos de nosso dia a dia. Observar a capacidade dos corpos em refletir e absorver o calor.</li> </ul>
<p>Atividade 13 – Experimento: Demonstrador de transferência por condução térmica em meios condutores e isolantes.</p> <p>Atividade 14 – Experimento: Observando as correntes de convecção nos líquidos.</p> <p>Atividade 15 – Experimento: Abajur de convecção.</p> <p>Atividade 16 – Experimento: Radiação térmica.</p>
<p><b>AULA 8 - Efeitos das trocas de calor</b></p>
<p>Tempo estimado: 6 hora/aula (50 minutos)</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender o por que alguns corpos parecem mais quentes que outros, sendo que estão submetidos a mesma temperatura.</li> <li>• Compreender que os corpos à nossa volta modificam suas dimensões em função da variação da temperatura.</li> <li>• Entender que a dilatação varia de acordo com o tipo de líquido.</li> <li>• Perceber a presença variação da pressão atmosférica de um fluido com o aumento da temperatura ou apenas com a diminuição de volume.</li> <li>• Perceber a atuação da pressão atmosférica nos fenômenos do nosso dia a dia.</li> </ul>
<p>Atividade 17 – Experimento: O balão que não queima.</p> <p>Atividade 18 – Experimento: Anel de Gravezande</p> <p>Atividade 19 – Experimento: Lâmina bimetálica.</p> <p>Atividade 20 – Experimento: Expansão linear.</p> <p>Atividade 21 – Experimento: Termoscópio de Galileu</p> <p>Atividade 22 – Experimento: Ebulidor de Franklin</p> <p>Atividade 23 – Experimento: Dilatação dos líquidos.</p> <p>Atividade 24 – Experimento: Comportamento dos gases.</p> <p>Atividade 25 – Experimento: Balão cheio e aberto.</p> <p>Atividade 26 – Experimento: O ovo engarrafado.</p> <p>Atividade 27 – Experimento: Observando ponto de fusão e ebulição da água e óleo vegetal.</p> <p>Atividade 28 – Experimento: Alternado o ponto de fusão do gelo.</p>

Atividade 29 – Experimento: Ebulição abaixo de 100°C. Atividade 30 – Experimento: Pássaro bebedor. Atividade 31 – Experimento: Máquina térmica.
<b>AULA 9 - A Física na cozinha</b>
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)
Objetivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender e identificar conceitos físicos térmicos no funcionamento de equipamentos e processos físicos que ocorrem dentro da cozinha de nossa casa.</li> </ul>
Atividade 32 – Conhecendo o funcionamento da panela de pressão. Atividade 33 – A garrafa térmica - controlando as transferências de calor. Atividade 34 – A Física da pipoca.
<b>AULA 10 - Mãos à obra: construção do coletor solar de água</b>
Tempo estimado: 6 hora/aula (50 minutos)
Objetivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunizar aos estudantes compreender alguns conceitos teóricos da Física térmica aliada à experimentação através da construção de um coletor solar alternativo e incentivar a adoção de sistemas de aquecimento solar de água de forma sustentável para contribuir na redução de energia elétrica.</li> </ul>
Atividade 35 - Construção de um protótipo de um coletor solar sustentável de aquecimento de água.
<b>AULA 11 - Avaliação final da sequência didática</b>
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrar os conhecimentos adquiridos pelos discentes durante a aplicação das séries de atividades sobre os conceitos da termodinâmica.</li> <li>• Analisar opinião dos alunos sobre o produto educacional.</li> </ul>
Atividade 36 – Exposição e apresentação do coletor solar de água. Atividade 37 – Entrevista – Avaliação da sequência didática.

Fonte: Autoria própria (2022)

## 4.6 Detalhamento das aulas da sequência didática

### 4.6.1 Aula 1: Estudo da realidade

Atividade1 – Corresponde a um questionário que tem como objetivo realizar um diagnóstico do perfil dos alunos e investigar seus conhecimentos espontâneos sobre os conceitos básicos da termodinâmica e buscar informações que servirá para refletir sobre as características e especificidades dos discentes.

**Quadro 3 - Questionário**

1) Gênero dos alunos entrevistados:
a) Masculino    b) Feminino
2. Qual sua idade?
3. Estado civil:
a) Casado    b) Solteiro    c) Separado    d) Viúvo
4. Quantidade de filhos:
a) Nenhum    b) 1 a 2    c) 3 a 4    d) Acima de 4
5. Você trabalha?
a) Sim    b) Não    Profissão:
6. Quanto tempo ficou longe da escola, antes de ingressar no Ceebja?
a) Até 5 anos    b) De 6 a 10 anos    c) de 11 a 20 anos    d) De 21 a 30 anos    e) Acima de 30 anos.
7. Que dificuldades impediram você de continuar seus estudos?
a) Necessidade em trabalhar para ajudar financeiramente os pais. b) Cansaço do trabalho. c) A dupla jornada de trabalho – trabalhar fora, em casa, e ainda precisar cuidar dos filhos. d) Morava em local de difícil acesso as escolas. e) Dificuldade de aprendizagem. f) Realmente não gostava de estudar. Outros. Qual?
8. Em que série ou ano abandonou seus estudos?
a) Fundamental 1 – 1° ao 5° ano. b) Fundamental 2 – 6° ao 9° ano. c) Ensino médio – 1° série. d) Ensino médio – 2° série. e) Ensino médio – 3° série.
9. O que motivou você a voltar a frequentar a escola e concluir o ensino médio?
a) Oportunidade para um emprego melhor. b) Realizar um sonho de concluir o ensino médio. c) Cursar uma faculdade e ter um curso superior. d) Exigência do trabalho. e) Poder auxiliar os filhos nas tarefas de casa. Outros. Qual?

10) Quais as principais dificuldades que você enfrenta para continuar estudando?	
a) Problemas familiares. b) Trabalho. c) Horários de trabalho e escola não compatíveis. d) Distância da escola. e) Cansaço. f) Filhos pequenos. Outros...Qual?	
11. Você recorda ter estudado Física em algum momento de sua vida, em sua passagem escolar?	
a) No ensino fundamental I, na disciplina de Ciências. b) No ensino fundamental II, na disciplina de Ciências. c) No ensino médio. d) Não lembro ter estudado Física.	
12. O ensino da física está presente em seu cotidiano?	
a) Não consigo identificar nada relacionado a disciplina de Física em meu dia a dia, pois só apresenta fórmulas matemáticas. b) Sim, é uma Ciência de grande importância para entendermos o meio em que vivemos e todo o funcionamento de equipamentos de nossa casa. c) Sim, somente na evolução tecnológica.	
13. Você saberia citar alguns equipamentos ou fenômenos naturais que utilizam os conteúdos estudados na Física para seu funcionamento?	
a) ( ) Sim    b) ( ) Não Se sua resposta for sim, cite alguns:	
14. Você já utilizou da Física para resolver pequenos problemas do cotidiano em sua casa ou no trabalho?	
a) Sim        b) Não Se sua resposta foi sim, quais foram:	
15. Analisando sua "casa", você consegue perceber fenômenos físicos, substâncias, materiais ou equipamentos que são explicados pela Física?	
a) Sim    b) Não Se sua resposta for sim, quais:	
16. Dos conceitos da Física térmica, citados abaixo, assinale quais você já ouviu falar?	
( ) Calor ( ) Temperatura ( ) Equilíbrio térmico ( ) Dilatação térmica ( ) Materiais condutores e isolantes térmicos ( ) Condução térmica ( ) Convecção térmica ( ) Radiação térmica ( ) Energia térmica ( ) Máquinas térmicas	( ) Fontes de calor ( ) Sensação térmica ( ) Fusão ( ) Vaporização ( ) Condensação ( ) Solidificação ( ) Ebulição ( ) Pressão ( ) Calor latente ( ) Calor específico
17. Da lista apresentada acima escolha três conceitos e tente explicar com seus conhecimentos.	

#### **4.6.2 Aula 2: Maquete: nossa casa na visão da Física**

Atividade 2 - Organizar os alunos em grupo para a construção de uma maquete de uma casa de forma tridimensional, com materiais alternativos (papelão, caixas de leite, tampas, folhas de isopor, caixinhas de remédios, recortes de revistas, dentre outros). Recomenda-se fazer nas dimensões de 0,7m x 1,00 m. Na parte interna dividir em cômodos com sala, cozinha, quarto, banheiro e lavanderia.

#### **4.6.3 Aula 3: Investigação dos conhecimentos espontâneos sobre Física térmica através de recortes**

Atividade 3 – A turma é dividida em grupos, onde cada grupo ficará responsável em criar e organizar cada cômodo, com móveis, equipamentos, utensílios, substâncias, etc. Usando materiais recicláveis, recortes de imagens. A materialização dessa proposta busca num primeiro momento, identificar o que os alunos associam a esse tema por intermediário de uma pergunta lançada pelo professor: Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento, que lidamos diariamente dentro de nossa casa? Como substâncias, materiais, fenômenos, processos, máquinas, aparelhos e sistemas naturais. Os alunos irão representar de alguma forma essas situações propostas pelo professor. Poderá ser colocado mais coisas na maquete no decorrer das aulas, conforme os alunos vão relacionando aos conceitos abordados.

#### **4.6.4 Aula 4: Explorar a maquete da casa**

Atividade 4 - Proporcionar uma aula expositiva dialogada para realizar o levantamento a respeito das concepções espontâneas dos alunos sobre os conceitos básicos da Física térmica. Com a maquete exposta na sala, o professor irá fazer questionamentos relacionados ao que vivenciamos dentro de casa com a finalidade de analisar a presença da Física térmica em nosso dia a dia. As respostas da problematização serão registradas pelos alunos em plaquinhas e depois anexadas na maquete.

##### Problematização inicial:

- 1) O que são fontes de calor?
- 2) Temos essas fontes dentro de nossa casa?
- 3) De onde vem o calor?

- 4) O que transmite calor?
- 5) O que retira calor?
- 6) O que é o quente e o frio?
- 7) Como saber se uma substância está quente ou fria?
- 8) Podemos confiar em nossas sensações na determinação de temperaturas?  
Como podemos obter uma medida precisa?
- 9) Ao tirarmos uma garrafa de água da geladeira, ou retirar um bolo do forno, depois de algum tempo a água —esquentou e o bolo —esfriou. Como podemos explicar esse fato?
- 10) O que é usado para manter a temperatura?
- 11) O que acontece quando misturamos café quente com leite frio?
- 12) Analisando nossa casa temos situações em que medimos a temperatura?
- 13) Mas afinal, calor e temperatura são mesma coisa?

Atividade 5 - Leitura e dramatização do texto: “Um interrogatório com o calor”, o qual está disponível no livro: Física um outro lado: calor e temperatura de Aníbal Figueiredo e Mauricio Pietrocola, editora Ftd.1998. p. 10-12.

Organizar os alunos em dois grupos, com o intuito de incentivar uma leitura coletiva e após a discussão fazer o registro dos conhecimentos científicos abordados no quadro branco com a participação do professor.

#### **4.6.5 Aula 5: Explorando os termômetros e conceitos como temperatura, trocas de calor, sensação térmica e equilíbrio térmico**

Atividade 6 - Vídeo - Quem bate? É o frio! - Jingle da propaganda das Casas Pernambucanas, que está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r38UR-4JjEc>. O professor lança a seguinte questão: Mas afinal de contas, o que há de errado nessa propaganda? Debater sobre as incorreções a respeito dos conceitos físicos térmicos. E a partir das informações obtidas o professor vai reanalisar o comercial com os alunos e organizar o jingle de forma cientificamente de acordo com as leis da física do ponto de vista da termodinâmica.

Atividade 7 - Experimento realizado pelo filósofo John Locke (1623-1704) para avaliar a sensação térmica. Fonte: SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Física. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005, p. 165. vol. único.

Pode ser realizado no laboratório de ciências ou até mesmo em sala de aula. O professor inicia a atividade com a seguinte questão: Uma mesma água pode estar quente e fria ao mesmo tempo? Após a discussão no grupo, realizar o experimento para conclusão das respostas. Neste experimento será verificado a temperatura de dois corpos utilizando um dos sentidos humanos - o tato. Além disso, serão verificadas as diferentes formas de se sentir a troca de calor.

Em relação à montagem do experimento, o professor deverá dar as seguintes instruções aos alunos: coloquem uma das mãos na água fria e a outra na água quente durante trinta segundos e depois colocar as duas mãos na água morna por no máximo 10 segundos.

Após o término do experimento fazer análise dos resultados. O professor deverá fazer as seguintes perguntas para que os alunos reflitam e para proporcionar um diálogo sobre a potencialidade das respostas.

#### Questões:

- 1) O que aconteceu quando foram colocadas as duas mãos na água morna?
- 2) O que foi sentido em cada mão?
- 3) A mão direita recebeu ou perdeu calor? E a esquerda?
- 4) Por acaso a temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão?

Favorecer para que os alunos compreendam que a água morna parecerá mais fria para a mão que veio da água quente (perderá calor) e parecerá quente para a mão que veio da água fria (receberá calor). Quando se coloca as mãos nos recipientes com água quente e fria, estas buscam o equilíbrio térmico (igualar suas temperaturas), portanto a mão direita está com uma temperatura mais baixa que a do ambiente e a mão esquerda estará um pouco mais quente que a temperatura do ambiente. Quando ambas são postas na água morna, a mão direita (que estava na água fria) recebe calor, por estar numa temperatura mais baixa, e a esquerda (que estava na água quente) cede calor, por estar numa temperatura mais alta que a da água morna. Quando pensamos em sensação térmica pensamos em temperatura, assim de acordo

com seus conhecimentos cotidianos, poderíamos medir precisamente e determinar a temperatura de um objeto ou um ambiente utilizando apenas utilizando as mãos?

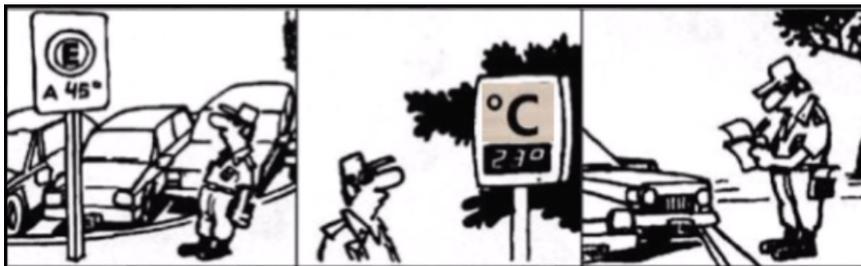
Atividade 8 - Discussão sobre a segurança de se medir a temperatura e a importância de instrumentos de precisão como o termômetro. Após fazer o experimento de troca de calor, para demonstrar a ação da sensação térmica e a não confiabilidade de nossos sentidos, discutir sobre os métodos confiáveis de se medir temperatura, chegando a necessidade de objetos que possam medir a temperatura precisamente como os termômetros. Nesse momento, o professor poderá disponibilizar diversos tipos de termômetros para os alunos conhecerem seu princípio de funcionamento e aprender a manuseá-los corretamente.

Atividade 9 - Construção de um cartaz coletivo com recortes de figuras que expressam o conceito de temperatura e após registrar os valores das respectivas temperaturas e medidas.

#### 4.6.6 Aula 6: Escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de medidas

Atividade 10 - Aula expositiva dialogada utilizando tirinhas. Propor aos alunos uma leitura com interpretação de cada tirinha.

Figura 5 – Tirinha escala Celsius



Fonte: Arte da Física (2021)

Figura 6 – Tirinha escala Fahrenheit



Fonte: Arte da Física (2021)

**Figura 7 - Tirinha calor e temperatura**



Fonte: Tirinhas de Física (2021)

Atividade 11 - Aula expositiva dialogada utilizando vídeos:

Vídeo 1: Três graus por temperatura, disponível em:

[http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9105&gt.](http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9105&gt;)

Vídeo 2: Temperatura: escalas termométricas, disponível em:

[http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9106.](http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9106)

Atividade 12 - Apresentação da equação de conversão de medidas das escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit e Kelvin:

$$\frac{T' - T'_c}{T'_e - T'_c} = \frac{T'' - T''_c}{T''_e - T''_c}$$

O professor pode trabalhar com as medidas representadas nas tirinhas e explorar o cartaz construído na aula anterior com imagens do dia a dia e suas respectivas temperatura e também as temperaturas que convivemos dentro de nossa casa e fazer a conversão de medidas.

#### **4.6.7 Aula 7: Transferência de calor por condução, convecção e radiação**

Propõe-se uma discussão sobre o processo de transmissão de calor por condução, convecção e radiação, buscando exemplos que destaquem os três processos de transmissão de calor no cotidiano, utilizando a maquete da casa.

Problematização:

- 1) Por que os cabos das panelas são, normalmente, de um material diferente do que são feitas as próprias panelas?
- 2) Por que ao pegarmos na maçaneta de metal ela parece estar mais fria que a porta de madeira?

- 3) O processo de aquecimento de uma colher é o mesmo que o de um pouco de água?
- 4) Por que será que o congelador fica na parte de cima das geladeiras tradicionais? E os manuais recomendam não forrar nem colocar muitos produtos na geladeira?
- 5) Porque o ar condicionado é instalado no alto da parede, enquanto os aquecedores são utilizados no chão?
- 6) Como o planeta Terra é aquecido pelo sol?
- 7) Por que não precisamos colocar a mão no fogo para perceber o aquecimento?
- 8) Por que quando usamos roupas pretas e ficamos expostos ao sol, esquenta mais do que a roupas claras?

Atividade 13 - Experimento: Demonstrador de condução de calor em meios materiais diferentes, condutores e isolantes.

Materiais utilizados:

- 1 Haste para segurar os diversos tipos de materiais;
- 1 barra de cobre;
- 1 barra de alumínio;
- 1 barra de madeira;
- 1 barra de plástico;
- 1 Vela;
- 16 tachinhas.

Procedimento:

Para realizar o experimento, é necessário um suporte para fixar as barras. Usando a parafina, fixar quatro tachinhas em cada barra. Na outra extremidade do suporte deixa a vela aquecer.

Resultado e discussão:

Quando se aquece a extremidade das barras, aumenta o estado de agitação dos átomos e essa se transmite aos átomos vizinhos e vai propagando gradativamente por todas as barras. A medida que o calor atinge a parafina em que está presa a tachinha ela derrete. Verificamos que as tachinhas caem sucessivamente

a partir da extremidade aquecida, e de acordo com a condutibilidade dos materiais, evidenciando a condução do calor.

Atividade 14 - Experimento: Observando as correntes de convecção nos líquidos.

Materiais utilizados:

- 1 recipiente de vidro transparente grande ou aquário;
- 2 recipientes iguais transparentes de plástico com um furo na parte inferior;
- Água quente com corante vermelho;
- Água fria com corante azul.

Procedimento:

Encher o recipiente maior com água em temperatura ambiente. Colocar os dois recipientes com água quente e fria presos com um grampo, em cada uma das extremidades do recipiente grande. Cada recipiente de plástico deverá ter um furo na parte inferior, um contendo água quente com corante vermelho e o outro água fria com corante azul.

Resultado e discussão:

Observa-se que ao liberar a água contida nos recipientes de plástico, que água quente, com corante vermelho fica na parte de cima do líquido, por ser menos densa e a água fria com corante azul por ser mais densa desce. A convecção consiste no transporte de energia térmica, de uma propagação de calor de uma região para outra por meio de transporte de matéria, que só pode ocorrer nos fluídos (líquido e gases). A movimentação das diferentes partes do fluído ocorre pela diferença de densidade que surge em virtude do aquecimento e resfriamento. No caso do líquido azul, líquido com água fria, é mais denso, ele tende a descer, e o líquido vermelho, com água quente, é menos denso, ele tende a subir. Portanto, devido a diferença de temperatura estabelece correntes de convecção ascendentes do líquido quente e descendentes do líquido frio.

Atividade 15 - Experimento: Abajur de convecção.

#### Materiais utilizados:

- Garrafa pet transparente de 2l;
- Lâmpada incandescente;
- Fio com plugue e bocal (soquete);
- Latinha de alumínio de refrigerante;
- Agulha;
- Diversos: base de madeira, pedaço de arame, fita adesiva, tesoura, estilete, cola quente;
- Molde para o tampo da luminária, encontra-se no anexo C da dissertação.

#### Procedimento:

Corte as duas extremidades da garrafa pet. Em seguida, faça o molde e corte os três lados das aletas e no centro será colado um pequeno círculo de alumínio. O molde é colado em uma das extremidades da garrafa pet. Enrole o arame na base da lâmpada deixando uma ponta do arame para cima, onde iremos prender uma agulha com fita adesiva. A garrafa pet pode ser enfeitada com desenhos. Para finalizar coloque o cilindro em equilíbrio na agulha e ligue a lâmpada.

#### Resultado e discussão:

Após um certo tempo, da lâmpada ligada, o cilindro feito de pet começa a girar. Porque o ar no interior é aquecido e torna-se menos denso, e conseqüentemente, expande e sobe. O ar externo, mais frio (mais denso), entra no cilindro pela parte inferior, formando uma corrente de convecção dirigindo-se para cima. Ao passar pelas pequenas aberturas na parte superior, a corrente faz o cilindro se movimentar. O que observamos é que, à medida que o ar no interior do cilindro se aquece, começa a girar num único sentido.

#### Atividade 16 - Experimento: Radiação térmica

#### Materiais utilizados:

- Termômetro;
- 1 telhado da maquete pintado de preto;
- 1 telhado da maquete pintado de branco;
- 1 soquete com lâmpada incandescente;
- Cronômetro.

Procedimento:

Utilizar a maquete da casa e fazer dois telhados, um pintado de branco e o outro pintado de preto, nos dois lados. A Lâmpada incandescente substituirá a luz do sol. Primeiramente coloque o termômetro no interior da casa, com o telhado pintado de branco. Ligue a lâmpada na parte superior, e faça anotações do aumento da temperatura durante um certo tempo. Repita todo o procedimento, trocando o telhado da maquete da casa, pelo telhado pintado de preto e registre a temperatura no mesmo instante de tempo do anterior.

Resultado e discussão:

O que observamos é que como não há um meio material entre a lâmpada e o telhado, o calor se propaga através de ondas eletromagnéticas, um terceiro processo chamado radiação térmica. Quando o telhado recebe a radiação, ele se aquece proporcionalmente à sua capacidade de absorver energia, de modo que um corpo com boa capacidade de absorção é também um bom emissor de radiação. De maneira geral, corpos escuros, possuem alta absorvidade e baixa refletividade (bons absorvedores e emissores), e corpos claros e polidos possuem baixa absorvidade e alta refletividade (maus absorvedores e emissores). Todos os corpos podem emitir energia por radiação, e a quantidade de energia térmica emitida depende da temperatura, da natureza e da forma da superfície do corpo.

Após a realização do experimento sobre a propagação de calor por radiação e debates sobre os resultados, os alunos irão escolher qual o melhor telhado para a maquete da casa, de acordo com a região que vivemos e condições climáticas. Esse é o telhado que irá permanecer na maquete.

**4.6.8 Aula 8: Efeitos das trocas de calor**

Nessa aula, é proposta uma série de atividades experimentais para analisar e discutir sobre os efeitos das trocas de calor.

Variação de temperatura (calor específico e capacidade térmica):

Atividade 17 - Experimento: O balão que não queima.

Materiais utilizados:

- 3 balões de borracha;
- Água;

- Areia;
- Fonte de aquecimento (três velas);
- Haste de madeira com ganchos para fixar os três balões.

#### Procedimento:

Comece por encher os balões, colocando ar em um deles. Os outros dois deverão ser preenchidos, um com areia e água. Os três balões deverão ter aproximadamente o mesmo volume. Os dois balões que contém areia e água receberão também ar, para que aproximem os seus volumes do balão cheio com ar. Pendure os balões nos ganchos, acenda as velas e coloque embaixo dos balões.

#### Resultado e discussão:

O que observamos, é que primeiramente o balão com ar estoura, logo o balão com areia e o balão com água permanece mais tempo sobre o fogo. O que explica o fato é que as diferentes substâncias precisam de quantidade diferentes de calor para chegar a mesma temperatura, e a água precisa de muito mais calor para atingir essa temperatura. O balão não estoura, pois, a água retira a energia térmica por condução, impedindo que o látex do balão seja atingido. Essa quantidade de calor necessária para elevar a temperatura varia de acordo com a substância, é chamado de calor específico, ou seja, o calor específico indica a relação entre o calor recebido e a respectiva variação de temperatura sofrida pela substância.

#### Problematização:

- 1) Nos balões temos substâncias diferentes com massas iguais, mas será que a substância aquecida influencia na variação de temperatura?
- 2) Qual dos balões estourará primeiro? Justifique sua resposta.
- 3) Será que teremos algum balão que não irá estourar? Justifique sua resposta.
- 4) Você certamente já ouviu a expressão: “largaram a batata quente na minha mão”. Mas será verdade que ela sempre está mais quente, uma vez que todos os componentes de um prato foram cozidos juntos e saíram ao mesmo tempo da mesma panela? Sabemos que, ao entrarem em contato, objetos com temperaturas diferentes tendem a trocar calor até ficarem com a mesma temperatura. Estranho que a batata pareça mais quente, não?

- 5) Muitas cozinheiras preferem cozinhar em panelas de ferro. Apesar de serem menos práticas – enferrujam, são pesadas, ficam pretas. Outras preferem as de alumínio, cobre, inox dentre outras. Qual a razão dessa preferência?
  - 6) Sabe-se que a areia da praia, num dia de verão, fica mais quente do que a água do mar. Mas, se ambas estão recebendo calor de uma mesma fonte térmica que é o Sol, por que isso acontece?
- o Dilatação térmica:

Problematização:

- 1) Você já deve ter percebido que portões de ferros ficam emperrados com facilidade no verão.
- 2) Que copos de vidro comum se quebram quando se coloca nele líquido muito quente.
- 3) Por que devemos utilizar o vidro pirex para o aquecimento de alimento?
- 4) Por que algumas pessoas aquecem a tampa metálica de vidro de conservas, quando ela apresenta dificuldade para abrir?
- 5) Na construção de casas, por que são necessárias as juntas de dilatação?
- 6) Quem já esqueceu uma garrafa de refrigerante no congelador e ela estourou?
- 7) Ao encher completamente uma panela com água, observa-se que a água transborda depois de certo tempo sendo aquecida?

Atividade 18 - Experimento: Anel de Gravezande

Materiais utilizados:

- Esfera metálica;
- Anel metálico;
- Vela.

Procedimento:

Passe a esfera que está a uma temperatura ambiente pelo anel. Colocar a esfera para aquecer, utilizando a vela dentro do anel, aguardar a dilatação e tentar passá-la novamente pelo anel. Deixar resfriar e verificar novamente a passagem da esfera pelo anel.

### Resultado e discussão:

Observaremos que, ao ser aquecida, a esfera não passará mais pelo anel, pois quando um corpo tem sua temperatura aumentada, as partículas que o compõem (moléculas, átomos, íons), passam a vibrar mais, aumentando, com isso, o espaço entre elas. Essa ocorrência resulta no aumento de tamanho, caso contrário, um corpo resfriado, em geral ocorre a diminuição de suas dimensões, chamamos de contração.

### Atividade 19 - Experimento: Lâmina bimetálica e dilatação linear

#### Materiais utilizados:

- Base de madeira de 15x20 cm;
- Pinos de madeira;
- Fios condutores;
- Chave liga/desliga;
- Bateria 9V;
- Suporte Clip de bateria;
- Lâmina bimetálica latão e invar;
- Led;
- Parafusos em geral;
- Barra de alumínio;
- 1 buzzer;
- Esqueiro ou vela;
- Fios elétricos.

#### Procedimento:

Construir um circuito elétrico simples, com uma associação de dispositivos led e buzzer, ligado na lâmina bimetálica (latão e invar) e na barra de alumínio.

#### Resultado e discussão:

O dilatômetro bimetálico e linear são dois experimentos de Física que abordam dois tipos de dilatação térmica dos metais. A primeira é a lâmina bimetálica, uma lâmina formada por duas chapas de materiais com coeficiente de dilatação diferente (latão e invar), assim, quando aquecida ela se curva para o lado com menor coeficiente de dilatação. Já o linear é composto por uma haste de alumínio que fica a poucos micrômetros do parafuso, para que quando aquecida e dilatar, feche o circuito.

Em ambas as dilatações, quando aquecidas, o circuito fecha e liga um buzzer (som) e um led. Quando volta à temperatura ambiente, a lâmina ou a haste abrem o circuito. Uma lâmina bimetálica é constituída de duas lâminas de materiais diferentes, unidas firmemente. Na temperatura ambiente, as lâminas são planas e possuem as mesmas dimensões. Quando aquecidas, como os materiais possuem coeficientes de dilatação diferentes, uma das lâminas se dilata mais que a outra.

Atividade 20 – Experimento: Expansão linear com o pirômetro quadrante.

Materiais utilizados:

- Dilatometro com um fio de ferro preso a um ponteiro com uma régua de 5 cm e na outra extremidade fixo a uma haste. Abaixo um reservatório para colocar álcool.

Procedimento:

Ao colocar álcool no reservatório e acender com fósforo, começará aquecer o fio, que se dilatará puxando o ponteiro indicando quanto centímetro ocorreu de aumento do comprimento do fio.

Resultado e discussão:

Quando um fio é aquecido, ocorre um aumento no comprimento do fio, devido o distanciamento de suas moléculas, dilatação linear.

Atividade 21 - Experimento: Termoscópio de Galileu.

Materiais utilizados:

- 1 tubo de vidro transparente aberto nas duas extremidades;
- 1 bulbo de lâmpada incandescente sem a rosca;
- 1 rolha de borracha com furo;
- Álcool;
- Corante;
- Cola de silicone ou durepox;
- Régua;
- Recipiente transparente.

Procedimento:

Fixe o tubo transparente no bulbo e vede bem com durepox. Coloque álcool com corante no recipiente transparente e dentro o tubo de vidro. Aqueça o bulbo com a mão ou poderá utilizar um secador.

Resultado e discussão

Basta aquecer ou resfriar o bulbo da lâmpada, para observar a subida e descida do líquido colorido no tubo. Para aquecer, podemos utilizar as mãos ou um secador de cabelo, no bulbo. Para resfriar, basta molhá-lo com água ou álcool. O ar aquecido aumenta o volume. À medida que o volume aumenta, aumenta o nível do líquido colorido no tubo. Trata-se de um equilíbrio de pressões, quando a pressão interna do ar contido no bulbo se iguala à pressão atmosférica mais a pressão da água. E quando o ar dentro do bulbo é resfriado, seu volume diminui.

## Atividade 22 – Experimento: Ebulidor de Franklin

Materiais utilizados:

- Instrumento constituído de um bulbo de vidro totalmente vedado, separado em duas regiões conectadas por um tubo e, em seu interior um líquido volátil, podendo ser álcool, éter, clorofórmio, etc.

Procedimento:

Aquecer o instrumento na mão.

Resultado e discussão:

Ao segurar o bulbo com a mão, ocorre uma troca de calor com o vidro, que contém uma certa quantidade de éter. Aquecemos o local onde se encontra a substância, fazendo com que este dilate e uma pequena parte entre em ebulição e evapore. Devido à dilatação da quantidade do gás nessa região, causa então um aumento na pressão, que empurra o líquido para cima, onde a temperatura está mais baixa e a pressão é menor. Assim, o líquido volta para a base do ebulidor. Se a região que não possui líquido, que está cheia de gás, for resfriada, a pressão irá diminuir, fazendo com que o líquido saia da região de maior pressão para preencher a região com menor pressão.

### Atividade 23 - Experimento – Dilatação de Líquidos.

#### Materiais utilizados:

- Água;
- Álcool;
- Glicerina;
- Garrafas pequenas de vidro transparente, com boca pequena e com tampa de rosquear;
- Corantes de cores diferentes;
- 3 Canudinhos transparentes;
- Recipiente grande de vidro;
- Massa de modelar ou durepox.

#### Procedimento:

Encher cada frasco com um líquido. Tapar os frascos com a rolha perfurada e introduza um canudo transparente no orifício da rolha. Marcar o nível inicial do líquido em cada um dos canudos. Colocar os frascos dentro de um recipiente de água quente. Aguardar alguns minutos e com uma caneta marque, sobre o canudinho, o nível atingido pelo líquido.

#### Resultado e discussão:

Observa-se que o álcool etílico sofre maior dilatação ao ser aquecido; a seguir a glicerina e pôr fim a água o que vai ao encontro da previsão teórica tendo em conta os coeficientes de dilatação. Dos três líquidos – água, álcool e glicerina – o álcool é o que sofre maior dilatação ao ser aquecido pois é aquele que atinge uma altura maior no canudo e que a água é o líquido que dilata menos ao ser aquecido.

### Atividade 24 - Experimento – Comportamento térmico dos gases.

#### Materiais utilizados:

- Garrafa plástica ou de vidro de 1 l de volume;
- Balão de borracha;
- Água quente;
- Bacia.

Procedimento:

Pegue uma garrafa de vidro, e coloque em seu gargalo um balão ligeiramente inflado, dessa forma haverá uma determinada massa de gás dentro do mesmo. Coloque essa garrafa em uma bacia com água fervendo.

Resultado e discussão:

O que será observado é que o volume do balão aumentará e conseqüentemente ocorrerá o mesmo com a pressão interna.

- o Variação de pressão:

Problematização:

- 1) Como seria possível encher um balão dentro de uma garrafa sem assoprar e deixar o bico aberto?
- 2) Seria possível colocar um ovo dentro de uma garrafa, sem empurrá-lo?
- 3) Uma bola esquecida ao sol, por que fica mais cheia durante o dia do que a noite?
- 4) Já percebemos que quando uma garrafa de água completamente cheia de água, fechada e aquecida, ela pode aumentar tanto sua pressão interna a ponto de lançar a tampa para longe.
- 5) Numa panela de pressão, os alimentos como feijão, carnes cozinham mais rapidamente do que em panelas comuns?
- 6) Por que as panelas de pressão têm válvula em sua tampa?

Atividade 25 – Experimento: Balão cheio e aberto.

Materiais utilizados:

- 1 garrafa grande de 1 l;
- Bexiga de borracha;
- Água quente;
- Água fria;
- 1 funil;
- 1 bacia.

Procedimento:

Pegar a água quente (fervida) e colocar dentro da garrafa. Aguardar que seja aquecida totalmente. Retirar a água da garrafa e colocar o balão no gargalo. Aguardar

diminuir a temperatura da garrafa. Para acelerar o processo coloque a garrafa na água fria.

Resultado e discussão:

Quando a garrafa for aquecida, o ar quente em seu interior faz com que a pressão diminua, assim a pressão externa se torna maior. Sendo a pressão externa maior, faz uma força sobre a bexiga, enchendo-a até ficar na posição de equilíbrio.

Atividade 26 – Experimento: O ovo engarrafado.

Materiais utilizados:

- 1 garrafa de vidro com gargalo grande;
- 1 ovo cozido e sem casca;
- Álcool em gel;
- Algodão;
- Fósforo.

Procedimento

Molhe o algodão no álcool em gel e jogue dentro da garrafa, em seguida acenda alguns fósforos e jogue dentro da garrafa. Basta encaixar o ovo no gargalo da garrafa e esperar que seja puxado.

Resultado e discussão:

Quando colocamos fogo dentro da garrafa, o fogo consome todo o oxigênio, fazendo com que a pressão interna diminua. Ao colocar o ovo na boca da garrafa ele é empurrado pela pressão atmosférica, pois a pressão externa é maior que a pressão interna.

- Mudança de estado físico da matéria (calor latente).

Problematização:

- 1) Por que as substâncias no nosso dia-a-dia mudam de estado físico?
- 2) O que acontece com uma substância durante uma mudança de estado físico? Como isso acontece? A que temperatura se dá essa mudança? Será apenas uma questão de temperatura?
- 3) Quem já esqueceu a chaleira no fogão fervendo água e quando percebeu, cadê a água?
- 4) Podemos transformar água mole em pedra dura?

- 5) Por que as paredes e o espelho do banheiro ficam embaçados quando tomamos banho na água quente?
- 6) Por que a naftalina some do guarda roupa depois de um certo tempo?
- 7) Como ocorre a retirada da água nas roupas quando colocamos no varal?
- 8) Por que os alimentos cozinham em menos tempo no interior de uma panela de pressão do que numa panela comum?
- 9) É possível ferver a água sem aquecê-la?
- 10) Vocês já devem ter visto alguém numa festa jogar sal em gelo picado para resfriar mais rápido a bebida, como esse procedimento é possível?

Atividade 27 – Experimento: Observando ponto de fusão e ebulição da água e óleo vegetal.

Materiais:

- Termômetro;
- 2 béqueres;
- Tubo de ensaio;
- Gelo picado;
- Água;
- Óleo vegetal;
- Fogareiro.

Procedimento:

Num béquer colocar o gelo, deixar derreter e medir a temperatura de fusão da água. Logo após em outro béquer colocar gelo em camadas e intercalar com sal e posicionar um tubo de ensaio com água no centro do béquer com gelo. Registrar as duas temperaturas. Aquecer num béquer uma certa quantidade de água, ir anotando a temperatura até seu ponto de ebulição. Aquecer a mesma quantidade de óleo vegetal até seu ponto de ebulição, e anotar suas temperaturas.

Resultado e discussão:

O que será observado nesse experimento, que quando aquece a água sua temperatura vai aumentando lentamente até chegar a 100°C sob a pressão normal, e permanece sua temperatura constante. O que se torna diferente com o óleo vegetal, que não observamos a mudança de fase, ou seja, entrar em ebulição. Ao atingir 120°C

começa a produzir pequenas bolhas, podemos observar que ele começa a vaporizar, mas não ferve e entra em combustão facilmente. O ponto de conflagração é de 315°C, estágio onde o óleo explode em chamas.

Atividade 28 – Experimento: Alternado o ponto de fusão do gelo.

Materiais utilizados:

- Gelo picado;
- Sal;
- Béquero;
- Termômetro.

Procedimento

Coloque o gelo picado no béquer, registre a temperatura inicial. Em seguida, jogue um pouco de sal sobre o gelo picado e registre novamente a temperatura.

Resultado e discussão

O gelo começa a derreter até atingir sua temperatura de fusão de 0°C, sob pressão normal e sua temperatura permanecerá constante. Ao colocar sal na mistura a temperatura de fusão diminui, sendo inferior a 0°C. Aos poucos a água congela. As moléculas perdem energia cinética e quanto menor a força intermolecular, menor será seu ponto de congelamento. Ao adicionar o sal na mistura ocorre então uma forte interação entre as moléculas das duas substâncias, dificultando a organização dos cristais de gelo e diminuindo a temperatura, solidificando.

Atividade 29: Experimento: Ebulição abaixo de 100°C.

Materiais utilizados:

- 1 seringa descartável de 60 ml;
- Fonte de aquecimento;
- Recipiente que vai ao fogo (béquer ou panela);
- Água.

Procedimento:

Aqueça 20 ml de água até uma temperatura de 50°C. Retire a água com uma seringa e puxe o êmbolo até a água ocupar cerca de 10 ml do volume total da seringa.

Após puxar a água tampe a entrada da seringa com a ponta do dedo, puxe o êmbolo sem retirá-lo.

Resultado e discussão:

No instante em que se puxa o êmbolo, a água começa a borbulhar dentro da seringa. Quando expandimos a área de ocupação da água implica numa diminuição de pressão e conseqüentemente o ponto de ebulição diminui. O ponto de ebulição da água neste experimento esteve por volta dos 50°C, que é a temperatura da água que estava no fogo.

- Calor e trabalho mecânico

Atividade 30 – Experimento: Pássaro bebedor

Materiais utilizados:

- Equipamento feito com duas esferas de vidro (a superior a cabeça do passarinho e a inferior o corpo do passarinho, de diâmetro maior que a cabeça) ligada a um tubo de vidro. Dentro do recipiente a uma quantidade de éter, substância que se evapora rapidamente e pressão ambiente. Ao fechar o recipiente, parte do ar é retirado. A esfera menor é recoberta por uma fina camada de feltro, O bico de plástico leve colado na cabeça. As pernas e pés do passarinho formam o apoio em relação ao qual a estrutura de vidro pode balançar. Para o equilíbrio é fixada ao tubo de vidro, abaixo de sua região central, tem-se uma fina lâmina de alumínio; e suas extremidades são encaixadas em aberturas feitas nas pernas do equipamento.

Procedimento:

O copo é preenchido de água. Inclina-se o pássaro até que o bico mergulhe completamente na água (aguarde até que todo o feltro fique bem úmido). Solta-se o sistema. Ele retornará e ficará oscilando em torno da posição inicial. Aos poucos, a cabeça vai inclinando-se cada vez mais, aproximando-se da água que está no copo. O processo se repete continuamente.

Resultado e discussão:

Para iniciar seu movimento, é preciso molhar o feltro de sua cabeça com água. Assim, ele começa devagar a inclina-se para frente até que muito depressa seu movimento atinja grande amplitude e chegue à posição horizontal. Isso ocorre devido, a vaporização do éter que tem no interior do pássaro. Quando a temperatura do vapor no interior da cabeça diminui, o mesmo acontece com a pressão. Como o vapor do corpo do pássaro não está diretamente ligado ao vapor da cabeça, permanece a uma pressão mais elevada e a diferença de pressão entre os dois ambientes faz o líquido subir gradualmente pelo tubo. O deslocamento do líquido faz a parte de cima do pássaro ficar mais pesada e faz girar a sustentação das pernas. No início a rotação é lenta, mas começa a acelerar fazendo o pássaro assumir uma orientação horizontal. Cada vez que o pássaro se reclina seu bico e mergulha na água, o que mantém sua cabeça úmida, a parcial evaporação dessa água vai mantê-la fria. Esse resfriamento é que reduz a pressão do vapor na cabeça do pássaro.

Atividade 31 – Experimento: Máquina térmica.

Materiais utilizados:

- 1 Suporte com duas garras;
- 1 Cilindro metálico para colocar água;
- 1 Recipiente de alumínio;
- Álcool em gel;
- Fósforo.

Procedimento:

Encha o cilindro com água. Encaixe na haste e coloque o álcool em gel no queimador (recipiente de alumínio) e em seguida acenda o fósforo.

Resultado e discussão:

A energia térmica do combustível (fonte quente) vai aquecer o cilindro com água. A água entra em ebulição, e está passando do estado líquido para o estado gasoso e o vapor sai sob alta pressão gerando um torque que faz o cilindro girar.

Após a realização dos experimentos, o professor irá proporcionar uma discussão no grande grupo, com a maquete da casa e as consequências da energia térmica em nosso cotidiano.

#### 4.6.9 Aula 9: A Física na cozinha

Nesta atividade de demonstração prática propõe-se que, ao final de cada uma, alunos e professor em conjunto construam um texto ou cartaz de forma simples e ilustrativa, dos conceitos físicos abordados.

Atividade 32 – Conhecendo o funcionamento da panela de pressão.

Problematização:

- 1) O que é uma panela de pressão? Como funciona?
- 2) Quais conceitos físicos estão relacionados ao funcionamento da panela de pressão?
- 3) Quais cuidados temos que ter com o manuseio da panela de pressão? Por que?

Como a grande maioria dos utensílios que usamos cotidianamente, a panela de pressão passou por muitas etapas de desenvolvimentos antes de chegar a sua forma atual. Ela foi inventada pelo físico francês Denis Papin em 1679. Nessa atividade os alunos primeiramente irão assistir o vídeo: “Como surgiram os enormes motores a vapor”? disponível no youtube em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>. Em seguida propõe-se manusear a panela de pressão e discutir no grande grupo sobre a função de cada parte e seu funcionamento, para o cozimento mais rápido dos alimentos.

Atividade 33 – A garrafa térmica: controlando as transferências de calor.

Problematização:

- 1) Como a garrafa térmica mantém a temperatura de um líquido colocado em seu interior por um certo tempo?
- 2) Uma maneira agradável de rever os métodos de transferência de calor é considerar um dispositivo que iniba os três processos: uma garrafa térmica. Como cada parte evita as transferências de calor, para que os líquidos colocados lá dentro sejam conservados, mantendo-se quentes ou frios?

Nessa atividade os alunos se reúnem em grupos. Entregar uma garrafa térmica para que possam desmontá-la e analisar suas partes, bem como entender,

como cada parte evita as transferências de calor e por que é considerada um verdadeiro três em um.

Atividade 34 – A Física da pipoca.

#### Problematização

- 1) Há muita física envolvida no processo de estourar pipoca. Já parou para pensar no que acontece com o grão de milho para virar uma pipoca?
- 2) Quais são os conceitos físicos envolvidos na transformação do milho em pipoca?

Propõe-se fazer essa atividade prática na cozinha do colégio, onde o professor, juntamente com os alunos irão estourar pipoca nas três maneiras convencionais do dia a dia, na panela, no micro-ondas e na pipoqueira elétrica. Depois, em sala, realizar uma mesa redonda para entender os processos físicos envolvidos no ato de estourar a pipoca.

#### **4.6.10 Aula 10: Mãos à obra: construção do coletor solar de água**

Atividade 35 - Experimentação através da construção de um coletor solar alternativo. A proposta é montar e instalar um protótipo de coletor solar de água.

#### Materiais necessários:

- 60 garrafas PET transparentes de 2 litros;
- 50 caixas de leite longa vida vazias de 1 litro;
- 11 m de canos de PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 20 conexões T em PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 1 cano de PVC de 100 mm com 70 cm de comprimento para molde do corte das garrafas PET;
- 1 fita de auto fusão ou borracha de câmara de ar;
- 1 estilete;
- 1 litro de tinta fosca preta;
- 1 luva;
- 1 martelo de borracha;
- 1 lixa d'água nº100;
- 1 cola para tubos de PVC;

- 1 arco de serra;
- Pregos;
- 1 tábua de madeira com no mínimo 120 mm de comprimento;
- 1 ripa pequena com aproximadamente 15 cm de comprimento;
- 1 fita crepe com largura de 19 mm;
- 2 tampões de PVC de 20 mm e 1/2 polegada.
- 4 conexões L (luvas) de PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 1 caixa d'água de 100 litros.

Procedimentos:

A montagem ocorrerá a partir do manual Alano (2008), disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>

Nesse processo, inclui cortar as garrafas pet, dobra e pintura das caixas de leite longa vida, corte e pintura de canos e adaptação da caixa de água para receber a água aquecida pelo sistema.

Resultado e discussão:

É possível demonstrar as três formas de transferência de calor. Primeiramente, o sol aquece o coletor por radiação. A embalagem de leite possui uma superfície de alumínio que é condutor, assim o fluxo de energia térmica que chega por condução às extremidades da embalagem será conduzido à tubulação. Por sua vez, é transferido para a água, que é aquecida por convecção. Como utilizamos o processo de circulação natural da água do termo sifão, a água quente fica sobre a água fria devido a densidade.

**4.6.11 Aula 11: Avaliação da sequência didática**

Atividade 36 - Exposição e apresentação do protótipo do coletor solar e seu princípio de funcionamento feita pelos alunos para as demais turmas do colégio.

Atividade 37 - Entrevista para avaliar o produto educacional é feita pela professora pesquisadora, em que os alunos responderão um questionário de opinião, com 7 questões descritivas/discursivas em relação à proposta de ensino e os recursos didáticos aplicados na sequência didática desse produto.

Entrevista:

- 1) De acordo com a realização da sequência didática realizada durante as aulas, quais os pontos positivos e negativos apresentados?
- 2) Qual das atividades realizadas você mais achou interessante? E as que menos achou interessante? Por quê?
- 3) Você considera que as atividades experimentais realizadas facilitam a compreensão e aprendizagem dos conteúdos? Por quê?
- 4) Você considera que foi possível compreender os conteúdos teóricos e relacionar o mesmo a situações práticas do cotidiano, a partir do momento que trabalhamos com a maquete da nossa casa? Exemplifique.
- 5) Depois da aplicação utilizando a maquete da casa, você consegue perceber e identificar a presença da física? Justifique.
- 6) Com a construção do coletor solar de água, de maneira sustentável e com materiais recicláveis. Você consegue compreender a importância da física na nossa vida?
- 7) Deixe sugestões para melhorar a sequência didática.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo serão apresentadas as análises e os resultados obtidos na aplicação do produto educacional. Para cada aula é realizada a descrição de como ocorreu cada atividade, pontuando a participação, o desempenho dos discentes, dificuldades e facilidades encontradas.

O produto educacional foi aplicado no período de 13/10/2021 a 24/11/2021, num colégio da modalidade de educação de jovens e adultos (EJA), localizado no município da região Oeste do Paraná. A implementação ocorreu no período noturno durante as aulas de Física em que a pesquisadora era regente e algumas atividades foram desenvolvidas aos sábados. As atividades propostas foram desenvolvidas em três ambientes educacionais distintos: sala de aula, o laboratório de ciências e o pátio do colégio. Devido ao momento delicado de pandemia da Covid 19 vivida mundialmente, o número de alunos participantes foram de apenas 9, destes, 6 tiveram uma participação ativa em todo o processo de aplicação e 3 faltaram em algumas das atividades propostas devido as restrições da pandemia e por problemas familiares.

Justificativa para a quantidade de alunos participantes, foi o fato que nesse período os alunos estavam retornando das aulas remotas e poucos alunos optaram pelo retorno presencial, numa turma que nos demais anos tínhamos uma participação ativa de no mínimo de 20 alunos na disciplina. A grade curricular dessa modalidade é diferenciada do ensino médio regular, e cada disciplina precisa contemplar uma carga horária específica. Para o ensino de Física nesta modalidade, e colégio onde foi aplicado o produto educacional, é oferecida em média, uma carga horária semanal de 6 horas-aulas de 50 minutos cada, o qual chamamos de coletivo, totalizando uma carga horária de 128 horas /aulas por semestre. Sendo obrigatoriedade do aluno cumprir 75% da carga horária para concluir a disciplina. Para EJA não há um componente curricular específico nessa modalidade e o professor acaba usando a mesmas diretrizes curriculares de Física do ensino médio regular, e devido ao curto espaço de tempo, o professor escolhe alguns conteúdos relevantes de acordo com o perfil de cada turma. A fim de preservar as identidades dos participantes, nos referimos aos alunos com nomes fictícios, como A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9.

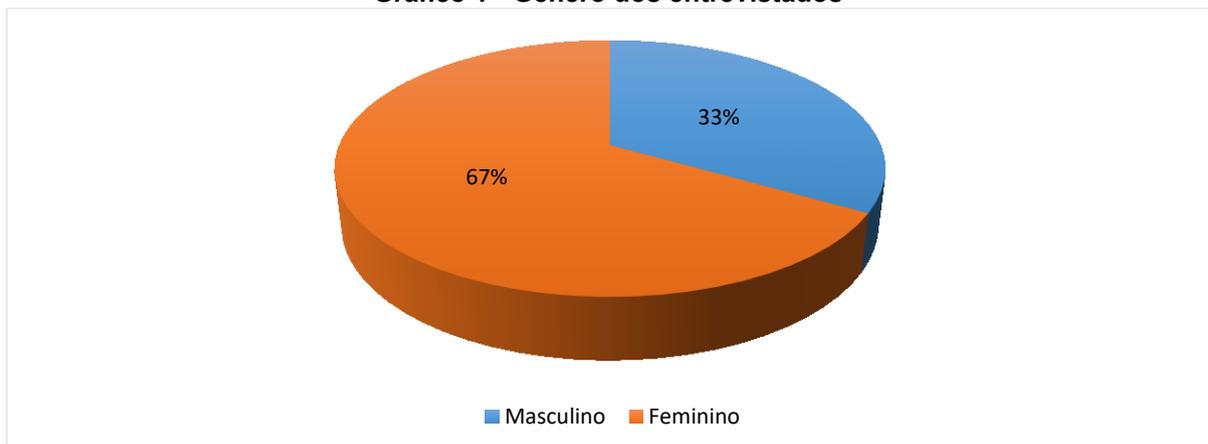
## 5.1 Aula 1: Estudo da realidade

Iniciamos com uma pesquisa sociológica, através de um questionário com 17 questões objetivas e descritivas para levantamento do perfil dos educandos, onde ocorreu uma investigação dos modos de vida do contexto em que vivem, um estudo da realidade. “Quanto mais se conhece os educandos, maior a possibilidade de promover intervenções didáticas que os auxiliem a superar suas dificuldades” (FEITOSA, 2011, p. 119). Essas informações permitem ao educador elaborar seus planejamentos para um aluno real, respeitando-se as subjetividades de cada um e especificidade da turma. No questionário também constava questões de pré-teste com objetivo de analisar os conhecimentos espontâneos dos educandos em relação a física térmica, um saber de uma travessia longa de percepções e indagações adquiridas ao longo de sua história de vida. Feitosa (2011), ressalta que “quando o educando adulto chega à escola, acredita não saber nada, pois sua concepção de conhecimento está pautada no saber escolar. Um dos primeiros trabalhos do educador é mostrar ao educando que ele sabe muitas coisas; no entanto, esse conhecimento está desorganizado” (FEITOSA, 2011, p.82).

A primeira aula da sequência didática contou com a presença dos 9 alunos. Para darmos início ao desenvolvimento do trabalho, foi feita uma apresentação da proposta do produto educacional, explicando detalhadamente o que iria ocorrer durante as aulas nesse período de aplicação, todos apresentaram-se dispostos e apreensivos com as atividades propostas, para Bellan (2018, p.31), “a experiência do adulto é essencial como base de aprendizagem”.

Questão 1 – Gênero dos entrevistados.

Gráfico 1 - Gênero dos entrevistados



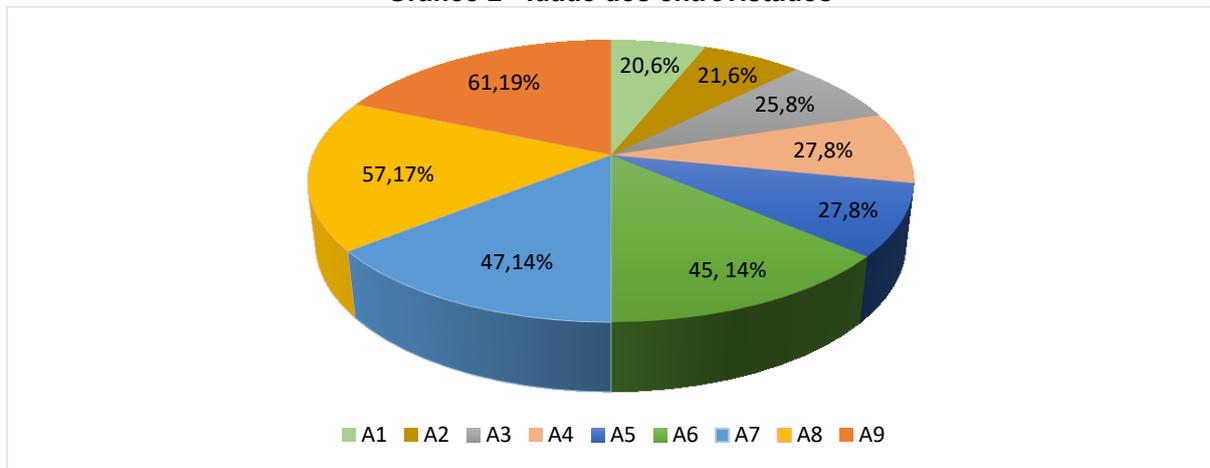
Fonte: Colégio EJA (2022)

A partir da análise do gráfico 1, observamos que grande parte dos discentes pesquisados 6 eram do sexo feminino 67% e 3 do sexo masculino 33%. Notamos que não somente nessa turma, mas em outras dos demais semestres, que as mulheres são as que mais procuram retornar seus estudos, mesmo trabalhando o dia inteiro e com filhos pequenos. Fica nítido na fala de algumas mulheres a dificuldade que é estar na sala de aula, pois muitas vezes tem que deixar afazeres domésticos que sempre é de sua atribuição apenas, e os filhos com vizinhos ou familiares para que possam estudar.

Dos participantes, uma das mulheres enfrentava essa situação, participava em algumas aulas, pois não tinha com quem deixar o filho pequeno. Já aconteceu em outros anos, de as discentes trazerem os filhos para sala de aula no momento das aulas. Os do sexo masculino procuram menos retornar seus estudos, pois muitas das vezes sendo o chefe da família, e ter que trabalhar para sustentar a família, acabam não conseguindo conciliar o estudo, trabalho e família.

Questão 2 – Idade dos entrevistados.

**Gráfico 2 - Idade dos entrevistados**



**Fonte: Colégio EJA (2022)**

O gráfico 2, apresenta a faixa etária dos participantes do estudo que variam entre 20 a 61 anos. Verificou-se que 56% são alunos da faixa etária entre 18 a 30 anos, tiveram acesso ao ensino médio. Entre 40 e 50 anos temos 22% dos participantes e acima dos 50 anos, também 22%. Esse resultado aponta que a maioria desses alunos ingressou na escola tardiamente, com uma trajetória marcada pelo fracasso, evasão por vários motivos, dentre eles, envolvendo fatores sociais, econômicos, pessoais e até falta de motivação, desta forma Bellan (2018, p.29),

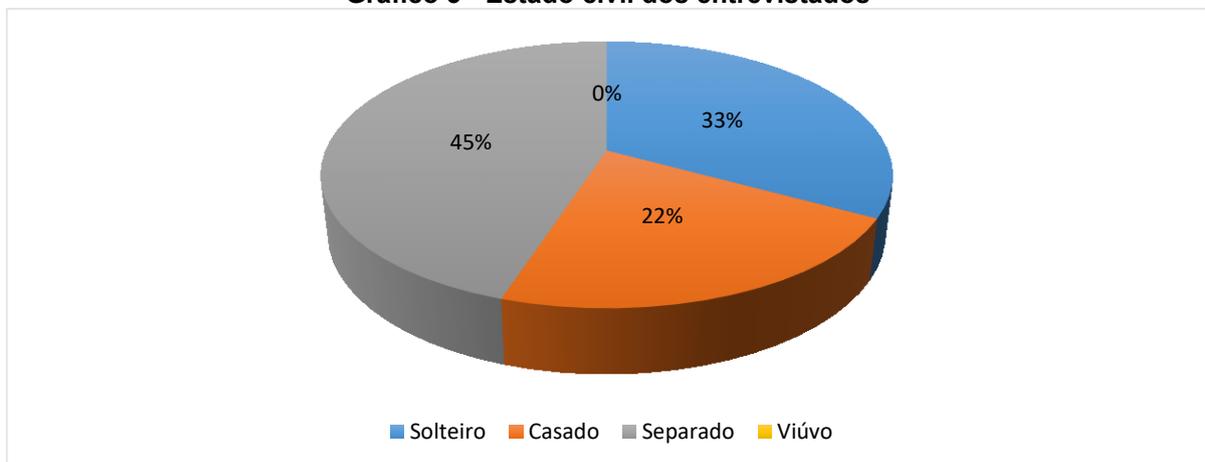
corroborar: “seu aprendizado é direcionado para os seus interesses. Se o interesse maior está nos esportes, o adulto tem facilidade e vontade de aprender tudo a respeito deste assunto, não demonstrando o mesmo pela música por exemplo”.

Percebemos a diversidade etária do grupo pesquisado, numa turma bem heterogênea, englobando alunos de diferentes perfis. Cada um apresenta ritmos de aprendizagem e estruturas de pensamentos diversificados. Uma diferença de interesses, motivações e de atitudes apresentadas por essas especificidades etárias, um verdadeiro conflito de gerações. Essa heterogeneidade das turmas tem se transformado em um dos grandes desafios enfrentados pelos professores e a qual preocupam-se em aplicar a metodologia adequada que reflitam e respeitem os sujeitos deste segmento educacional.

Portanto, não significa que não se possa obter um bom aproveitamento em sala, com pessoas totalmente diferentes umas das outras, a convivência diária, de todas essas diferenças, de saberes e conhecimentos se torna um grande aprendizado entre professor-aluno.

### Questão 3 – Estado civil.

**Gráfico 3 - Estado civil dos entrevistados**



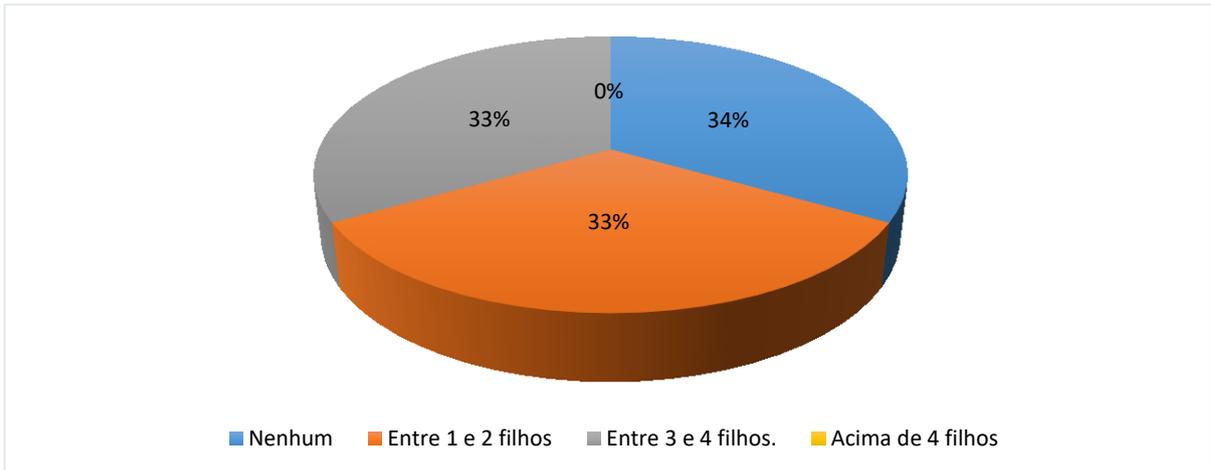
Fonte: Colégio EJA (2022)

No que diz respeito ao estado civil dos participantes da pesquisa, constatou-se que 45% eram separados, em seguida 33% solteiros e 22% declaram ser casados. É importante apontar que, dos separados, todos eram do sexo feminino e entre os solteiros predominava o sexo masculino e os casados um do sexo feminino e outro do masculino. O que se observa nas turmas da EJA é que as mulheres retomam seus

estudos após a separação pois a maioria é impedida pelos maridos, que alegam ter que cuidar da casa e dos filhos.

Questão 4 – Quantidade de filhos.

**Gráfico 4 - Quantidade de filhos dos entrevistados**

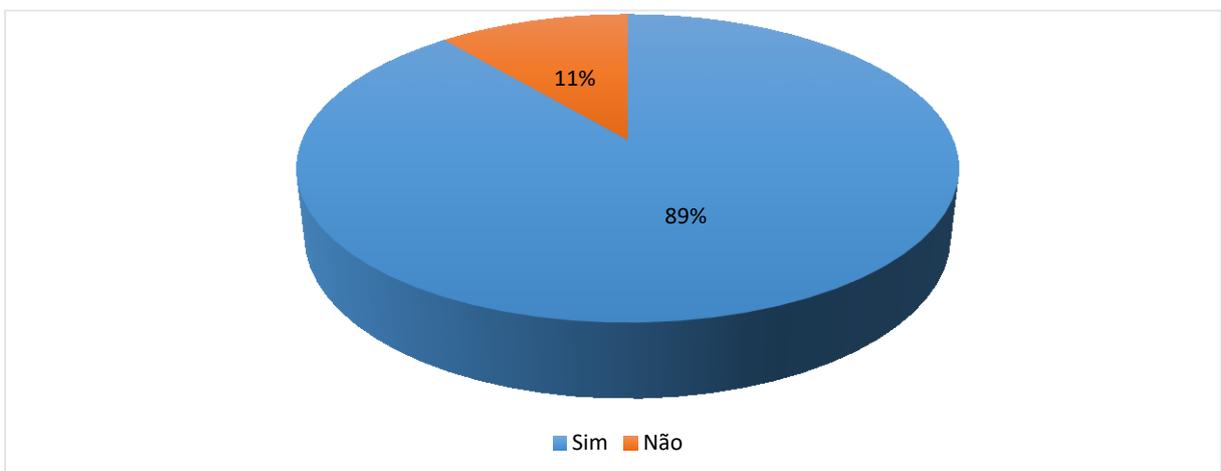


Fonte: Colégio EJA (2022)

Dos participantes, 34% não tem filhos, 33% possuem de 1 a 2 filhos e 33% possuem filhos entre 3 a 4 anos. O que percebemos é que a maioria dos discentes possui de 1 a 4 filhos, sendo um dos fatores relevantes que levam a evasão e que os impedem a uma dedicação total aos estudos. Por outro lado, temos aqueles que não tem nenhum, mas assumem responsabilidades com trabalho e família.

Questão 5 – Você trabalha?

**Gráfico 5 –Entrevistados com emprego**



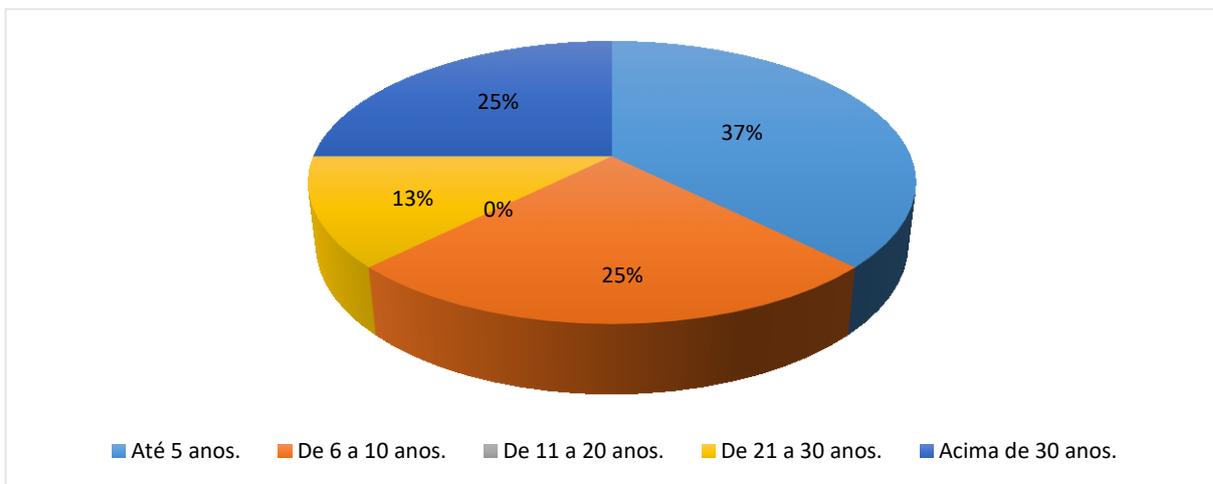
Fonte: Colégio EJA (2022)

Buscou-se também verificar a quantidade de discentes empregados e suas respectivas profissões. Dos participantes, 89% necessitam trabalhar pois é a fonte de renda da maioria, que leva o sustento para casa e conciliam a rotina escola e trabalho. As profissões exercidas que foram citadas, são: pintor, doméstica, cozinheira, metalúrgico, suinocultor, auxiliar serviços gerais, servente de abatedouro, balconista e 11% função do lar.

Dos entrevistados, 8 moravam na zona urbana e apenas 1 na zona rural. A profissão é um dos fatores importantes para auxiliar durante as aulas, há uma grande interação e contribuição por parte dos alunos quando o assunto abordado está inserido no dia-a-dia do seu trabalho. De acordo com o terceiro pressuposto de Knowles, precisa tirar proveito das experiências acumuladas de vida e profissional do aluno adulto pois serve de recurso para aprendizados.

Questão 6 – Quanto tempo ficou longe da escola antes de ingressar na EJA?

**Gráfico 6 - Tempos que os entrevistados ficaram longe da escola**



**Fonte: Colégio EJA (2022)**

Em relação aos períodos em que ficaram longe dos bancos escolares, 37% afirmaram estar longe dos estudos durante 5 anos, 25% estão a mais de 30 anos, e 25% entre 6 a 10 anos e 13% entre 21 a 30 anos. Mesmo após tantos anos afastados da escola, estes indivíduos perceberam a necessidade dos estudos, do conhecimento, visando melhoras na qualidade de vida. O que observamos é que é bem diversificado o tempo sem estar estudando dos educandos, o que se torna um grande desafio ao professor, essa relação entre a diversidade que a EJA oferece e a prática metodológica conciliada. De acordo com as DCNs da EJA:

O preparo de um docente voltado para a EJA deve incluir, além das exigências formativas para todo e qualquer professor, aquelas relativas à complexidade diferencial desta modalidade de ensino. Assim esse profissional do magistério deve ser preparado para interagir empaticamente com essa parcela de estudantes e de estabelecer o exercício do diálogo. Jamais um professor aligeirado ou motivado apenas pela boa vontade ou por um voluntariado idealista e sim um docente que se neutra do geral e também das especificidades que a habilitação como formação sistemática requer. (PARANÁ, 2006, p. 56).

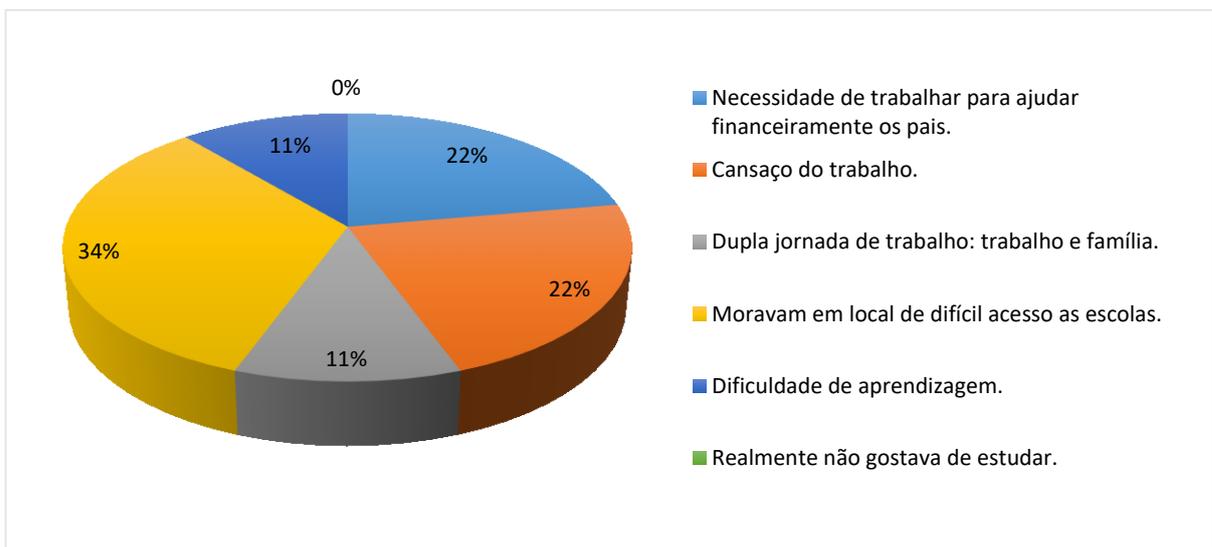
Vale ressaltar que se faz necessária a compreensão do educador com relação à realidade do aluno da EJA, sendo capaz de introduzir métodos de apoio ao ensino que estimulem estes a continuarem na escola. Para tanto, é necessário que o professor tenha um vasto repertório de possibilidades pedagógicas para oferecer aos estudantes, desta forma Capucho (2012), sugere:

Na EJA, especificamente, a linguagem fílmica possibilita a exploração de elementos constituintes da identidade de seus sujeitos, desde os mais comumente reconhecimentos: excluídos dos processos de escolarização em outras épocas da vida; não crianças; trabalhadores (as), incluídas as novas abordagens, sujeitos de direitos, atores do processo histórico, detentores de saberes e culturas. (CAPUCHO, 2012, p.104).

E o professor dessa modalidade de ensino deve estar preparado para conviver e trabalhar com realidades diferentes e buscar meios de aprendizagem que possam contribuir no processo ensino aprendizagem para o próprio crescimento do educando e do educador.

Questão 7 – Que dificuldades impediram vocês de continuar seus estudos?

**Gráfico 7 - Dificuldades que impediram os entrevistados de continuar os estudos**



Fonte: Colégio EJA (2022)

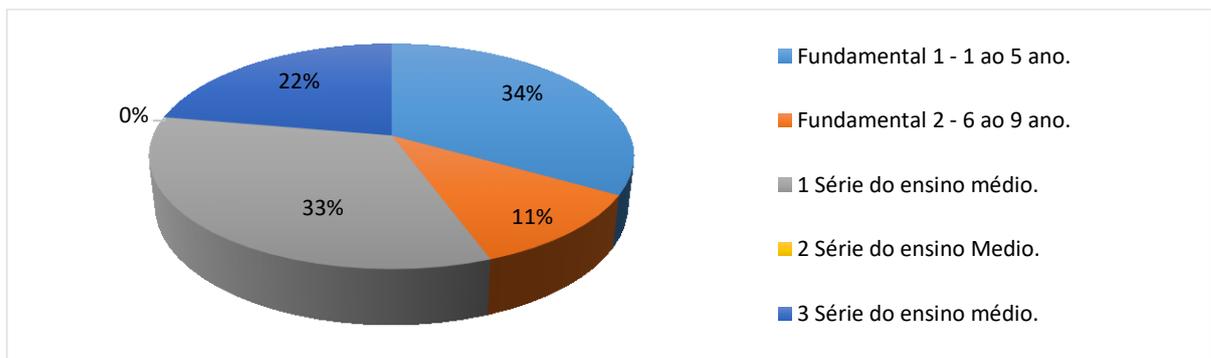
Podemos verificar que são vários os motivos da evasão e do fracasso escolar, que fazem parte da triste realidade dos entrevistados e o difícil acesso à escola (34%) teve o maior apontamento, e sua maior incidência ocorreu entre os entrevistados que estão mais tempo longe dos estudos, ressaltando que na época não tinham meios de locomoção. Dessa forma, 22% alegam a necessidade de trabalhar para ajudar financeiramente os pais e 22% o cansaço devido ao fato de trabalhar o dia todo fora, 11% não conseguiam conciliar trabalho e família e 11% apontam a dificuldade de aprendizagem. Segundo Arroyo (2001):

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) tem sua história muito mais tensa do que a história da educação básica. Nela se cruzaram e cruzam interesses menos consensuais do que na educação da infância e adolescência, sobretudo quando os jovens e os adultos são trabalhadores, pobres, negros, subempregados, oprimidos e excluídos. Pensar na realidade da EJA, hoje, é pensar a realidade dos jovens e adultos excluídos. (ARROYO, 2001, p.10).

O que observamos hoje sobre a realidade dos alunos da EJA, que são vítimas de um ciclo de exclusão, e quando retornam acabam por apresentar inúmeras lacunas de conhecimentos e dificuldades de compreensão de muitos conteúdos, principalmente na física, corroborando, Loch (2009, p.19), afirma que “estes educandos apresentam em comum o fato de que de alguma forma pertencem ao grupo social dos que foram excluídos do processo educacional formal, pela própria exclusão dos bens econômicos que ajudaram a construir”. Isto torna a grande responsabilidade do professor em estar inserido na sua nova realidade e garantindo sua permanência no ambiente escolar, para que não ocorra uma desmotivação e em muitas vezes se repita mais uma desistência.

Questão 8 – Em que série ou ano abandonou seus estudos?

**Gráfico 8 – Série em que os entrevistados abandonaram os estudos**



Fonte: Colégio EJA (2022)

O gráfico 8 mostra que 34% dos alunos abandonaram seus estudos ainda na fase inicial no ensino fundamental I, 33% na primeira série do ensino médio, 22% na terceira série do ensino médio e 11% no ensino fundamental II. Essa variação de escolaridade é a parte mais difícil para o professor que fica sem saber como planejar e prosseguir com as aulas, pois parte dos alunos que cursavam o ensino médio tem alguma noção dos conteúdos estudados em Física, porém, aqueles que param no ensino fundamental I ou II não tem ideia do que se trata a disciplina, alguns de mais idade ainda tem o conhecimento empírico, a capacidade de análise do cotidiano, dos fatos vividos aliados as teorias da Física.

No decorrer do trabalho, pudemos avaliar que o tempo de escolarização de cada um não é o fator relevantes no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, os educandos que cursaram até a segunda série, muitas vezes, apresentavam mais conhecimentos e condições para a aprendizagem do que o educando que cursou até a quarta série. Isso permite concluir que foram as necessidades impostas pelo meio, as oportunidades de acesso, os interesses e motivações de cada um que propiciaram o desenvolvimento de condições diferenciadas para lidar com os conteúdos. (DURANTE 1998, p.46).

Assim, cabe ao professor de Física considerar as condições de aprendizagem dos estudantes, mostrando o conhecimento físico construído ao longo do tempo, que se encontra presente hoje, nas tecnologias e em nosso cotidiano. Daí a sua importância para as práticas sociais contemporâneas, a compreensão da cultura produzida pelos homens, para entender a relevância histórica dessa produção dentro da história da humanidade. Não fosse o bastante, a elegância das teorias físicas, a emoção dos debates em torno das ideias científicas, a grandeza dos princípios físicos, desafia a todos nós, professores e estudantes, de compartilharmos, os conceitos e experimentos, presentes desde que o homem, por necessidade ou por curiosidade, passou a se preocupar com o estudo dos fenômenos naturais. (PARANÁ, 2008).

Feitosa também destaca sobre as desistências dos educandos da EJA, como:

Um dos grandes problemas que enfrentamos na educação de jovens e adultos é a evasão. Sabemos que quase sempre os motivos que levam os educandos a desistirem das aulas são de ordem econômica. Porém, não podemos deixar de considerar que a metodologia adotada pelo educador tem um peso importante nessa decisão. Aulas monótonas, em que o educando passa parte do tempo repetindo em voz alta a ladainha do educador e outra parte copiando o “ponto” da lousa, são motivos mais do que suficientes para o educando sair correndo. (FEITOSA, 2011, p.116).

Questão 9 – O que motivou a voltar a frequentar a escola e concluir o ensino médio?

**Gráfico 9 - Motivação para concluir o ensino médio**

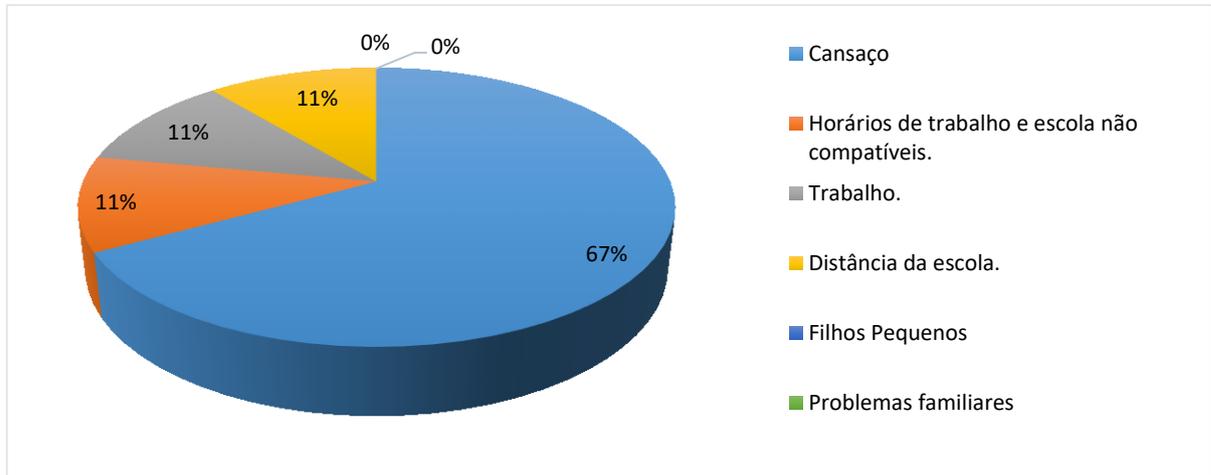


**Fonte: Colégio EJA (2022)**

No gráfico 9, apresenta-se algumas das razões que fizeram com que os alunos retornassem aos estudos. Pelos dados apresentados, evidenciamos que todos possuem grandes objetivos de vida e mesmo enfrentando algumas dificuldades, 45% dos participantes estão dispostos em ingressar numa faculdade e cursar uma graduação, 33% somente pretende concluir o ensino médio, visto que as empresas estão exigindo o ensino médio completo no currículo e 22% pretendem mudar de trabalho para conquistar um salário maior. Mas, o que observamos é que por mais que os educandos retornam a escola com intuito de finalizar o ensino básico, que a maioria consideram-na como espaço de socialização, lazer e vivência de novas experiências, encontro com outras pessoas, momento de aprender conviver com a heterogeneidade envolvendo outras culturas, gêneros, ritmos de socialização, responsabilidades cotidianas e aprendizagens.

Questão 10 – Quais as principais dificuldades que você enfrenta para continuar estudando?

**Gráfico 10 - Dificuldades de continuar estudando**



Fonte: Colégio EJA (2022)

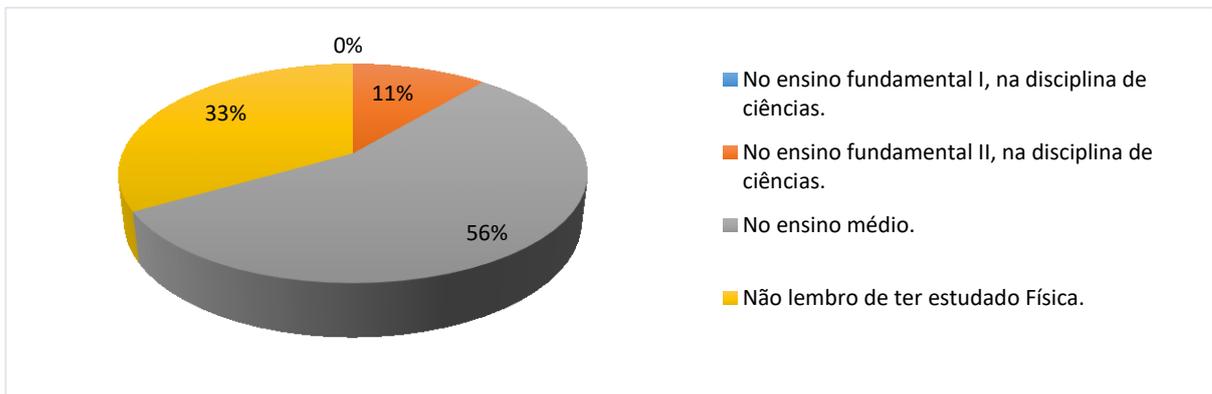
No gráfico 10, evidenciamos que o cansaço físico e mental da dupla jornada de trabalho e estudos, conciliados à família é uma das principais dificuldades encontradas pelos entrevistados para continuar seus estudos, sendo 67%, em seguida temos 11% o trabalho, 11% horários não compatíveis entre escola e trabalho e 11% a distância da escola. O que se verificou, do grupo participante, durante a aplicação do produto educacional com nitidez foram os atrasos, faltas constantes, cansaço e sono, vale ressaltar que a maioria saía do trabalho direto para a escola. Diante desse contexto o desafio e a preocupação do educador ao ministrar suas aulas em uma classe de trabalhadores, que acham que não são capazes de acompanhar o processo ensino aprendizagem ou que não faz sentido para seu cotidiano. Assim, cabe a escola, direção, coordenação pedagógica, professores, enfim todos os envolvidos um trabalho constante de motivação para os discentes, para conseguir esse engajamento é necessário observar as habilidades de cada um, para sempre ir mostrando ao estudante que ele é capaz.

Alguns(mas) autores(as) apontam que a EJA deve potencializar habilidades e competências para que os (as) jovens e adultos (as) se tornem mais capacitados (as) para a vida e para o contexto no qual estão inseridos (as). Tal vertente defende que os (as) professores (as) atuantes nessa modalidade devam ter conhecimento da realidade de seus (suas) estudantes; compreendendo que isso se restringe a conhecer suas expectativas, sua cultura e suas necessidades de aprendizagem e de vida. (CAPUCHO, 2012, p.116).

São vários os motivos para se evadirem na primeira dificuldade que encontrarem diante do conteúdo abordado. Portanto, a importância de aplicar uma proposta metodológica diferenciada que consiste, em compreender este adulto, suas necessidades de aprendizagem, de aquisição de conhecimentos e de como construir novos conhecimentos. E a principal característica dessa metodologia é relacionar experiências, conhecimentos e diálogos, de forma compartilhada entre aluno e professor.

Questão 11 – Você recorda ter estudado Física em algum momento de sua vida, em sua passagem escolar?

**Gráfico 11 - Lembranças de ter estudado Física**



Fonte: Colégio EJA (2022)

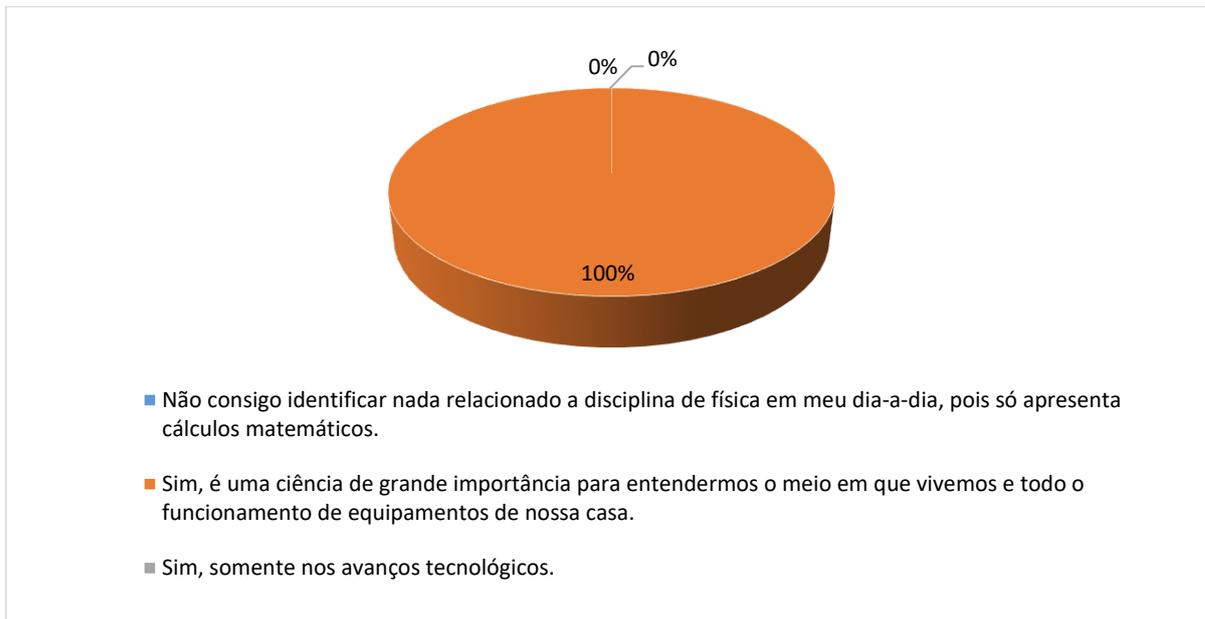
Quando questionados sobre se lembram de ter estudado a disciplina de Física durante o período que frequentou a escola, 56% dos alunos que chegaram ao ensino médio lembram de ter estudado Física, 33% relatam não lembrar, pois como fizeram todo o ensino fundamental na EJA sendo o currículo da modalidade diferenciado do regular de hoje, a partir da BNCC (Base Nacional Curricular), aborda no componente curricular de Ciências, unidades temáticas de Física desde o primeiro ano do ensino fundamental I e 11% já relataram que quando frequentaram o ensino fundamental II na disciplina de Ciências. Placo (2015) explica a importância da memória na construção do conhecimento:

A memória é ponto de partida e de chegada, ela nos enche de sentido. Recriamos o legado de gerações e de tantas contribuições significativas ao conhecimento humano, com os olhos e os filtros de hoje. Neste processo, contracenam o individual e o coletivo, o antigo diante do novo e, ao apropriarmos do que ainda é desconhecido, revelemos contrastes, semelhanças e diferença. Portanto, a memória mistura tudo: sensações, emoções e lembranças. Divide, classifica, organiza, esclarece e confunde. (PLACO, 2015, p.27).

A autora destaca a importância do papel de se trabalhar memória, lembranças, recordações com o estudante adulto como auxílio na retomada de conteúdo, de saberes que vivenciaram, concluindo que os conceitos de Física fazem parte do cotidiano, que viveram situações que a Física esteve presente explícita ou implicitamente.

Questão 12 – O ensino da Física está presente em seu cotidiano?

**Gráfico 12 – Importância da Física no cotidiano dos entrevistados**



**Fonte: Colégio EJA (2022)**

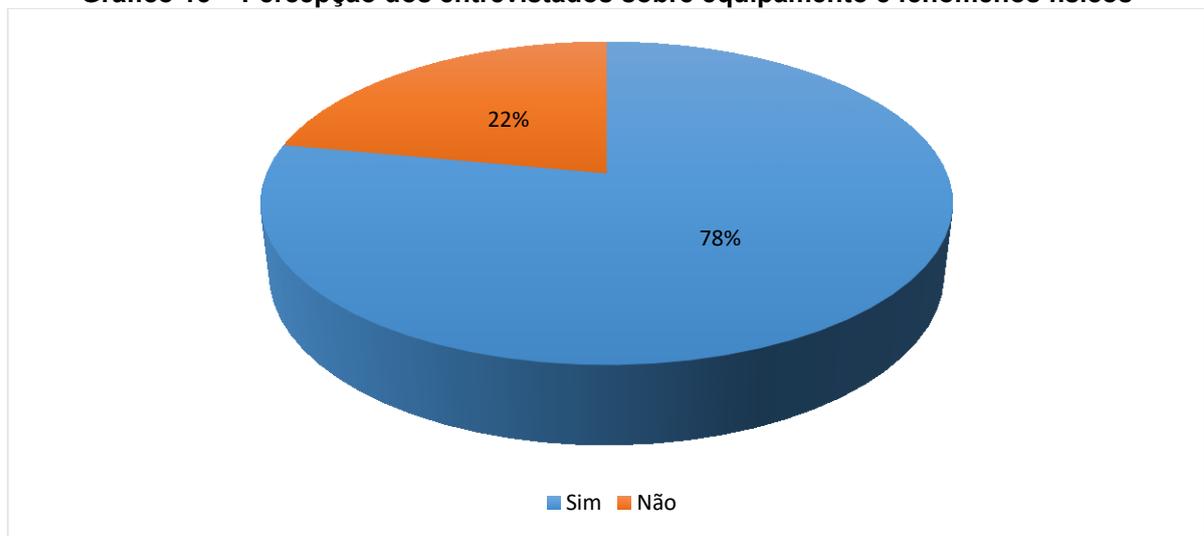
O que evidenciamos, unanimidade entre os alunos, 100% ao afirmar que o ensino de Física está presente no seu dia a dia, que é uma ciência de grande importância para entendermos o meio em que vivemos e o funcionamento de equipamentos de nossa casa. Portanto, o que observamos durante as discussões que eles relatam uma predisposição ao estudo da Física, apesar de reconhecerem a importância para a compreensão dos fenômenos de seu cotidiano. Cabe ao professor então o “desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita, indócil” (FREIRE, 2020, p.33).

Sempre que iniciamos uma turma nova na disciplina de Física com a modalidade EJA, é nítida a aflição, medo e angústia dos alunos em relação a disciplina. Muitos, não acreditam que são capazes de concluí-la pelo fato de trazerem consigo um ensino tradicional, baseado em fórmulas matemáticas e teorias dos livros didáticos e acabam em optar em tentar eliminar a disciplina de Física nos provões

oferecidos pela Secretaria de Estado da Educação. Por isso, a importância do professor está em conhecendo um pouco do modo de vida de seus discentes no contexto social, familiar e profissional e seus anseios e motivação em relação a disciplina, para organizar de maneira significativa suas aulas de acordo com o perfil de cada turma.

Questão 13 – Você saberia citar alguns equipamentos ou fenômenos naturais que utilizam os conteúdos estudados na Física para seu funcionamento? Quais?

**Gráfico 13 – Percepção dos entrevistados sobre equipamento e fenômenos físicos**

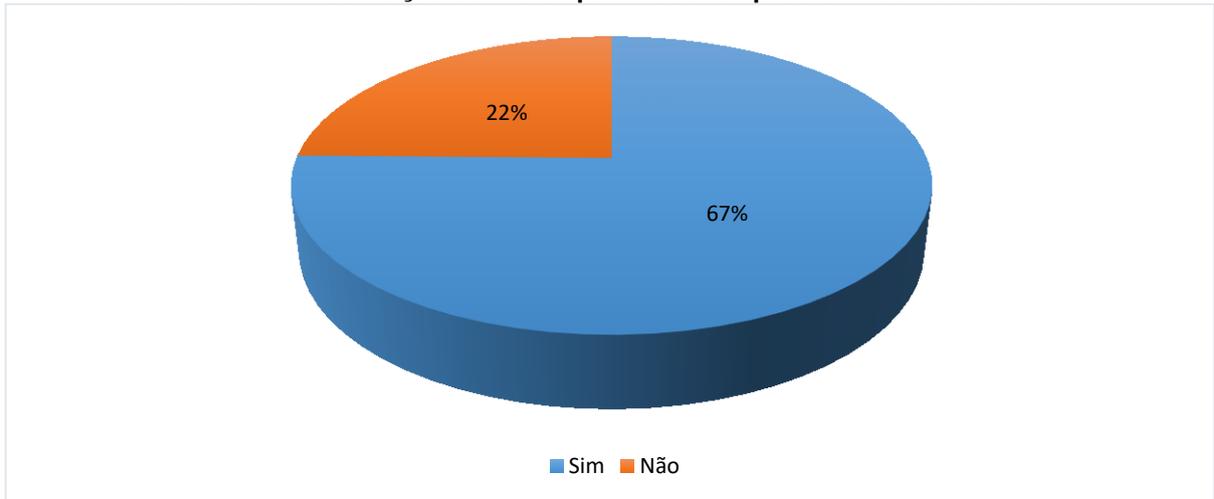


Fonte: Colégio EJA (2022)

Observamos que 22% dos participantes apontaram não conseguirem relacionar equipamentos e fenômenos naturais, que envolvam algum conceito da física, remetendo a questão anterior, eles acreditam que sim, está presente, porém não conseguem visualizar de forma prática, explícita a Física em seu dia a dia e 78% disseram que sim e citaram: “panela de pressão, gravidade, energia solar, temporais, energia elétrica, termômetros, motores, arco-íris, calor, sol, fogão, chuveiro”.

Analisando as respectivas respostas, a maioria dos alunos conseguiu relacionar algo do seu cotidiano com o ensino da Física mesmo aqueles que nunca estudaram Física em sua passagem escolar.

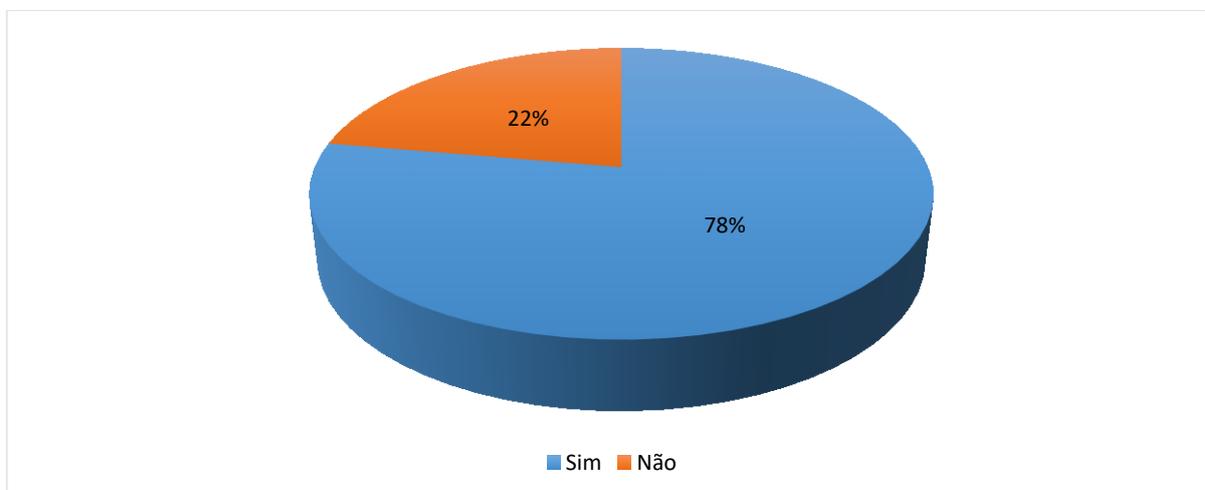
Questão 14 – Você já utilizou da Física para resolver pequenos problemas de seu cotidiano em sua casa ou no trabalho? Quais?

**Gráfico 14 - Utilização da Física para resolver problemas do cotidiano**

Fonte: Colégio EJA (2022)

Os alunos, quando questionados, se já utilizaram a Física para resolver algum tipo de problema em sua casa ou no trabalho, 33% alegaram que não, e 67% já utilizaram em alguma ocasião e apontaram situações como: trocar lâmpadas queimadas, resistência de chuveiro, motores, soldas, instrumentos para aumentar força como alicates, chaves de fenda e polias, desentupir vaso sanitário usando a pressão. Identificamos que alguns alunos não apresentaram exemplos de aplicações, logo não tem claro a presença do componente curricular em seu cotidiano.

Questão 15 – Analisando a sua casa, você consegue perceber a presença da Física, em equipamentos, utensílios, substâncias ou fenômenos naturais? Quais?

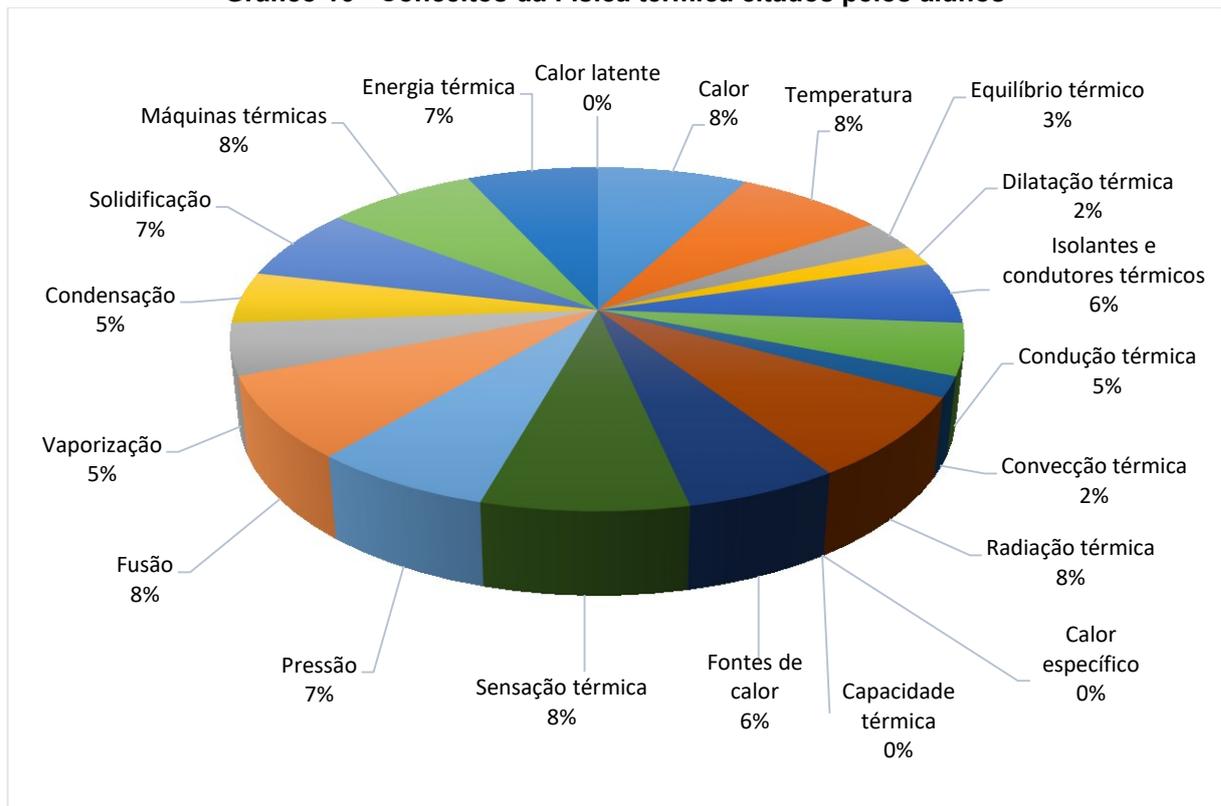
**Gráfico 15 - Presença da Física em nossa casa**

Fonte: Colégio EJA (2022)

Nas respostas apresentadas, observamos que, quando se trata de perceber a presença da Física nas diversas coisas que nos cercam no nosso dia-a-dia, em especial dentro de casa, apenas 22% dos participantes afirmaram que não conseguem identificar situações que envolvam a ciência. Situação já esperada, devido ao público muito heterogêneo, sendo que parte desses alunos não cursaram a disciplina em nenhum momento. Os demais 78% afirmaram que sim, e citaram situações como: “geladeira esfriando alimento”, “forno aquecendo”, “água fervendo na chaleira”, “chuveiro”, “ferro de passar roupa”, “luz elétrica”, “descongelando no micro-ondas”, “gelo derretendo na pia”, “celular carregando”, “controle remoto da TV”, “rádio ligado”, “roupa secando no varal”.

Questão 16 – Dos conceitos da Física térmica, citados quais você já ouviu falar?

**Gráfico 16 - Conceitos da Física térmica citados pelos alunos**



Fonte: Colégio EJA (2022)

A finalidade da questão 16, era de um pré-teste acerca dos conceitos básicos da termodinâmica, para a análise dos conhecimentos espontâneos dos alunos.

Para o educador, ter clareza desses conhecimentos anteriores contribui para planejar o desenvolvimento do trabalho, através de situações de aprendizagem significativas, que ativem, ampliem e/ou transformem o conhecimento. Em uma relação dialógica, o conhecimento que o aluno traz é respeitado, valorizado e utilizando para que se processe uma aprendizagem significativa. (Durante, 1998, p. 58-59).

Primeiramente, os alunos deveriam selecionar quais dos conceitos físicos conheciam os significados. O que observamos que somente três conceitos não foram selecionados, tais como: calor específico, capacidade térmica e calor latente.

Na sequência, deveriam escolher três dos conceitos físicos listados e descrever de acordo com seu conhecimento, não foi autorizada nenhum tipo de pesquisa em materiais impresso ou internet, pois o intuito era verificar o que eles conseguiriam expressar sobre o tema, partindo dos conhecimentos adquiridos por suas vivências. Inicialmente, os alunos demonstraram preocupação em fornecer respostas erradas, foi enfatizado a eles que o intuito da atividade era apenas que descrevessem o que tinham em mente sobre alguns dos conceitos citados. Dos 9 alunos participantes, 3 deles deixaram a questão em branco e os demais responderam que:

A1 - “Calor é quando a previsão está muito quente e quando está bastante ensolarado e muito abafado”.

“Evaporação, quando uma pessoa por exemplo vai tomar banho na água quente sai aquelas fumaças é sinal que a fumaça está evaporando”.

“Sensação térmica avisa quando está calor, frio, chuvoso, etc”.

A2 – “Solidificação é quando a água congela, em baixas temperaturas, dentro do freezer por exemplo”.

“Ebulição é quando a água que está no fogo começa a ferver, até entrarem processo de ebulição, isso ocorre com o calor da chama do fogão”.

“Dilatação térmica, um certo material sob o calor, ele dilata, como paredes, não pode ter construção uma em cima da outra, pois as paredes precisam de espaços pois elas se movem com a dilatação com o calor a mais”.

A3: “Temperatura é quando está frio e calor”.

“Solidificação é a água sólida, o gelo”.

“Máquina térmica é aquela que produz movimento com o calor, como uma panela de pressão”.

A4: “Fonte de calor é quando produz calor, fogão, micro-ondas, chuveiro, ferro de passar roupa, etc.”

“Calor é quando está quente ou morno”.

“Ebulição é quando a água ferve”.

A5: “Frio a sensação térmica cai e fica abaixo de zero”.

“Calor a sensação térmica alta com temperaturas de 20 a 35 graus”.

“Termômetro serve para medir temperatura do corpo”.

A6: “Calor é algo quente”.

“Fontes de calor, o sol, fogo, forno, secador de cabelo, etc.”

“Temperatura é o quando medimos no termômetro”.

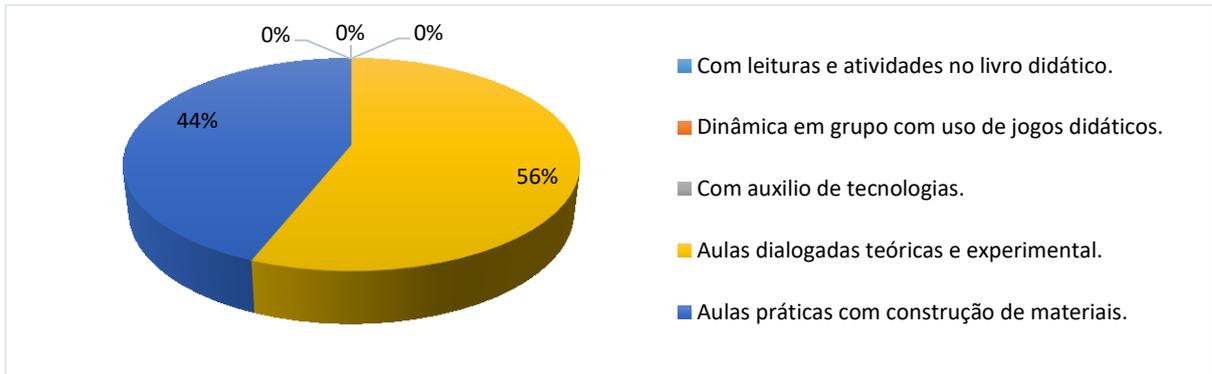
De maneira geral, foi possível observar nessa questão aberta e descritiva que os alunos apresentam algumas noções básicas sobre os conceitos térmicos, porém, alguns de forma inadequada com vários erros conceituais. De fato, talvez já tivessem ouvido falar em alguma aula de Ciências a respeito dos conceitos abordados pela professora, porém tiveram muita dificuldade em definir o conceito. Nesse momento, o professor precisa ter cuidado para não destruir os conceitos que os alunos tinham sobre determinado tema e que nem sempre eram coerentes com o conceito científico. Aquilo que o aluno traz do cotidiano, foi adquirido pela vivência e em algum momento mostrou-se significativa para esse aluno.

Freire (1996) destaca, que os alunos da EJA são “sujeitos que possuem um certo saber e não importa que metodicamente desrigoroso” (FREIRE, 1996, p.29), e cabe ao professor atuar como um mediador em um processo de reconstrução de significados. Ao aprender o novo, o aluno não precisa descartar o antigo, pois ambos são significativos para ele e serão utilizados cada um no momento mais adequado e mais coerente. Feitosa (2011, p. 62), também corrobora: “a aprendizagem ocorre em situações de conflito entre o conhecimento antigo e o novo”.

Cabe ao professor atuar como um mediador em um processo de reconstrução de significados, pois valorizando o conhecimento que o aluno traz consigo deve ser o ponto de partida da aprendizagem.

Questão 17 – Para uma melhor aprendizagem, na sua concepção como deveria ser as aulas de Física na modalidade de jovens e adultos?

**Gráfico 17 - Concepções de como deveria ser as aulas de Física na modalidade de jovens e adultos**



Fonte: Colégio EJA (2022)

Como mostra o gráfico 17, identificamos que os alunos reconhecem a importância do uso das atividades experimentais demonstrativas nas aulas de Física. Dos entrevistados 56% responderam que preferem aulas práticas com construções de equipamentos e materiais didáticos e 44% as aulas teóricas e experimentais. Durante (1998), confirma que “para que a aprendizagem seja significativa, os educandos devem relacionar a nova informação ao conhecimento que já possuem, desenvolver, refletir, justificar suas ideias, compará-las com as do grupo, descobrir ideias diferentes e ter consciência delas”. (DURANTE, 1998, p.58).

Isso nos permite afirmar que os discentes querem aprender usando métodos e técnicas relacionados a experimentação e reconhecem que a aprendizagem é facilitada pois contribui melhor compreensão sobre os conceitos abordados e permite ao aluno associar imagens, procedimentos, materiais e conceitos. Feitosa (2011), enfatiza que, “quanto mais se conhece os educandos, maior a possibilidade de promover intervenções didáticas que auxiliem a superar suas dificuldades” (FEITOSA, 2011, p.119).

## 5.2 Aula 2: A maquete – nossa casa, na visão da Física

Essa atividade, tinha como objetivos principais promover uma interação social entre os discentes e construir o próprio material didático para auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos fenômenos térmicos. Em primeiro momento, a pesquisadora realizou a explicação dos procedimentos para a confecção da maquete e foram orientados a construir uma casa de forma simples com os seguintes cômodos, como a sala, cozinha, quarto, banheiro e lavanderia. Os materiais utilizados na construção da maquete foram materiais alternativos como isopor, papelão, caixinhas

de leite, plástico de embalagens, ou seja, reciclados em geral. Sendo esse material arrecadado antes da aplicação da pesquisa, onde foi realizado uma campanha de arrecadação feita pelos próprios alunos com as demais turmas do colégio, e em poucos dias conseguiram todo o material reciclável necessário e alguns materiais de acabamento foram doados pelo próprio colégio.

A construção foi realizada dentro da sala de aula e inteiramente organizada pelos alunos. Inicialmente no grande grupo decidiram como seriam as medidas da casa e fizeram no tamanho 0,7m x 1,00m, o telhado, as janelas, as portas e estruturas em geral. Decidiram fazê-la toda de isopor pelo fato de ficar mais firme, e consideraram que se fizessem de papelão não teria sustentabilidade para ficar até o final da aplicação e com isopor ficaria mais fácil anexar as figuras e instrumentos que iriam construir. Utilizaram e.v.a. para porta central e no interior optaram em não colocar portas. Nas janelas utilizaram plásticos de embalagem transparente para representar os vidros e o telhado foi feito removível, com duas placas de isopor e utilizaram arame para prendê-las. Foi possível perceber o entusiasmo dos alunos na construção da maquete já no primeiro momento, o companheirismo no trabalho em grupo e a organização divisão das tarefas. Em observação a algumas narrativas dos alunos:

A9: “Estou me sentindo como se fosse um engenheiro”.

A2: “Nossa nunca pensei que um dia construiria uma casa”.

A1: “Nunca achei que na aula de física tivéssemos que construir uma casa”.

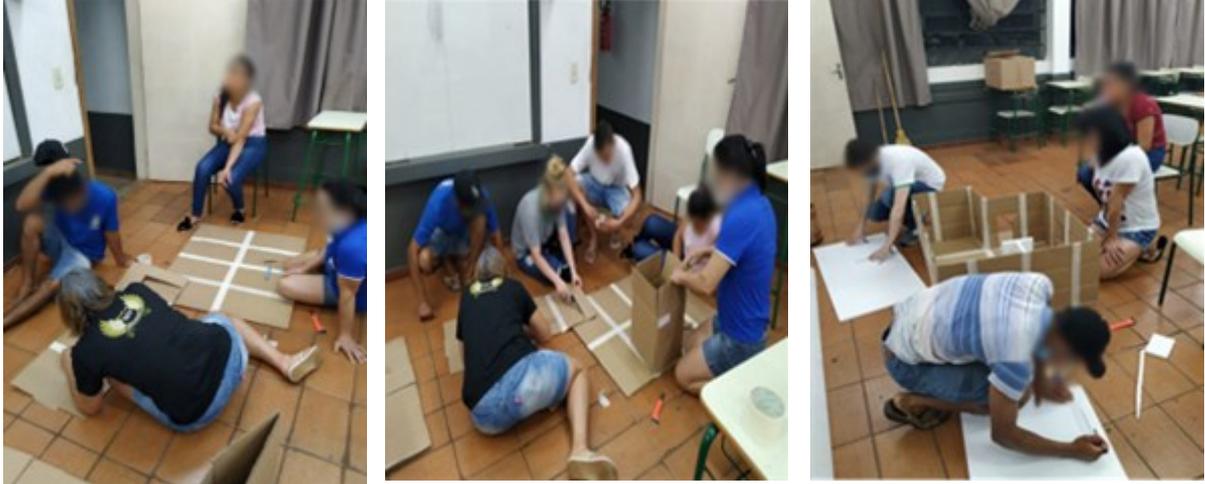
A5: “Sempre ouvi dos colegas que aulas de física era só cálculos e está sendo muito legal”

A3: “Precisamos fazer a janela de canto e toda de vidro, pois é o que estão fazendo nas casas modernas”.

Obviamente, muitas dificuldades foram encontradas no desenvolvimento da construção da maquete, como na divisão interna dos cômodos, tiveram dificuldade para construir as divisórias e o telhado para fechar a parte interna. Mas mesmo encontrando dificuldades foram em busca de soluções e pesquisar a melhor maneira de solucionar o problema. E na aula seguinte, todos estavam lá novamente e com muitas ideias. O participante A4 levou o problema para casa e com auxílio da filha que se formou em engenharia civil trouxe algumas dicas para auxiliar e também a participante A1 descobriu que o secretário do colégio era formado em engenharia e o

convidou para ajudá-los nessa tarefa, o qual ficou muito satisfeito em orientá-los e contribuiu durante 2 aulas na construção.

**Fotografia 1 – Alunos construindo a maquete da casa**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

A dedicação foi exclusiva em cada detalhe, pois não viam a hora da maquete estar pronta, e depois de 8 aulas de construção a maquete ficou pronta, todos tiveram um grande desempenho e envolvimento com a maquete. Como vemos nas fotos, a casa ficou muito bem elaborada. Nessa atividade, obtivemos um grande retorno na motivação, coletividade, criatividade e na autonomia por parte dos alunos. Percebemos que o ensino da Física passa a ter um olhar diferenciado e aguçou a curiosidade em saber como a maquete da casa contribuiriam para as aulas de Física.

**Fotografia 2 - Maquete da casa**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Como destaca Knowles (2009, p.121), em seu ciclo andragógico, o professor andragógico, tem o papel de facilitador, consultor e agente de mudança, prepara o aprendiz, onde fornece informações, prepara para a participação e estabelece um clima conducente para iniciar a aprendizagem. Apesar de as condições do ambiente influenciar na aprendizagem, é um dos momentos mais importantes do modelo andragógico, onde o aprendiz adulto se sinta confiante e autodirigido. Assim, o professor incentiva os alunos a participarem ativamente de seu aprendizado, suas capacidades e interesses são estimulados. “A confecção do material pedagógico pelo próprio educando é uma prática que deve ser estimulada”. (FEITOSA, 2011, p. 110).

### **5.3 Aula 3: Investigação dos conhecimentos espontâneos sobre Física térmica através de imagens**

Essa atividade se constituiu na construção interna da maquete com montagem de móveis e equipamentos utilizando recortes de imagens de revistas. A materialização desta proposta busca, num primeiro momento, identificar o que os alunos associam a esse tema por meio de uma pergunta lançada pelo professor: Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento dentro de nossa casa?

Os alunos pesquisaram figuras como substâncias e materiais, fenômenos, processos e conceitos, máquinas, aparelhos e sistemas naturais relacionados a física térmica. Foram 3 aulas muito produtivas e rapidamente organizaram o interior da maquete com geladeira, fogão, botijão, água, ventilador, garrafa térmica, panela de pressão, pratos, copos, talheres, micro-ondas, forno elétrico, liquidificador, ar condicionado, chuveiro, televisão, máquina de lavar roupa, roupas secando no varal, lâmpadas, ferro elétrico e também criaram alguns móveis como cama, sofá mesa, guarda roupa dentre outros. Verificou-se que tiveram facilidade em buscar as imagens das situações do cotidiano envolvendo a Física térmica e houve a participação e interesse de todos os alunos na atividade desenvolvida.

**Fotografia 3 - Montagem do interior da maquete da casa feita pelos alunos**



**Fonte: A autoria própria (2021)**

Knowles (2009), enfatiza a importância de diagnosticar as necessidades de aprendizagem, ou seja, de ouvir o conhecimento do saber cotidiano, experiência anterior do aprendiz, ou seja, um saber originado pela experiência de vida. Esse processo precisa ser valorizado e respeitado pelo educador pois representa a porta de entrada para a construção de um novo saber: o conhecimento científico (KNOWLES, 2009, p. 122).

#### **5.4 Aula 4: Explorar a maquete da casa**

A aula iniciou com diálogo e debate com situações problema da qual vivenciamos dentro de nossa casa, utilizando a maquete. De acordo com o quarto princípio de Knowles “diagnosticar as necessidades para a aprendizagem” (KNOWLES, 2009, p.121).

Cada um desses alunos traz consigo uma bagagem repleta de experiências através de suas vivências pessoais, de trabalho, o que faz com que o ensino mútuo entre professor e aluno seja mais amplo quando ambos têm grande liberdade para compartilhar e trocar experiências. Nessa aula, os alunos puderam aproveitar um pouco mais para explorar e acrescentar objetos relacionados ao tema, a participante A1 acrescentou alguns de utensílios de cozinha miniaturas como bule e xícaras, segundo o mesmo relatou “uma casa não pode faltar xícara para um café quentinho”. Com ajuda da netinha, construíram móveis de papelão para o quarto da maquete.

Os alunos foram orientados a registrar a problematização inicial em pequenas plaquinhas, de acordo com seus saberes espontâneos, e anexá-las na maquete. Inicialmente os alunos se mostraram envergonhados e apreensivos e relataram que nunca tinham estudado o conteúdo, que não conseguiram escrever nada. Foi enfatizado pela professora pesquisadora que o intuito da atividade era que registrassem o que tinham em mente sobre cada questão, e que não estaríamos corrigindo se estivessem certos ou errados. Alguns conseguiram e registraram com facilidade, outros preferiram apenas dialogar e não fizeram anotações. Nessa aula tivemos a participação de 5 alunos e foi muito produtiva. Logo abaixo estão disponibilizadas as respostas dadas pelos alunos da problematização inicial:

1) O que são fontes de calor?

“Tudo que está quente”, sol, fogo do fogão, calor do forno a gás, calor da água quente”.

2) Temos essas fontes dentro de nossa casa?

“Muitas fontes temos na nossa cozinha, no banheiro, quarto”,

“Com certeza todas”,

“Sim vivemos usando fontes de calor”.

3) De onde vem o calor?

“Do fogo, do ar, da água quando está quente”.

“Do aquecedor, do ferro elétrico e do chuveiro”.

4) O que transmite calor?

“Alguns materiais como as panelas”.

5) O que retira calor?

“A água”,

“A geladeira”,

“O ar condicionado e ventilador”.

6) O que é o quente e o frio?

“Algo está quente quando sentimos arde a pele”,

“Frio é quando a temperatura está baixa”.

7) Como saber se uma substância está quente ou fria?

“Podemos encostar nela”.

“É só colocar um termômetro pra não se queimar”.

8) Podemos confiar em nossas sensações na determinação de temperaturas?

Como podemos obter uma medida precisa?

“Em algumas vezes, acho que podemos, quando for uma algo simples, mas quando é água fervendo não”.

“Acho melhor usar o termômetro para não errar”.

9) Ao tirarmos uma garrafa de água da geladeira, ou retirar um bolo do forno, depois de algum tempo a água —esquentou e o bolo —esfriou. Como podemos explicar esse fato?

“Por causa do ar”.

“O calor subiu para o ar”

10) O que é usado para manter a temperatura?

“As caixas térmicas”.

“Antigamente usava asoringas”.

“Caixas de isopor”.

11) O que acontece quando misturamos café quente com leite frio?

“Fica morno”.

“Fica com uma temperatura mais baixa”.

12) Analisando nossa casa temos situações em que medimos a temperatura?

“Sim, muitas coisas mesmo, água da chaleira”.

“No chuveiro”.

“Quando mudamos a temperatura do ar condicionado”.

13) Mas afinal, calor e temperatura são mesma coisa?

“Acho que sim, pois esquenta”.

“Temperatura é algo que está quente ou frio”.

“Calor é uma energia que mede a temperatura das coisas”.

De maneira geral, percebemos que os alunos relacionam o conteúdo com situações presentes ao nosso cotidiano, conseguem até exemplificar, porém

apresentam relações inadequadas e erros conceituais. De acordo com Feitosa, “um dos primeiros trabalhos do educador é mostrar ao educando que ele sabe muitas coisas; no entanto, esse conhecimento está desorganizado” (FEITOSA, 2011, p.82). A sondagem do conhecimento ingênuo é fundamental para que o professor consiga traçar suas estratégias e organizar suas ações pedagógicas, e por fim acaba descobrindo valores, anseios e necessidades dos educandos.

Logo após, foi realizada uma atividade de mesa redonda, onde foi dividido os alunos em dois grupos para leitura e dramatização do texto: “Um interrogatório com o calor”. O texto refere-se a uma audiência entre o calor e frio para esclarecer alguns fenômenos térmicos, e entender o que são o frio e o calor. Porém, o frio não comparece e o calor acaba respondendo uma série de perguntas. A dramatização foi bem aceita pelo grande grupo e o diálogo como refere-se o texto foi lido por todos, na sequência discutimos os principais conceitos abordados como calor, temperatura, frio, calórico, equilíbrio térmico, fenômenos climáticos. A partir desta atividade percebeu-se que os alunos apresentavam a necessidade de aprender os conceitos científicos, internalizá-los com os conhecimentos antigo e o novo.

### **5.5 Aula 5: Explorando termômetros e os conceitos de temperatura, trocas de calor, sensação térmica e equilíbrio térmico**

Essa aula iniciou-se com uma situação problema norteadora, partindo da observação e interação com o vídeo: de olho no inverno, das Casas Pernambucanas da década de 60, onde é apresentado um jingle no comercial da sua linha cama, mesa e banho para o inverno. O intuito da atividade era fazer análise das incorreções dos conceitos básicos relativos do ponto de vista da termodinâmica.

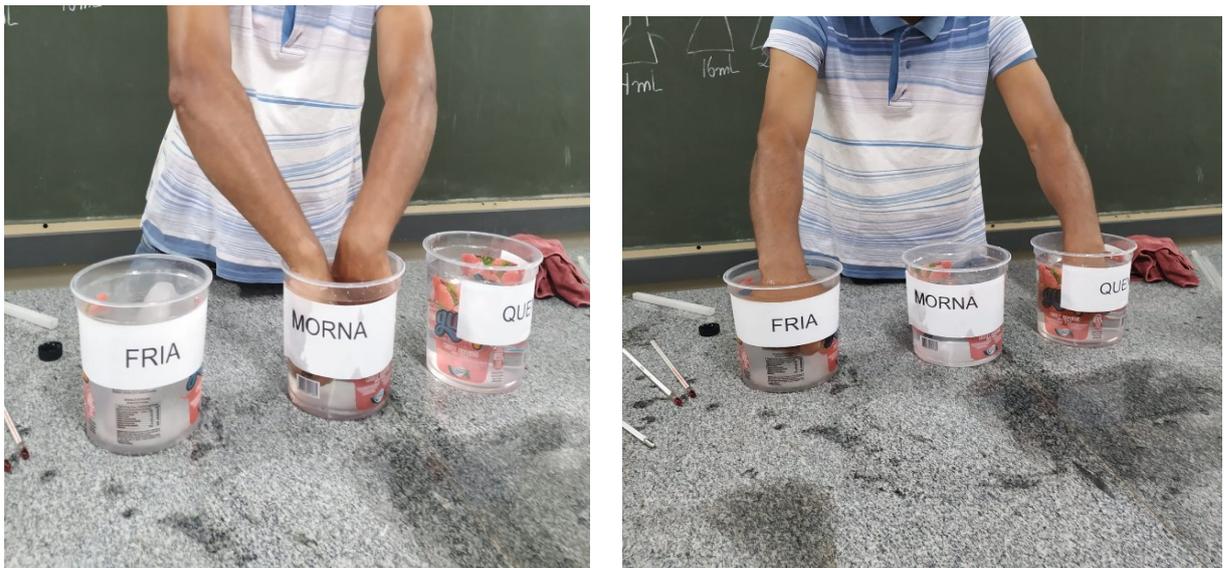
Os alunos A1, A2, A3 e A4 lembraram da famosa propaganda, os demais não tinham conhecimento. Logo após assistir foi realizado uma discussão e análise, e os alunos lembraram sobre a aula 4 e logo destacaram “É o calor que não sai, pois os cobertores irão impedir sua passagem, pois são, isolantes”. E como a aluna A1 destacou, “então o frio não existe”. E após discussão chegamos a um novo jingle: “Não adianta bater, eu não deixo o calor sair. As casas Pernambucanas não vão deixar seu lar esfriar. Vou comprar flanelas, lãs e cobertores eu vou comprar... Nas casas Pernambucanas os isolantes vão manter seu lar aquecido e nem vou sentir o calor me abandonar”.

Dos aspectos observados durante a discussão, ficaram evidentes que houve uma boa compreensão sobre o que discutimos na aula 4 a respeito de calor, trocas de calor, temperatura e isolante térmico. Pode-se perceber que os alunos conseguiram interpretar que calor é forma de energia térmica que se transfere entre corpos de diferentes estados térmicos, e se o sistema está frio, é porque houve uma troca de energia diminuindo a temperatura. E os isolantes térmicos evitam essa troca de calor com meio externo, sendo que cobertores e blusas não são fonte de energia térmica em potencial, portanto não aquecem.

Abordamos também a importância de utilizar equipamentos seguros para aferir temperaturas com precisões em nosso dia a dia, e não se confiar em temperaturas aparentes como a sensação térmica, foi realizado uma prática experimental de John Locke e a experiências das três bacias. Os alunos puderam verificar utilizando um dos sentidos humano – o tato. Locke (1995) atribui as qualidades dos objetos de produzirem sensações nos indivíduos. A sensação térmica é consequência do movimento de partículas, embora não haja nada na sensação de calor que se assemelhe a isso.

Os alunos reproduziram o experimento e chegaram à conclusão que a experiência mostra que essa avaliação é subjetiva e imprecisa. Daí a necessidade de termômetros que permitam unificar a escala de medida de temperatura e que a meçam de maneira precisa e objetiva.

**Fotografia 4 - Alunos realizando o experimento de John Locke**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Logo após a realização do experimento, os alunos puderam ter contato com alguns tipos de termômetros e aprenderam a medir temperaturas como do corpo humano, ambiente, água quente, geladeira, freezer, chama do fogão, para isso exploramos a cozinha do colégio. O que ficou evidente é que a maioria nunca tinha utilizado algum tipo de termômetro e apenas dois dos participantes relataram possuir termômetro clínico em suas casas.

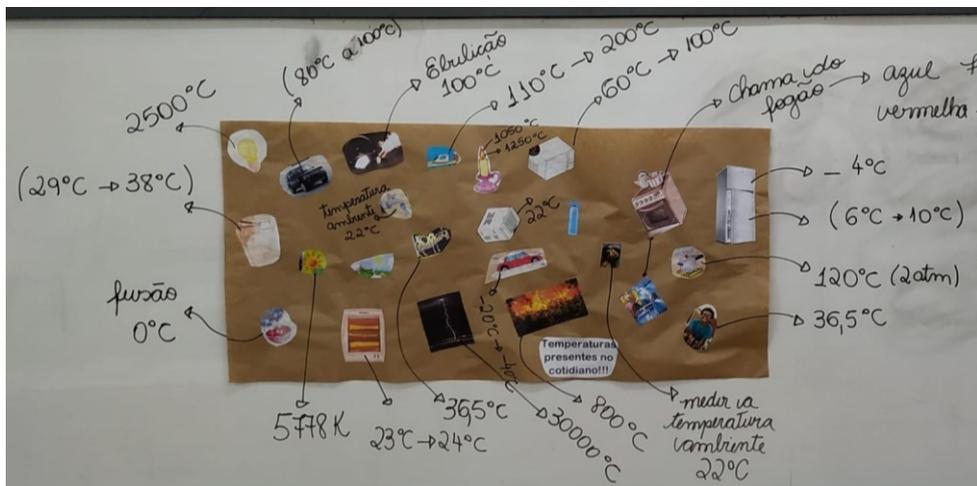
**Fotografia 5 - Termômetros utilizados**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Por fim, foi realizada uma pesquisa em revistas de imagens que expressassem o conceito de temperatura. Os alunos então recortaram e coloriram num papel kraft que ficou anexado na lousa. Na sequência fizeram uma leitura das imagens e destacamos os valores e medidas das temperaturas das quais cada figura representava. Quando surgiam dúvidas, os alunos podiam fazer pesquisas na internet, e juntamente com a pesquisadora foram fazendo anotações no cartaz.

**Fotografia 6 – Cartaz elaborado pelos alunos**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Pode-se perceber que é de extrema importância o uso de um método de ensino, por meio do qual possamos utilizar várias técnicas diferentes para atingir os objetivos educacionais. Feitosa (2011), destaca que, para Freire, a aprendizagem só se dá no coletivo e na relação dialética que o permeia. E quando afirma que “ninguém educa ninguém, ninguém se educa sozinho, os homens se educam em comunhão”, ele está justamente reiterando a importância do coletivo na construção e consolidação do conhecimento” (FEITOSA, 2011, p. 63-64).

E o que realmente foi evidenciado nessa aula foi o coletivismo e a interação social entre os educandos na construção do cartaz. Sabemos que o aluno adulto tem muitas experiências de vida e quando formam grupos, temos conhecimentos heterogêneos e o educador precisa tirar proveito dessas experiências acumuladas, pois ajuda a reforçar a autoestima do grupo e estimular a motivação interna para o aprendizado.

#### **5.6 Aula 6: Temperatura, escalas termométricas: Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de medidas**

Essa aula iniciou-se com a retomada do cartaz realizado na aula anterior, quando os educandos construíram com imagens, para representar situações que vivenciamos no dia a dia, a qual verificamos a temperatura, inclusive os alunos trouxeram de casa mais imagens para o cartaz. Analisamos as diversas temperaturas representadas, e tivemos um relato do participante A4, a qual destacou “que nunca tinha parado para analisar os valores das temperaturas existentes em nosso cotidiano, e acho super importante estudar e pesquisar sobre o assunto, pois como trabalha de cozinheira, passaria a utilizar mais o termômetro culinário em suas receitas”. É muito importante na aprendizagem do aluno adulto, o educador elaborar atividades com materiais visuais. De acordo com Feitosa (2011, p. 128), “é aconselhável que o educador faça uso de imagens de jornais, revistas ou ilustrações feitas pelos educandos, para retratar um fato ou problema. Essa prática provocará o diálogo e servirá de oportunidade para o educando mostrar seu conhecimento sobre o assunto”.

Na atividade seguinte, foi utilizado tirinhas como situações problema para abordar os conceitos de temperatura, termômetro e escalas de temperaturas, foi apresentado no projetor. Feitosa destaca a importância de “trabalhar com slides, gravuras, enfim materiais audiovisuais, pois foi Freire o pioneiro dessa utilização da linguagem multimídia na alfabetização de adultos” (FEITOSA, 2011, p. 103).

Na primeira tirinha todos conseguiram interpretar de maneira pertinente. Destacaram uma confusão feita pelo guarda de trânsito com a placa de informação de estacionar numa vaga com ângulo de 45 graus e a temperatura indicada no termômetro. Todos conseguiram fazer a leitura no termômetro indicado de maneira correta, de acordo com a medida de temperatura Celsius. Porém na segunda tirinha não conseguiram interpretar e tiveram dificuldades em sistematizar a ideia principal. Um dos alunos, que já havia cursado a primeira série do ensino médio, falou da unidade de medida de temperatura que apresentava o termômetro que estava em Fahrenheit, porém não conseguia fazer a conversão na escala Celsius. Na terceira tirinha todos conseguiram interpretar a situação envolvida e afirmaram que houve um erro em relação a medida Celsius e Fahrenheit. Portanto não sabiam quanto indicava a temperatura na escala Celsius.

Na sequência os alunos foram convidados a assistir dois vídeos para apresentação da história da invenção do termômetro, das escalas termométricas e a contribuição dos cientistas Celsius, Fahrenheit e Kelvin na criação. Ao final, foi realizada uma roda de conversa para discussão no grande grupo sobre os vídeos. Já como esperado, poucos alunos tinham conhecimentos sobre as grandezas termométricas, mas os aspectos observados na discussão ficou evidente uma boa compreensão sobre temperatura e suas medidas. Nesse sentido, os vídeos utilizados como recurso didático, é uma ferramenta de comunicação audiovisual que possibilita ao aluno uma dinamização no processo de interação com os conteúdos a serem estudados.

Os alunos apresentaram bastante dificuldade em responder as questões e resolver os cálculos matemáticos necessários, por isso, a atividade de transformar algumas medidas de temperatura usando o cartaz desenvolvido na aula anterior foram realizadas e resolvidas em conjunto professor/aluno. De acordo com as diretrizes curriculares, “ainda que a linguagem matemática seja, por excelência, uma ferramenta para essa disciplina, saber matemática não pode ser considerado um pré-requisito para aprender física. É preciso que os estudantes se apropriem do conhecimento físico, daí a ênfase aos aspectos conceituais sem, no entanto, descartar o formalismo matemático” (PARANÁ, 2008, p. 56).

## 5.7 Aula 7: Transferência de calor por condução, convecção e radiação

Nessa aula foi proposta uma atividade demonstrativa experimental interativa. O principal objetivo era apresentar experimentos para analisar os processos de transmissão de calor e suas aplicações no cotidiano, dos processos de condução, convecção e radiação. Para entendermos o uso adequado de materiais de acordo com sua condutibilidade térmica, melhor aproveitamento de utensílios domésticos e funcionamento de eletrodomésticos presentes em nossas casas.

A maquete estava presente em todas as aulas. Iniciou-se partindo dos saberes dos educandos, com questionamentos de situações problemas acerca do cotidiano. Segundo Feitosa, “a problematização busca-se a superação da visão ingênua por uma visão crítica, capaz de transformar o contexto vivido” (FEITOSA, 2011, p.126).

Iniciou-se com questionamentos de situações do cotidiano e abaixo as respostas dadas pelos alunos:

1) Por que os cabos das panelas são, normalmente, de um material diferente do que são feitas as próprias panelas?

A9: “Porque o alumínio é condutor de calor e para o cabo da panela não reter esse calor é feito de material com materiais não condutores”.

A4: “Pra evitar que esquentem e queimem as mãos”.

A1: “Para não esquentar o cabo”.

2) Por que ao pegarmos na maçaneta de metal ela parece estar mais fria que a porta de madeira?

A3: “A madeira tem capacidade de reter mais o calor e o metal e o metal conduz”.

A1: “Por que o metal é condutor e a madeira é isolante”.

A4: “Por causa do material o metal é gelado”.

3) O processo de aquecimento de uma colher é o mesmo que o de um pouco de água?

A1: “Não, a água esquentava de toda uniforme e a colher esquentava gradativamente”.

A9: “Se a colher estiver dentro da água, sim, mas separado primeiro alumínio depois a água”.

A2: “Não, a colher aquece aos poucos e a água como um todo”.

4) Por que será que o congelador fica na parte de cima das geladeiras tradicionais? E os manuais recomendam não forrar nem colocar muitos produtos na geladeira?

A1: “Por que o ar frio desce e retira o calor dos alimentos. Se abarrotar muito de coisa não consegue resfriar”.

A4: “Por que o ar frio desce e gira por dentro da geladeira, quando tem muitos alimentos não gela direito”.

5) Por que será que o ar condicionado é instalado na parte superior da parede, enquanto aquecedores são utilizados no chão?

A3: Justamente pelo fato do chão reter mais calor e o ar quente desce e o ar frio sobe, imerso no ambiente”.

A1: “Porque o ar frio desce e o ar quente sobe”.

A4: Por que o ar frio é mais pesado e desce e o ar quente mais leve fica em cima”.

6) Como nosso planeta é aquecido pelo sol?

A1: “Radiação do sol”.

A9: “Através da sensação térmica, os raios ultravioletas aquecidos pelo calor do sol”.

7) Por que não precisamos colocar a mão no fogo para perceber o aquecimento?

A5: “Porque o fogo emite o calor a distância mesmo”.

A1: “Porque podemos sentir o calor”.

A4: “Pela radiação”.

8) Por que quando usamos roupas pretas e ficamos expostas ao sol, esquenta mais do que as roupas claras?

A4: “Porque o preto retém o calor”.

A5: “O preto retém mais calor suga mais rápido e segura esse calor supostamente um condutor já e o branco ele não exerce o mesmo apenas mantém a temperatura ambiente”.

A1: “A cor preta retém mais calor e o branco libera mais o calor”.

De maneira geral, podemos observar que os alunos possuem noções sobre os conceitos, mas não conseguiram associá-los corretamente e alguns alunos deixaram questões em branco. Após essa etapa de discussão e anotações, o professor pesquisador, organizou os alunos em três grupos para montar e realizar os experimentos de demonstração dos processos de propagação de calor.

As atividades experimentais foram realizadas no laboratório de ciências do colégio. Os experimentos foram realizados por grupos de alunos com auxílio do professor. O primeiro experimento montado foi um equipamento que já tínhamos no laboratório, que serve para verificar a condutibilidade do calor em materiais condutores e isolantes. Com a ajuda do primeiro grupo composto de 3 alunos, eles anexaram tachinhas com pingos de parafina em dois fios, alumínio e cobre. Em seguida colocaram uma vela em uma das extremidades do fio e observaram o tempo de queda das tachinhas e o aquecimento do fio. Repetiram todo o procedimento com um palito de plástico e outro de madeira.

**Fotografia 7 - Experimento de condução térmica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Conforme o grupo realizava o experimento os demais alunos já faziam comentários de possíveis resultados, e no grande grupo chegaram a seguinte conclusão: “Nos fios de metal as tachinhas caem uma a uma, gradativamente, e as mais próximas da fonte caem mais rápido e o aquecimento tem diferença nos dois metais, o processo de aquecimento foi mais rápido no fio de cobre. Já nos isolantes as tachinhas não caíram pois o calor não percorreu o material, a madeira pegou fogo e o plástico começou a derreter”. O que observamos na discussão realizada, é que os alunos já tinham ideia dos resultados da experiência realizada, porém não

conseguiram argumentar qual o conceito físico envolvido, e nenhum momento relacionaram o processo de transferência de calor por condução.

O segundo grupo também contendo 3 alunos ficaram responsáveis no experimento sobre a convecção térmica nos líquidos nos fluidos. O primeiro experimento foi o abajur de convecção, foi usado a base de um abajur e a cúpula foi construída com garrafa pet, e os alunos seguiram o roteiro de montagem indicado pela professora pesquisadora. Não tiveram dificuldade em montar e contaram com o auxílio da professora. Depois de alguns ajustes, pois o cilindro não ficava em equilíbrio, a cúpula feita de garrafa pet, começa a se movimentar ao ser aquecido por uma lâmpada incandescente. A conclusão do grupo foi a seguinte: “o movimento ocorreu devido ao aquecimento do ar feito pela lâmpada no interior do abajur, e o ar frio de fora”.

**Fotografia 8 - Experimento abajur de convecção**



**Fonte: A autoria própria (2021)**

Esse mesmo grupo realizou um outro experimento para demonstrar a propagação de calor por convecção, portanto agora utilizariam um líquido, a água quente e fria. Utilizaram 250 ml de água quente e a mesma quantidade de fria, usaram o termômetro para verificar as temperaturas, na água quente colocaram corante vermelho e na fria, corante azul. Usando um aquário encheram com água a temperatura ambiente. Em cada recipiente plástico fizeram um furo na parte inferior,

e vedaram com fita. Em cada extremidade do aquário colocaram os recipientes com água fria e quente, presos com grampos e abriram o furo vedado.

O que os alunos relataram sobre os resultados analisados, que foi semelhante ao experimento anterior, “a água fria iria descer e a porção de água quente ficaria na parte superior do aquário”. Mas não conseguiram explicar o porquê do fenômeno da convecção térmica.

**Fotografia 9 – Experimento de correntes de convecção**



Fonte: Autoria própria (2021)

O terceiro grupo ficou responsável em reproduzir o experimento de radiação térmica. Deveriam produzir mais um telhado para a maquete, porém deveriam pintar todo ele com tinta preta. Usando uma extensão com uma lâmpada incandescente, simularam como se fosse o sol aquecendo o telhado, e deixaram exposto durante 15 minutos para cada telhado, primeiramente fizeram com o telhado branco e depois com o telhado preto e utilizando um termômetro e mediram a temperatura em cada telhado e também no interior da maquete tinha um termômetro de máxima e mínima para verificar a temperatura ambiente.

**Fotografia 10 - Experimento de radiação térmica**



Fonte: Autoria própria (2021)

O grupo destacou que ocorreu uma diferença de 3°C na temperatura. Com o telhado branco indicou uma temperatura de 30°C e com o telhado preto a temperatura foi de 33°C. Constatando que foi devido a cor escura e clara, e que no interior da maquete não ocorreu a mudança de temperatura ambiente que era de 28°C, pois como o telhado era de isopor isolava o aquecimento.

Quando questionado o grupo, sobre qual telhado poderíamos deixar em nossa maquete da casa para um conforto térmico agradável, um dos alunos deu uma sugestão em revestir o telhado da maquete na parte externa com caixinhas de leite, pois são constituídas de alumínio, plástico e palapelão, sendo o alumínio um elemento de alta refletância, poderia refletir a radiação infravermelha, não sendo assim absorvida para o interior das residências. Podendo haver uma redução de aproximadamente 9°C na temperatura do ambiente. O aluno A9 que fez o relato, trabalha de pedreiro, e tinha assistindo num noticiário na TV sobre o assunto.

Depois de realizada as práticas, foi retomado o diálogo inicial da problematização propostas, e os alunos relataram que os experimentos mostraram na prática as respostas das questões, e quando o professor pesquisador pediu pra analisar em nossa casa os processos de transferência de calor, destacaram por condução – panelas (alumínio, ferro, cobre), diversos talheres (plástico, madeira, inox), ferro de passar, convecção – geladeira, ar condicionado, água na chaleira esquentando, radiação – fogo, lareira, churrasqueira, forno.

Com auxílio da professora os conceitos científicos foram estabelecidos na lousa, explicado como ocorre cada transferência de calor de acordo com a propriedade da matéria, condutibilidade térmica e densidade. Constatamos que a aplicação de experimentos dá oportunidade ao aluno de tentar explicar algo, confrontando ideias com os colegas e avançando na construção dos conceitos.

## **5.8 Aula 8: Efeitos das trocas de calor**

As trocas de calor acontecem o tempo todo no nosso cotidiano. E quando um corpo absorve ou perde energia térmica, várias mudanças podem ocorrer em suas propriedades físicas. Nessa aula as atividades experimentais serviram para os alunos compreenderem e perceberem as consequências provocadas por essa energia. A práticas foram apresentadas pela pesquisadora com ajuda dos grupos dos alunos na construção e realização das experiências.

Primeiramente, os alunos foram organizados em 2 grupos de 4 alunos, na sequência foi apresentado a eles o 1º experimento avaliando o calor específico, e na lousa foi projetada situações problema descrita abaixo:

- 1) Nos balões temos substâncias diferentes com massas iguais, mas será que a substância aquecida influi na variação de temperatura?
- 2) Qual dos balões estourará primeiro? Justifique sua resposta.
- 3) Será que teremos algum balão que não irá estourar? Justifique sua resposta.
- 4) Você, certamente, já ouviu a expressão: “largaram a batata quente na minha mão”. Mas será verdade que ela sempre está mais quente, uma vez que todos os componentes de um prato foram cozidos juntos e saíram ao mesmo tempo da mesma panela? Sabemos que, ao entrarem em contato, objetos com temperaturas diferentes tendem a trocar calor até ficarem com a mesma temperatura. Estranho que a batata pareça mais quente, não?
- 5) Muitas cozinheiras preferem cozinhar em panelas de ferro. Apesar de serem menos práticas – enferrujam, são pesadas, ficam pretas. Outras preferem as de alumínio, cobre, inox dentre outras. Qual a razão dessa preferência?
- 6) Sabe-se que a areia da praia, num dia de verão, fica mais quente do que a água do mar. Mas, se ambas estão recebendo calor de uma mesma fonte térmica que é o Sol, por que isso acontece?

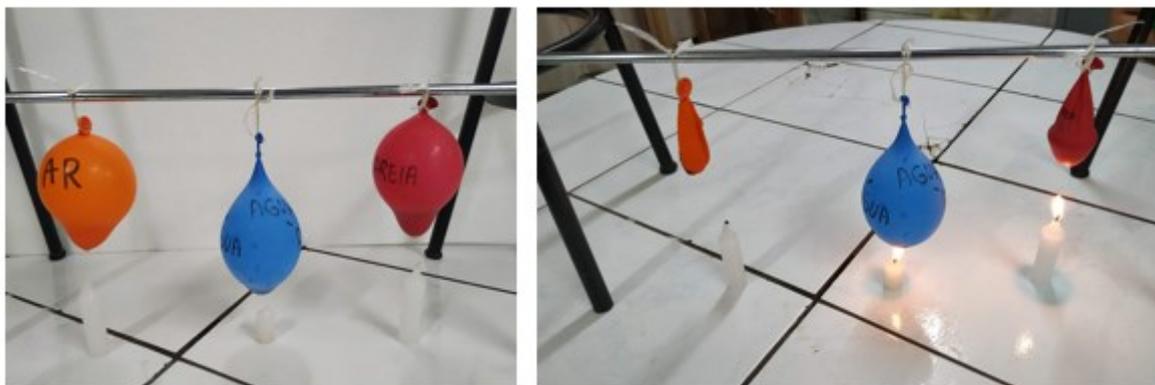
Após o tempo necessário para cada grupo elaborar suas respostas foi feita uma discussão na qual cada grupo expôs oralmente suas conclusões e em seguida é realizado o experimento pela professora pesquisadora. Neste diálogo podemos concluir que todos os grupos acharam que todos os balões estourariam devido ao fato da borracha do balão ser muito fina e a chama da vela estar em contato direto. Foram unânimes em dizer que o aquecimento seria igual em cada substância. Em relação as questões iniciais os dois grupos foram unânimes nas respostas:

“Os tamanhos das batatas influenciariam no aquecimento”.

“Uma vez quente a panela de ferro demora mais para esfriar que as panelas de alumínio”.

“Por causa de água do mar é salgada e tem maior quantidade”.

**Fotografia 11 - O balão que não queima**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Logo após, todo o debate foi realizado o experimento juntamente professora/aluno e o que constatamos que primeiramente o balão com ar estoura, segundos depois o com areia e o com água não estourou. Um dos alunos A1 relata que “é por causa que a água não deixa atingir a borracha”. Relatando também um vídeo que assistiu, sobre o mistério para apagar o braseiro para reaproveitar o carvão, que seria o mesmo fato, então. O que evidenciamos que a maioria dos alunos tem ideia de que a água é responsável em retirar a energia térmica para não estourar o balão. Porém não conseguem explicar de fato por que o balão com ar e areia, estoura primeiro, de maneira científica, atribuindo ao fato que a água por ter grande calor específico, absorve o calor da chama por condução, impedindo que a temperatura do balão se eleve rapidamente.

No experimento 2, foi uma prática sobre dilatação térmica, os dois grupos receberam o equipamento, o anel de Gravesande, discutiram no grupo a problematização inicial e depois no grande grupo, na sequência realizaram o experimento.

Problematização inicial:

- 1) É possível a esfera ao ser aquecida passar pelo anel com folga?
- 2) O que acontece com a esfera ao ser aquecida?
- 3) Você já deve ter percebido que portões de ferros ficam emperrados com facilidade no verão.
- 4) Que copos de vidro comum se quebram quando se coloca nele líquido muito quente.

- 5) Por que temos que devemos utilizar o vidro pirex para o aquecimento de alimento?
- 6) Por que algumas pessoas aquecem a tampa metálica de vidro de conservas, quando ele apresenta dificuldade para abrir?
- 7) Na construção de casas, por que são necessárias as juntas de dilatação?

**Fotografia 12 - Experimento do anel de Gravesande**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

As respostas dadas pelos dois grupos foram as seguintes:

Grupo 1: “A esfera ao ser esquentada não passa no anel porque tem massa aumentada”.

Grupo 2: “A esfera aumenta sua temperatura e aumenta de tamanho não passando mais pelo anel”.

Em relação as demais questões da problematização, relataram que muitas vezes perceberam as situações semelhantes que ocorreram em suas casas, porém nunca assimilaram a algo relacionado a física e que nunca pararam para analisar o que de fato ocorria.

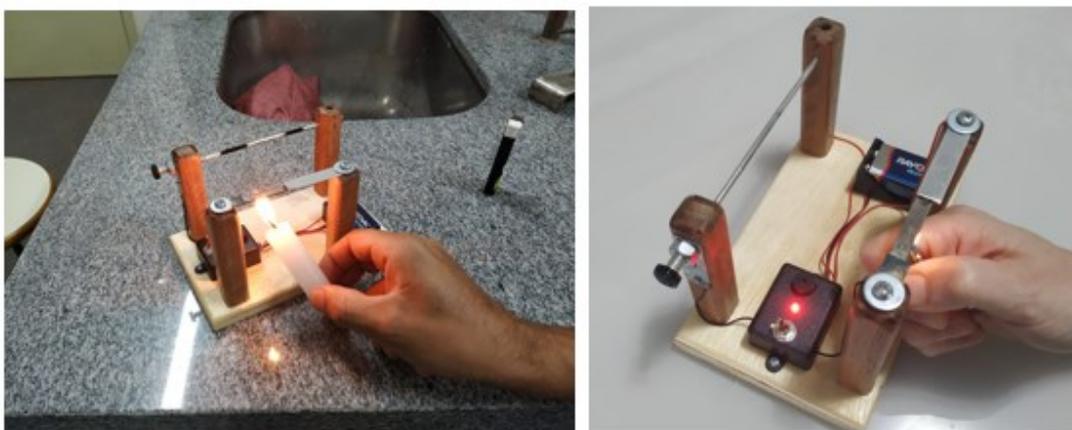
No experimento 3 foi demonstrado o funcionamento da lâmina bimetálica e no experimento 4, o pirômetro quadrante, a dilatação linear. Dos instrumentos utilizados, a lâmina bimetálica era do laboratório e a pirômetro quadrante, foi construído por um aluno metalúrgico da EJA de uma outra turma de física, em outro ano. Lindeman (1926), salienta que a experiência é a mais rica fonte de aprendizagem para o adulto aprender, assim, o centro da metodologia da educação do adulto é a análise das experiências externas e do próprio cotidiano. As experiências vividas no trabalho, no âmbito familiar, comunidade, entre outras são importantes para o começo da aprendizagem (LINDEMAN, 1926, p.8).

A prática foi desenvolvida pela professora, com ajuda de um dos alunos. Primeiramente os grupos discutiram a problematização inicial, depois expuseram suas conclusões no grande grupo.

Problematização inicial:

- 1) Por que os fios da rede elétrica não ficam esticados?
- 2) Qual a necessidade das juntas de dilatação nos trilhos dos trens e em pontes?
- 3) Como é controlada a temperatura nos aparelhos eletrodomésticos como geladeiras, freezers, ferro elétrico, aparelhos de ar condicionado, fornos de fogões elétricos?
- 4) Qual o sistema de funcionamento de um alarme de incêndios?

**Fotografia 13 - Lâmina bimetálica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

**Fotografia 14 - Pirômetro quadrante**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Percebemos, nas respostas dos alunos, que foram mudando de concepção, conforme observavam outros experimentos de dilatação, e que a ideia inicial de “aumento da massa do material”, foi sendo substituída por expansão, que os corpos ao ser aquecidos têm suas dimensões aumentadas, devido a agitação interna das partículas que constituem o corpo. E esse aumento da velocidade das partículas, faz com que se desloquem ainda mais em torno de sua posição de equilíbrio, levando-as a se afastarem mais umas das outras e aumentando o espaço entre elas. Todos conseguiam reconhecer no cotidiano o fenômeno analisado. O participante A8 citou uma observação na “construção de casas e na aplicação de cerâmica”, o “cuidado que precisam se ter com as juntas de dilatação”. Outra participante A3 comentou dos estalos nas telhas do telhado de sua casa no período da noite e associou a dilatação da telha.

Para explorar a dilatação térmica nos líquidos e gases, foram apresentados 4 experimentos: o termoscópio de Galileu, ebulidor de Franklin, dilatação de três substâncias diferentes e comportamento térmicos dos gases. Para essas experiências somente o ebulidor de Franklin é um instrumento lúdico que já possuía no laboratório os demais foram construídos no coletivo alunos e professora, com materiais de baixo custo. Os alunos seguiram a mesma técnica dos outros experimentos, discussão no grupo e após era realizado o experimento e conclusão final no grande grupo. A professora pesquisadora acompanhava a discussão em cada grupo inicialmente.

#### Problematização inicial:

- 1) Os líquidos, assim como os sólidos, sofrem dilatação quando aquecidos e contração quando resfriados?
- 2) Quem já esqueceu uma garrafa de refrigerante no congelador e ela estourou? Por que será que isso ocorre?
- 3) Ao encher completamente uma panela com água, observa-se que a água transborda depois de certo tempo sendo aquecida?
- 4) Por que o balão se expande do seu tamanho inicial, se não a nada visivelmente na garrafa?
- 5) O que é necessário para encher o balão sem assoprar?
- 6) E quando colocamos o balão numa fonte fria?
- 7) Uma bola esquecida ao sol, por que fica mais cheia durante o dia do que a noite?

**Fotografia 15 - Termoscópio de Galileu**

Fonte: Autoria própria (2021)

**Fotografia 16 - Ebulidor de Franklin**

Fonte: Autoria própria (2021)

**Fotografia 17 - Dilatação de líquidos**

Fonte: Autoria própria (2021)

**Fotografia 18 - Dilatação dos gases**

Fonte: Autoria própria (2021)

Logo após as demonstrações práticas, foi realizada uma discussão para exposição dos resultados da problematização. Ficou evidente que houve uma boa compreensão do significado de dilatação térmica, porém tiveram um pouco de dificuldade em organizar suas ideias a respeito do comportamento irregular da água, e não conseguiram responder nada, quando perguntado por que uma garrafa de vidro quebra quando esquecida no congelador. Destacamos aqui algumas falas dos alunos: “então os balões de fogo se dilatam para subir na atmosfera”. “Entendi agora, por que

no inverno quando o frio é muito forte, os encanamentos das casas estouram, a água congela daí”.

Outras experiências foram apresentadas com intuito de observar e perceber a presença da variação da pressão atmosférica de um fluido com o aumento da temperatura ou apenas com a diminuição de volume. Para observar a influência da pressão, foram propostos dois experimentos: enchendo o balão sem assoprar e o ovo engarrafado. Experimentos estes que foram utilizados materiais de baixo custo, montado e realizado pela professora e alunos.

#### Problematização inicial:

- 1) Como seria possível encher um balão para dentro da garrafa sem assoprar e deixar o bico aberto?
- 2) Seria possível colocar um ovo dentro de uma garrafa, sem empurrá-lo?
- 3) Já percebemos que quando uma garrafa de água completamente cheia de água, fechada e aquecida, ela pode aumentar tanto sua pressão interna a ponto de lançar a tampa para longe.

Numa panela de pressão, os alimentos como feijão, carnes cozinham mais rapidamente do que em panelas comuns?

**Fotografia 19 - Balão cheio com o bico aberto**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

**Fotografia 20 - O ovo engarrafado**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Em relação à discussão inicial, de como encher o balão e ficar aberto dentro da garrafa, nenhum dos grupos tinha ideia de como seria possível, já a respeito de como colocar o ovo dentro da garrafa chegaram à conclusão “que o fogo aqueceria a garrafa e que a força do ar puxaria o ovo para dentro”. Nas demais questões afirmaram que uma “força que seria responsável pelo fenômeno”, porém nenhum dos alunos conseguiu definir o significado físico de pressão e a variação de pressão conforme a temperatura. Após uma discussão acerca dos fenômenos e o resultado do experimento, alguns relatos e exemplos foram citados como: participante A1: “já fizemos um experimento semelhante a esses, numa aula de ciências, a vela que suga a água no copo”. “A pressão é muito utilizada em nossos afazeres doméstico, para desentupir ralos e vasos sanitários”.

Ao concluir as análises, foi possível notar a noção que os mesmos tinham a respeito do conceito, apesar de um conceito considerado complexo de modo teórico. Freire afirma que “os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo.” (FREIRE, 2020, p.28).

As próximas atividades experimentais tinham o intuito de levar os alunos a perceberem o calor e a transformação da matéria. Iniciou-se com a discussão nos

grupos das questões da problematização e após o momento discussão apresentaram suas justificativas.

Problematização inicial:

- 1) O que acontece com uma substância durante uma mudança de estado físico? Como isso acontece? A que temperatura se dá essa mudança? Será apenas uma questão de temperatura?
- 2) Quem já esqueceu a chaleira no fogão fervendo água e quando percebeu, cadê a água?
- 3) Podemos transformar água mole em pedra dura?
- 4) Por que as paredes, o espelho do banheiro ficam embaçados quando tomamos banho na água quente?
- 5) Por que a naftalina some do guarda roupa depois de um certo tempo?
- 6) Como ocorre a retirada da água nas roupas quando colocamos no varal?
- 8) Por que os alimentos cozinham em menos tempo no interior de uma panela de pressão do que numa panela comum?
- 9) É possível ferver a água sem aquecê-la?
- 10) Vocês já devem ter visto alguém numa festa jogar sal em gelo picado para resfriar mais rápido a bebida, como esse procedimento é possível?

Os relatos apresentados foram os seguintes:

A3: “As substâncias podem ficar líquida, sólida e gasosa, acontece porque estava quente ou frio e a temperatura depende da situação”.

A1: “Quando a água esquenta ou esfria, muda de estado, não é igual em todas”.

A5: “A água some da chaleira por que evapora”.

A1: “Já perdi várias chaleiras, porque além de evaporar toda água quase derrete o alumínio”.

A1: “A naftalina some né, engraçado, nem vira líquido”.

A2: “No varal a água que fica na roupa evapora por causa do sol”.

A1: “O alimento cozinha mais rápido na panela de pressão, pois aumenta a pressão devido ao calor”.

A3: “Realmente, com a mistura do sal no gelo, fica bem mais frio, a temperatura diminui muito”.

A professora realizou os seguintes experimentos com auxílio dos alunos: aquecendo água e óleo vegetal, alterando ponto de fusão do gelo, ebulição abaixo de  $100^{\circ}\text{C}$  e o pássaro bebedor. Um dos grupos de alunos ficou encarregados pelo primeiro experimento, onde deveriam observar o aquecimento de 150 ml de água e 150 ml de óleo de soja, utilizaram para o aquecimento uma manta térmica e termômetro de espeto culinário.

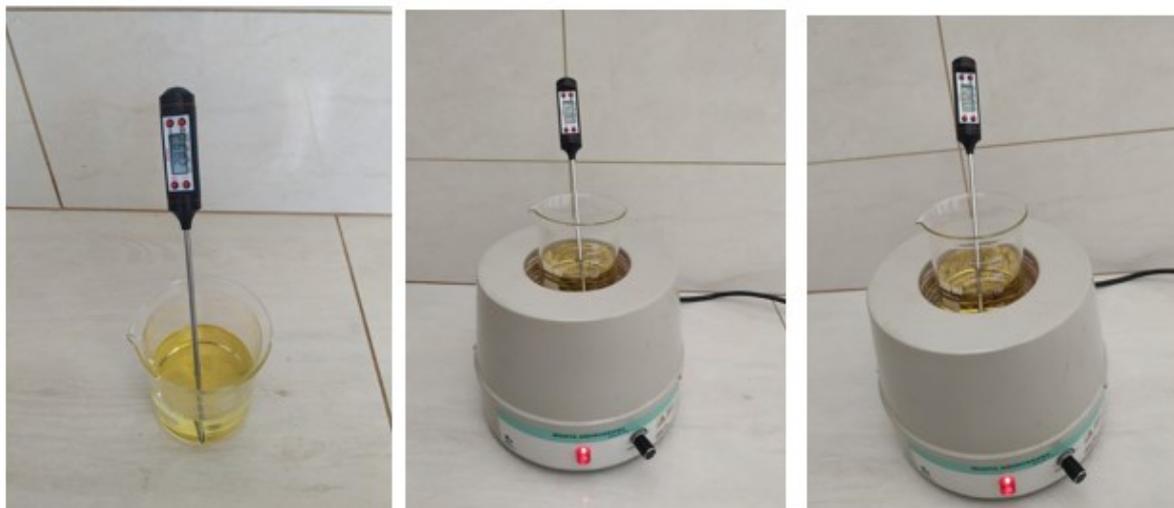
**Fotografia 21 - Ponto de ebulição da água**



**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Iniciou-se o experimento e os alunos mediram a temperatura da água que estava  $27,9^{\circ}\text{C}$ , temperatura ambiente, em seguida ficaram observando o aquecimento e a variação de temperatura durante 20 minutos, e perceberam que começou a ferver aos 14 minutos atingindo a temperatura de ebulição  $100^{\circ}\text{C}$  e aos 15 minutos atingia  $100,9^{\circ}\text{C}$  e se estabilizou até os 20 minutos de observação. Chegaram à conclusão que após atingir o ponto de ebulição a temperatura permaneceu constante e massa de água de 150 ml começou a diminuir porque começa a vaporização.

Na sequência, repetiram todo o procedimento com uma substância muito utilizada na cozinha de nossas casas, o óleo de soja. No mesmo intervalo de tempo do observado para a água.

**Fotografia 22 - Ponto de ebulição do óleo vegetal**

Fonte: Autoria própria (2021)

Chegaram à conclusão, que aos 9 minutos a temperatura do óleo chegou a  $130,4^{\circ}\text{C}$  e aos 20 minutos atingia  $173^{\circ}\text{C}$ . Onde observaram que o óleo não forma as bolhas ao chegar no ponto de ebulição, e após essa temperatura começa a queimar.

Outro grupo ficou encarregado de observar e registrar a transição da fusão do gelo picado.

**Fotografia 23 - Ponto de fusão da água**

Fonte: Autoria própria (2021)

Primeiramente, mediram a temperatura inicial do gelo picado, registrando a temperatura de  $-2,9^{\circ}\text{C}$ , fizeram anotações da temperatura a cada 3 minutos durante um tempo de 20 minutos. O grupo que estava realizando os experimentos relatou que o gelo começou a derreter aos 9 minutos, e a partir daí temperatura permaneceu constante em  $0,5^{\circ}\text{C}$ . O que constataram foi, que a temperatura do gelo variou, até

começar a derreter e depois mesmo sendo aquecido a temperatura se estabilizou, na mistura de gelo e água.

Aproveitamos para fazer, na prática, uma das situações problema que causou muita curiosidade nos alunos em saber, se realmente jogando sal no gelo, se realmente resfria as bebidas mais rapidamente. E ao realizar o experimento pode constatar que a temperatura de fusão realmente diminuiu.

**Fotografia 24 - Ponto de fusão da mistura de água e sal**

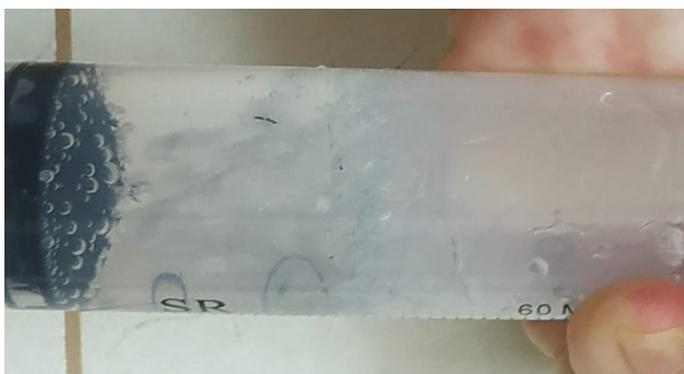


**Fonte: Autoria própria (2021)**

Para entendermos que a mudança de fase da matéria tem influência também da pressão, foi realizado o experimento fervendo água abaixo de 100°C.

Em sua demonstração, o outro grupo demonstrou que utilizaram uma seringa de 60 ml, colocando nela 20 ml de água a uma temperatura de 50°C. Tamparam a ponta da seringa e aumentaram o volume no interior da seringa. Puderam perceber que houve formação de bolhas no líquido e a ebulição da água numa temperatura menor que 100°C pois a pressão dentro da seringa no momento em que puxamos o êmbolo diminuiu, porque aumenta o espaço de ocupação da água.

**Fotografia 25 - Água fervendo abaixo de 100°C**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Nesse momento, os alunos conseguiram entender melhor o conceito de pressão e sua variação com o volume e temperatura. Como ocorre o aumento da pressão interna da panela de pressão, uma bola que enche quando fica exposta um certo tempo ao sol e até mesmo quando fechamos a porta da geladeira e não conseguimos mais abrir logo em seguida. O experimento do pássaro bebedor foi demonstrado pela professora com um dispositivo lúdico adquirido no laboratório. Para iniciar seu movimento, é preciso molhar o feltro de sua cabeça com água. Assim ele começa devagar a inclinar-se para frente até que muito depressa seu movimento atinja grande amplitude e chegue até a posição horizontal. Então, parece que ele bebe água. E os alunos foram questionados, o que faz o pássaro se mover? Foram orientados a escrever no caderno suas considerações a respeito da questão lançada.

**Fotografia 26 - Pássaro bebedor**



**Fonte: Autoria Própria (2021)**

E a última atividade experimental desenvolvida dessa aula foi uma máquina térmica, também um equipamento do laboratório onde a professora questionou qual a diferença dos movimentos realizados nas duas demonstrações.

**Fotografia 27 - Máquina térmica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Em respostas dadas pelos educandos, não conseguiram relacionar o princípio de funcionamento do pássaro com algum tipo de mudança de fase da matéria, até questionaram sobre o tipo de líquido utilizado no corpo de pássaro, porém nenhum deles conseguiu explicar como o movimento é realizado devido a evaporação e redução de pressão interna. Já ao contrário do protótipo de Heron, uma máquina térmica, associaram ao movimento da válvula da panela de pressão, onde a água é aquecida em alta pressão e o vapor passa pela válvula gerando o movimento.

Ao concluir as análises das atividades experimentais, percebemos as discussões dos resultados dos experimentos dão oportunidade aos alunos de tentar explicar algo, confrontando ideias com os colegas, fazendo comparações com situações do cotidiano e avançando na construção dos conceitos. Contudo, desperta o interesse e curiosidade pela ciência, por mais simples que sejam os experimentos, o que antes parecia abstrato, sem sentido, começa a apresentar-se de forma mais significativa e o conhecimento físico fica mais fácil de ser compreendido. Permitindo assim, o aluno relacionar teoria e prática, conseguindo reorganizar seus conhecimentos ingênuos e construir seu próprio conhecimento científico. Para Freire, “para compreender a teoria é preciso experienciá-la”. (FREIRE, 1996, p.40).

### **5.9 Aula 9: A Física na cozinha**

Essa atividade consistiu em compreender como a panela de pressão cozinha os alimentos mais rápido do que as panelas comuns. O intuito da atividade é que o aluno reconhecesse os conceitos físicos já vistos nas aulas e relacionassem aos processos. A aula iniciou-se com o manuseio da panela de pressão e problematização inicial:

- 1) O que é uma panela de pressão? Como funciona?
- 2) Quais conceitos físicos estão relacionados ao funcionamento da panela de pressão?
- 3) Quais cuidados temos que ter com o manuseio da panela de pressão? Por que?

Entre as respostas analisadas, tivemos:

A1: “Dentro da panela é colocado o alimento e água, e ao aquecer ocorre um aumento da pressão e da temperatura dentro dela, o vapor faz a válvula girar”.

A5: “Ocorre a mudança de líquido para vapor e com aumento a pressão, cozinha mais rápido”.

A8: “Acho que a temperatura que chega dentro da panela é em torno de  $130^{\circ}\text{C}$ , porque aumenta a pressão”.

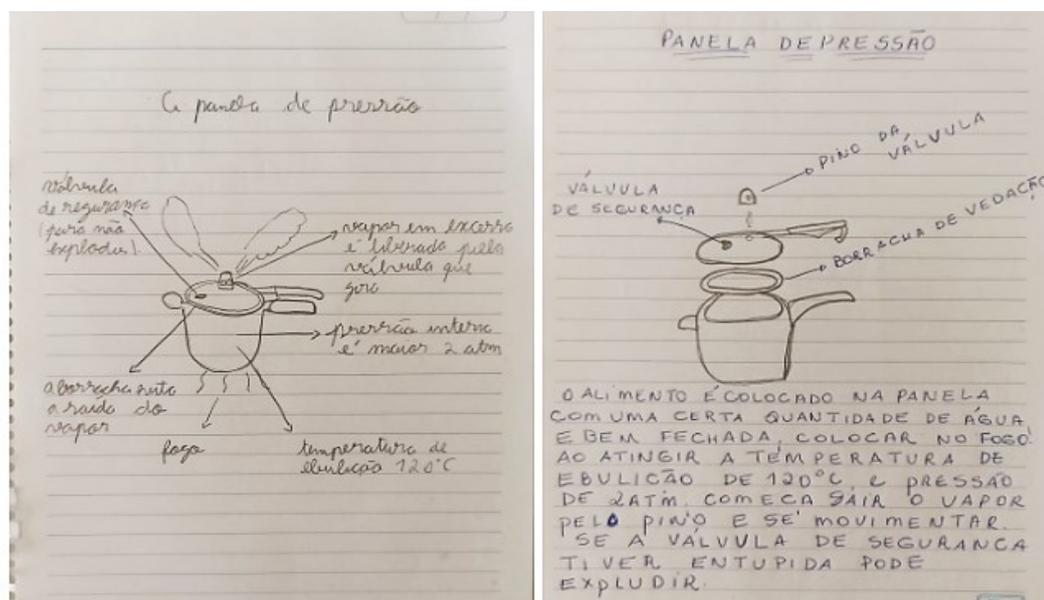
A2: “A panela de pressão é uma máquina térmica, semelhante a do experimento”.

A1: “Nossa nunca limpei a válvula da panela, e é muito importante os cuidados para não explodir”.

A3: “Certa vez estava cozinhando beterrabas, de repente a panela de pressão começou a fazer um barulho estranho, sai correndo para fora de casa, quando ouvi um forte estrondo na cozinha. Quando voltei pra dentro de casa fiquei abismada com o ocorrido, meu fogão estava destruído e o teto tinha um buraco. Meu Deus, nunca imaginei que uma panela poderia fazer tanto estrago, parecia uma bomba”.

Finalizando as discussões e argumentos, que de maneira geral conseguiram responder de forma satisfatória, os alunos assistiram um vídeo “Como surgiram os enormes motores a vapor”? disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>, e após cada aluno registram em seus cadernos um texto sobre o equipamento e seu funcionamento. Logo abaixo, estão disponibilizadas duas imagens (Fotografia 28) selecionadas como amostra dos textos feitos pelos alunos.

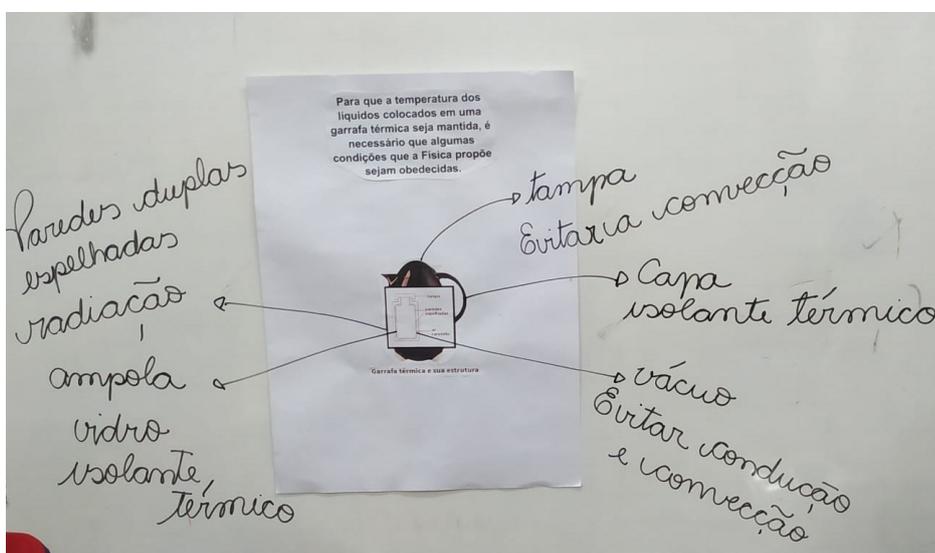
**Fotografia 28 - Textos ilustrativos sobre a panela de pressão feito pelos alunos**



Fonte: Autoria própria (2021)

A próxima atividade tinha como objetivo analisar e entender o funcionamento da garrafa térmica. Os alunos manusearam e desmontaram uma para conhecer suas partes e entender como esse recipiente armazena e conserva a temperatura das bebidas, sejam elas frias ou quentes, por algum tempo. A professora colou no quadro uma cartolina com uma imagem das partes de uma garrafa térmica, depois de uma discussão no grande grupo, foi destacada a função de cada parte para impedir a troca de calor com meio externo e identificando as propagações do calor por condução, convecção e radiação. Na fotografia 29, temos a amostra do cartaz feito pelos alunos.

**Fotografia 29 - Cartaz da garrafa térmica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Nessa atividade, os alunos tiveram dificuldade em identificar como cada parte não permite a passagem de calor, depois que a professora foi orientando com as setas e interpretando conseguiram entender e reconhecer a função de cada parte para evitar os três modos de transferência de calor. Para aguçar ainda mais a curiosidade dos discentes, que destacaram que que é um funcionamento simples e inteligente.

A atividade 34, consistia em desvendar o segredo de estourar a pipoca, e entender como a física está envolvida em todo o processo. Os alunos foram convidados a conhecer a cozinha do colégio, onde foi realizada a demonstração pela professora em estourar pipoca, na panela convencional no fogão, na pipoqueira elétrica e no micro-ondas. Primeiramente os alunos deveriam fazer as observações e anotações em seus cadernos partindo da problematização.

Problematização:

- 1) Como os grãos são aquecidos por cada equipamento?
- 2) O que tem no interior dos grãos do milho?
- 3) O que causa o rompimento da casca dos grãos?

Ao término retornaram para sala de aula onde foi realizado a discussão no grande grupo. Partindo das observações e debate, os alunos responderam que:

A7: “O aquecimento na panela se dá por causa do contato com a chama, na pipoqueira esquentada pela energia elétrica e no micro-ondas pelo calor da energia”.

A1: “Parece que a pipoca se transforma depois que explode e sai a casca branca”.

A3: “Nossa nunca tinha pensando em como a pipoca se transforma do grão para essa parte branca”.

A8: “Devido ao aquecimento aumenta a força, para romper a casca”.

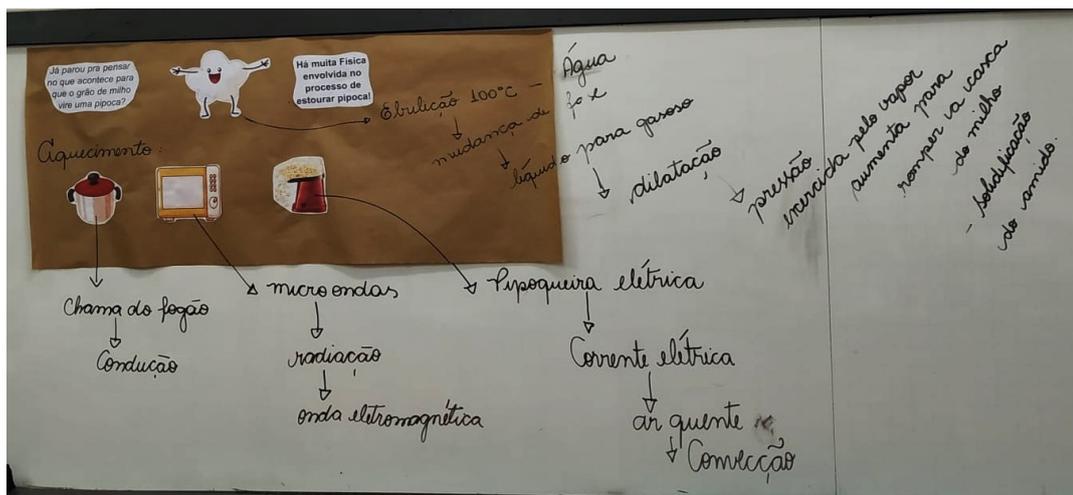
Em relação às conclusões de como ocorrem o aquecimento do grão, as respostas foram pertinentes aos conceitos estudados. Portanto, não conseguiram associar todos os conceitos físicos envolvidos na produção da pipoca, quando questionados pela professora. Observou-se muita curiosidade por parte de todos os alunos, pois como um dos participantes relatou que nunca tinha parado para pensar, como o grão duro pode se transformar em uma substância gelatinosa.

A professora fez, então, a explanação utilizando as informações da discussão e explicou que nas três situações ocorre uma transferência de calor devido ao tipo de material, na panela a transferência de calor é por condução, na pipoqueira por radiação devido ao aquecimento pela resistência elétrica e por radiação eletromagnética no caso micro-ondas. Os grãos contêm uma certa quantidade de água e amido. Ao receber calor, a temperatura da água em seu interior aumenta até atingir seu ponto de ebulição de 100°C e assim transforma-se em vapor. No interior do grão além da água, tem o amido no estado sólido, que ao se aquecido tende a se dilatar. A pressão exercida pelo vapor de água e pelo amido aumenta, causando a ruptura da casca do grão e quando isso ocorre o amido se solidifica-se, parte branca da pipoca. Um dos participantes questionou por que não são todos os milhos que viram pipoca. A professora orientou os alunos a realizarem uma pesquisa para aprofundarem mais nesse assunto, e relataram que a espécie do milho para pipoca é

o *Zea mays everta*, esse milho se diferencia dos outros por possuir certa quantidade de água maior em seu interior e sua casca é mais dura e resistente.

Os alunos foram orientados a construir um cartaz que foi pré elaborado pela professora, onde deveriam destacar os fenômenos físicos envolvidos. Na fotografia 30, temos a amostra do cartaz construído pelos discentes.

**Fotografia 30 - Cartaz na lousa dos conceitos físicos no estourar pipoca**



Fonte: Autoria própria (2021)

Finalizando a aula os alunos puderam saborear a deliciosa pipoca depois de desvendar esse mistério.

### 5.10 Aula 10: Construção do coletor solar de água

A realização dessa atividade foi baseada no projeto Alano (2008). Os alunos tiveram que arrecadar todo o material reciclado necessário com antecedência. Para isso, mesmo antes da implementação do produto começaram a coleta, contaram com ajuda dos demais alunos do colégio, onde realizaram a campanha de arrecadação, e em uma semana já tinham todas as caixinhas de leite, as garrafas PET e até conseguiram alguns canos, os demais materiais foram doados pela professora pesquisadora. Contamos com a participação de 6 alunos e dividimos as tarefas para serem produzidas pelos alunos em suas casas, nos finais de semana. Todos aceitaram e concordaram que seriam a melhor solução para agilizarmos a construção do aquecedor. Portanto em uma aula anterior dividimos as equipes, as tarefas e agendamos uma data para iniciarmos a construção do mesmo no colégio.

Por conta de serem alunos trabalhadores e por se tratar de um coletor solar, acharam melhor fazer no período diurno e decidiram em montar num sábado à tarde. Tiveram auxílio e orientação da professora que entregou um manual de montagem, Alano (2008). Uma dupla ficou responsável em cortar as caixinhas de leite e pintá-las de preto. A segunda dupla com as garrafas PET em cortá-las e a terceira, em medir os canos e pintá-los de preto. Criaram um grupo de WhatsApp para que todos pudessem se comunicar quando tinham dificuldades. No sábado agendado, todos trouxeram seus materiais e com orientação da professora montaram o aquecedor no pátio do colégio, antes haviam analisado um local onde teria maior incidência de sol. Os problemas ocorreram na construção, como canos que não se encaixavam, vazamento de água e como nesse dia estava nublado não conseguiram observar o aquecimento da água. No decorrer da semana os alunos chegavam ao colégio e já se deslocavam ao aquecedor para solucionar o problema do vazamento e medir a temperatura da água. No sábado seguinte, fizeram algumas trocas de canos e colagens e conseguiram solucionar o problema.

A construção do coletor ficou de acordo com o manual pesquisado. Os alunos realizaram uma adaptação com duas torneiras na caixa d'água, uma na parte superior e outra na parte inferior e não colocaram a boia. O protótipo tinha o intuito de verificar a diferença de temperatura da água de uma mesma massa de água, porém com densidades diferentes devido ao aquecimento e revestiram a caixa d'água com manta térmica para evitar trocas de calor.

**Fotografia 31 - Protótipo do coletor solar feito pelos alunos**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

**Fotografia 32 - Parte interna do coletor solar**



**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Temos, na fotografia 33, uma amostra realizada pelos alunos da coleta de duas porções de água da mesma caixa d'água, do lado esquerdo refere-se a torneira da parte inferior e a do lado direito da parte superior, feita pelos alunos numa aferição da temperatura.

**Fotografia 33 - Amostra da temperatura de porção de água das duas torneiras**



**Fonte: Aatoria própria (2021)**

A aula seguinte foi realizada no pátio do colégio e o objeto de estudo foi o coletor. Iniciamos com a aferição da temperatura da água, que conseguimos ótimos resultados no aquecimento. Foi realizada uma discussão no grande grupo sobre o princípio de funcionamento do aquecedor, a função de cada parte do equipamento e por que a diferença de temperatura nas duas torneiras colocadas na caixa de água.

Fazendo a análise do debate realizado pelos alunos, foi possível evidenciar a satisfação na realização da atividade, o enriquecimento científico nas respostas e a motivação na aprendizagem.

Ressaltaram que o princípio de funcionamento do coletor inicia-se com a transferência por radiação solar que permite a chegada da energia térmica do sol até os coletores, que atravessa a superfície transparente das garrafas PET. A cor preta das caixinhas de leite serve para absorver o calor (radiação infravermelho), aquecendo a tubulação por condução térmica onde circula a água. Nesse processo a circulação da água ocorre devido a diferença de densidade entre a água fria e quente. A água fria sendo mais densa empurra a água quente, que é menos densa, formando as correntes de convecção, realizando assim, a circulação da água.

### **5.11 Aula 11: Avaliação final da sequência didática**

Após a construção e estudo sobre a funcionalidade do coletor, os alunos foram convidados a fazer uma apresentação para as demais turmas do colégio, para estarem orientando sobre sua finalidade e os benefícios sócio ambientais e receber informações sobre os principais conceitos envolvidos na sua construção e funcionamento. Inicialmente ficaram assustados e apreensivos com a proposta da professora. Somente 2 alunos aceitaram a participar da apresentação. Organizaram um texto escrito para auxiliá-los e combinaram o que cada um iria explicar durante o evento. Foram duas aulas expositivas, apresentadas no pátio do colégio onde tivemos a participação de 3 turmas de ensino médio regular e 5 turmas da educação de jovens e adultos, a qual foi montado um cronograma de apresentação, onde as turmas tiveram um tempo de visitação individual.

Durante a realização da atividade, os alunos responderam diversas perguntas e curiosidades sobre a construção e funcionalidade do coletor e conseguiram responder todas as dúvidas dos participantes de maneira significativa e coerente. O que mais chamou atenção dos alunos participantes foi que a caixa d'água não havia divisões em seu interior e como era possível a água misturada, sair em cada torneira, água com temperaturas diferentes. Nesse dia, tivemos uma grande incidência de sol e, portanto, conseguimos bons resultados de temperatura, como mostra na fotografia 34, foram registrados no início da manhã a temperatura da água no interior da caixa foi de 37,5°C e no início da noite foi de 47,7°C.

**Fotografia 34 - Temperatura da água pela manhã e ao final da tarde**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Analisando o que foi observado durante a andamento dessa aula e as falas dos alunos durante a exposição do coletor, percebemos, claramente, o quanto esse tipo de atividade é enriquecedora e como os alunos aprendem mais, quando fazem um paralelo entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática. Mediante aos resultados apresentados em cada aula fica evidente o avanço na expressão dos conceitos, que inicialmente eram conhecimento corriqueiros de seu dia a dia, foram transformados e reformulados em conhecimentos significativos.

Após o término da intervenção, em sala de aula foi aplicado um questionário de opinião em forma de entrevista de maneira individual com a professora pesquisadora, com perguntas discursivas e descritivas, que tinha como objetivo realizar o levantamento da opinião dos alunos a respeito da metodologia adotada e dos recursos didáticos utilizados durante a implementação do produto educacional, bem como coletar informações, ideias e opiniões dos alunos, para avaliar e melhorar as atividades realizadas.

Nos quadros estão dispostas as perguntas feitas na entrevista e apresentada a transcrição das respostas dos 6 alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa.

1) De acordo com a realização da sequência didática, realizada durante as aulas, destaque pontos negativos e positivos?

Aluno:	Resposta:
A1	Positivos: As experiências, construção da maquete e do coletor solar. Negativos: Poucos alunos em sala de aula.
A2	Positivos: Estar participando das atividades práticas.
A4	Positivo: Tudo que vimos nas aulas foi muito importante. Negativo: Poucos alunos em sala.
A6	Positivo: Muito conhecimento, passei a gostar da física. Negativo: Quando não consegui frequentar a aula.
A7	Positivo: Facilidade de aprender e vivenciar a física na nossa casa. Negativo: não encontrei pontos negativos.
A9	Positivo: É o que alcançamos mais do que o esperado nas aulas. Negativo: Quando estava muito cansado ter que ficar escrevendo muito.

2) Qual das atividades realizadas você mais acha interessante? E a que menos achou interessante? Justifique.

Alunos	Respostas
A1	A mais que gostei de fazer foi sem dúvida o aquecedor de água com materiais recicláveis. Por já conhecer o experimento do balão que não queima, achei a menos interessante.
A2	Todas foram importantes pois conseguimos presenciar nas práticas os conteúdos estudados.
A4	Gostei de todas, mas as que mais me chamou atenção foi o aquecedor de água, a panela de pressão e entender como a pipoca estoura. Nenhuma menos interessante.
A6	Gostei de ter construído a maquete da casa e aprender como tudo funciona. As atividades de ler textos não gosto muito.
A7	Sem dúvida foi a montagem da casa e do aquecedor solar. Todas achei muito produtivas.
A9	O melhor foi o aquecedor pois além de ensinar, ajudou a recolher lixo da natureza e chamou atenção de todos. Não tem nenhuma que não gostei.

3) Você considera que as atividades experimentais realizadas facilitam a compreensão e aprendizagem dos conteúdos? Justifique.

Alunos	Respostas
A1	Com certeza as aulas de física foram muito aproveitadas, por agora temos noção como a física funciona no nosso dia-a-dia.
A2	Sim, pelo fato de estarmos vendo os fenômenos discutidos teoricamente.
A4	Facilita muito, tudo tem física envolvido.
A6	Muito melhor do que só estudar teoria e cálculo.
A7	Sim, muito melhor do que ficar só lendo e fácil de entender os conceitos.
A9	Sim, acho que todas as aulas deveriam ser assim, fica fácil de entender o conteúdo.

4) Você considera que foi possível compreender os conteúdos teóricos e relacionar o mesmo a situações práticas do cotidiano, a partir do momento que trabalhamos com a maquete da nossa casa? Exemplifique.

Alunos	Respostas
A1	Com certeza, toda vez que pego a garrafa térmica, a panela de pressão ou até mesmo fazendo pipoca lembro das explicações das aulas.
A2	Sim, ajudar a nos lembrar mesmo quando estamos em casa, dos conceitos estudados.
A4	Ficou mais fácil pois temos o que representamos na maquete dentro de nossa casa.
A6	Sim, lembro das aulas dessa maneira, nunca tinha imaginado que pudesse relacionar com o que usamos em nossa casa, que a física pudesse explicar como funciona as coisas.
A7	Muito, quando fui cozinhar lembrei das aulas de física, e a importância de lavar a válvula da panela de pressão e de usar um termômetro fica mais fácil, pra preparar os alimento.
A9	Sim, foi esperado aprendemos muitas coisas incrível que eu nem imaginava e isso chama atenção pra aprender mais.

5) Depois da aplicação, utilizando a maquete da casa, você consegue perceber e identificar a presença da Física? Justifique.

Alunos	Respostas
A1	Na nossa casa temos todos os aparelhos e equipamentos demonstrados na maquete, só agora consigo compreender como tudo funciona, graças a física.
A2	Sim, quando estou em casa lembro das aulas.
A4	Na maquete da casa, aprendemos muito os funcionamentos de eletrodomésticos, sobre o fogo, água, termômetros.
A6	Com certeza, consigo entender bem melhor o funcionamento de equipamentos.
A7	Sim, pois o conteúdo ficou mais fácil de entender e consigo já entender como as coisas funcionam dentro de casa.
A9	Com certeza, a pressão de um panela através do calor, chaleira, possibilidade de instalar um aquecedor, no fogão, na geladeira, etc.

6) Com a construção do coletor solar de água, de maneira sustentável e com materiais recicláveis. Você consegue compreender a importância da Física na nossa vida?

Alunos	Respostas
A1	Nunca tinha parado para pensar como funcionam as coisas, hoje graças a aulas de física tenho mais noção.
A2	Nossa nem imagina que com garrafas pet e caixas de leite poderíamos construir algo tão útil para usar em nossa casa e ainda economizar energia elétrica.
A4	Percebo que a física está em tudo agora.
A6	Sim, e podemos nos mesmos construir equipamentos, com materiais de baixo custo.
A7	Sim, uma aplicação onde podemos contribuir com o meio ambiente e economizar energia elétrica e claro aprender muito.
A9	Com certeza, além de ensinar a compreender os fenômenos a nossa volta, colabora com a natureza.

## 7) Deixe sugestões para melhorar a sequência didática.

Alunos	Respostas
A1	Muitas pessoas me falaram que nas aulas de física, era só contas, depois de frequentar as aulas, vi que a física no ensina muitas coisas do cotidiano, ainda mais quando fizemos experimentos, só as escolas poderiam ter mais materiais didáticos.
A2	Sem sugestão, pra mim foi tudo perfeito.
A4	Nem sei o que poderia complementar, tá ótimo assim.
A6	Nunca achei que iria construir casa e aquecedor de água nas aulas de física, e aprendi muito, tem que continuar assim todas as aulas.
A7	Pra mim está bom assim, aprendi muito nessas aulas.
A9	Fazer sempre experimentos e construções fica mais fácil entender a teoria.

De acordo com o parecer dado pelos alunos entrevistados, todos gostaram muito e se identificaram com a metodologias utilizadas nas aulas, despertando o prazer pela Ciência, principalmente por envolverem experiências e construção de materiais didáticos para sua aprendizagem. É importante relatar sobre a participação crescente que os alunos tiveram ao longo da aplicação da sequência didática. Os alunos que, inicialmente, se mostraram tímidos e envergonhados e tinham dificuldade em expor suas ideias e opiniões foram descontraindo-se e tornaram-se mais participativos e questionadores, contribuindo para que os educandos conseguissem adquirir conhecimentos científicos que permitissem a ele compreender o meio que o cerca e relacionar o cotidiano com a teoria.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos nosso estudo refletindo sobre como está o ensino da EJA e suas práticas educativas. Ressaltamos diversos fatores que se destacam na trajetória da educação de jovens e adultos no cenário atual, dessa realidade que não obteve avanços considerados relevantes para proporcionar uma educação de qualidade. A construção desta proposta foi pensada e elaborada em cima de algumas aflições e angústias da professora pesquisadora com relação ao ensino da Física na EJA, as especificidades para essa modalidade de ensino e a necessidade de pesquisa nessa área. A fim de contribuir com o ensino da Física nas escolas públicas, buscamos organizar atividades de forma simples que não demandassem de grandes investimentos financeiros, pois nesses colégios de EJA não há nenhum investimento de materiais pedagógicos por parte dos órgãos públicos. O intuito era ofertar para alunos aulas diferenciadas, interativas e dinâmicas, que pudessem despertar o interesse pela Física. Para os educadores que trabalham com a modalidade, oferecer subsídios metodológicos a fim de contribuir para o desenvolvimento profissional e aprimorar sua prática didática, tendo como objetivo a formação de um sujeito capaz de compreender e atuar criticamente na sociedade.

Elaboramos e aplicamos uma sequência de atividades relacionada aos conteúdos da termodinâmica e verificamos se há incorporação do método para essa modalidade de ensino. Partindo dos princípios andragógicos de Knowles e de encontro com a concepção freiriana, destacamos a importância de que os alunos participem das diversas fases do processo de ensino aprendizagem:

O modelo andragógico é um modelo processual, em oposição aos modelos baseados em conteúdo [...] O professor andragógico (...) prepara antecipadamente um conjunto de procedimentos para envolver os seguintes elementos: 1) prepara o aprendiz; 2) estabelece um clima que leva à aprendizagem; 3) cria um mecanismo para o planejamento mútuo; 4) diagnosticar as necessidades para a aprendizagem; 5) formular os objetivos do programa (conteúdos) que atenderão a essas necessidades; 6) desenhar um padrão para as experiências de aprendizagem; 7) conduzir essas experiências de aprendizagem com técnicas e materiais adequados; 8) avaliar os resultados a aprendizagem e fazer um novo diagnóstico das necessidades de aprendizagem. (KNOWLES, 2009, p. 121-122).

Percebemos que a metodologia empregada nesse trabalho, valoriza o aluno, compreende suas necessidades de aprendizagem, estimula sua participação ativa durante a aula e facilita a aquisição do conhecimento. Sendo sua principal

característica, relacionar experiências, conhecimentos e diálogos, de forma compartilhada entre alunos e professores.

Os objetivos traçados e almejados nessa pesquisa foram alcançados de forma satisfatória. Conseguimos planejar, desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática que contemplasse atividades com métodos e técnicas voltados para a aprendizagem da Física térmica abordando os princípios andragógicos. O material produzido é apropriado para a abordagem da física térmica na EJA, podendo ser livremente e facilmente adaptado no ensino regular pelo professor, de acordo com o número de aulas que possui para a aplicação do conteúdo.

Fazendo uma avaliação geral desse trabalho, diante ainda de não ser uma solução final, se considera ser uma proposta viável, visto que atende as necessidades formativas dos sujeitos da EJA de forma satisfatória, contribuindo para um ensino da Física mais diversificado, favorecendo que o processo de aprendizagem aconteça de maneira significativa, colaborando para a formação de sujeitos com pensamentos críticos, capazes de interagir com o meio em que vivem, realizar mudanças de concepções e interpretar fenômenos físicos que ocorrem à sua volta.

## REFERÊNCIAS

- ALANO, J.A. **Manual sobre construção e instalação do aquecedor solar composto de embalagens descartáveis**. Sema: Secretaria do meio ambiente e recursos hídricos do Paraná. Curitiba, 2008. Disponível em: [http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio\\_zero/Kit\\_res\\_17\\_solar.pdf](http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf). Acesso em 10 de março de 2021.
- ALVARENGA, B; MÁXIMO, A. **Curso de Física**: volume 2. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- ARROYO, M. **A Educação de jovens e Adultos em tempos de exclusão**: alfabetização e cidadania. São Paulo: Rede de apoio à ação alfabetizadora no Brasil. 2001.
- ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html>. Acesso em 25 de abril de 2021.
- BELLAN, Z. **Andragogia em ação**. Como ensinar adultos sem se tornar maçante. 6. ed. Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo: Z3, 2018.
- BRASIL ESCOLA. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ebulicao-abaixo-100-graus.htm#:~:text=Coloque%20cerca%20de%2020%20mL,bolhas%20no%20fundo%20do%20recipiente>. Acesso em 23 de maio de 2021.
- CAPUCHO, V. **Educação de jovens e adultos**: prática pedagógica e fortalecimento da cidadania. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- CLUBE DO JINGLE. **Pernambucanas – Quem bate? É o frio**. 1962. 1 vídeo (33s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r38UR-4JjEc>. Acesso em: 15 de julho de 2021.
- COLLEGE PHYSICS. **Comparação das escalas de temperatura**. Disponível em: <https://cnx.org/contents/Ax2o07Ul@13.12:YFt95DxR@5/Introduction-to-Temperature-Kinetic-Theory-and-the-Gas-Laws>. Acesso em 30 agosto 2021.
- CORDOVA, H.P. **Equipamentos de experiências**. Licenciado em Física pela UFSC, mestre em ensino de Física UFRJ. Rio de Janeiro, 2021.
- DUFFY, M. E. **Methodological triangulation**: a vehicle for merging quantitative and qualitative research methods. *Journal of Nursing Scholarship*, v. 19, n. 3, p. 130-133, 1987.
- DURANTE, M. **Alfabetização de adultos**: leitura e interpretação de textos. Porta Alegre: Grupo A, 1998.
- FEITOSA, S.C.S. **Educação de adultos**: método Paulo Freire. Brasília: Liber, 2011.

FIGUEIREDO, A; PIETROCOLA, M. **Física um outro lado: calor e temperatura**. São Paulo: FTD, 2000.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE. P. **Pedagogia do Oprimido**. 74. ed. São Paulo: Paz &Terra, 2020.

\_\_\_\_\_. **Educação como Prática da liberdade**. 47. ed. São Paulo: Paz &Terra, 2020.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 66. ed. São Paulo: Paz &Terra. 2020.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 34. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1996.

GASPAR, A. **Experiências de ciências para o primeiro grau**. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996.

GASPAR, A. **Física 2: Ondas, óptica e termodinâmica**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.

GREFF. **Física 2: Física térmica, óptica**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

GURGEL, I.; PIETROCOLA, M. **Modelos e realidade: um estudo sobre as explicações acerca do calor no século XVIII**. 2006, Londrina. Anais [...] USP, 2006 p. 6.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALTER, J. **Fundamentos de Física volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC. 2012.

HEWITT. P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INVENÇÕES NA HISTÓRIA. **Como inventaram o motor a vapor?** 1 vídeo, 14 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>. Acesso em 31 de setembro de 2021.

KNOWLES, M. **Aprendizagem de resultados: uma abordagem prática para aumentar a efetividade da educação corporativa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

LOCH, J.M.P.; *et al.* **Eja: planejamento, metodologias e avaliação**. 1. ed. Porto Alegre: Mediação, 2009.

LINDERMAN, E. **The Meaning of adult education, originally published in New York, 1926**.

MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/manualdomundo>. Acesso em: 23 de maio de 2021.

MARTINS, A. M. **O ensino da leitura do ritmo musical em adultos**: uma visão piagetiana. 2018. Tese (Doutorado em Educação - Aprendizagem e Desenvolvimento Humano), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento científico**: pesquisa qualitativa em saúde. 2. ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1994.

NOGUEIRA, S.M. **A andragogia**: que contributos para a prática educativa? Linhas. Vol. 5. Florianópolis, 2004.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básico**. Vol.2. 4.ed. São Paulo: Blucher, 2002.

PÁDUA, A.B. *et.al.* **História da termodinâmica**: uma ciência fundamental. 1.ed. Londrina: eduel, 2009.

PARANÁ. Secretaria estadual de educação. **Diretrizes curriculares para educação de jovens e adultos**. Curitiba, PR. 2006. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_eja.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_eja.pdf). Acesso em: 25 de setembro de 2021.

PARQUE DA CIÊNCIA. Disponível em: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/09/o-ebulidor-de-franklin-tesometro.html> Acesso em: 23 de maio de 2021.

PIETROCOLA, M. *et.al.* **Física em contexto**: energia, calor, imagem e som. São Paulo: FTD, 2010.

PIRES, D.P.L. *et al.* A termometria nos séculos XIX e XX. **Revista brasileira de ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 101 – 114. 2006. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/WFhcttFf943PGKTxCrDLpJF/?lang=pt>. Acesso em: 27 agosto de 2021.

PLACO, V.M.N.S.; SOUZA, V.L.T. **Aprendizagem do professor adulto**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2015.

ROSSETI, C.M.S. Andragogia: modelo de facilitação de aprendizagem de adultos. **Revista SBDG**, v. 6, set. 2013. Disponível em: [http://skaprendizagem.com.br/artigos/Artigo\\_Carmem.pdf](http://skaprendizagem.com.br/artigos/Artigo_Carmem.pdf). Acesso em: 25 de setembro de 2021.

SAMPAIO, J.L. CALÇADA, C.S. **Física**. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Temperatura: história do termômetro**. 1 vídeo. 4min47s. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9105&gt>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Temperatura: escalas termométricas**. 1 vídeo de 4min26s. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9106>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

SEGRÈ, E. **Dos raios x aos quarks**. Brasília: Universidade de Brasília, 1980. E-book. Disponível em:  
[https://edisciplinas.usp.br/file:///D:/Documentos/Downloads/00%20-%20SEGR%C3%88\\_CAPA%20e%20PREF%C3%81CIO.pdf](https://edisciplinas.usp.br/file:///D:/Documentos/Downloads/00%20-%20SEGR%C3%88_CAPA%20e%20PREF%C3%81CIO.pdf). Acesso em: 16 de agosto 2021.

TIRINHAS DE FÍSICA. Disponível em:  
[http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas\\_menu/por\\_assunto/calor.htm](http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu/por_assunto/calor.htm). Acesso em 25 de abril de 2021.

TIPLER, P.A, MOSCA, G. **Para cientistas e engenheiros**. Física 1: Mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A. **Física II: Termodinâmica e ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

## **APÊNDICE A - Questionário da pesquisa**

## QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

1) Gênero dos alunos entrevistados:

- a) Masculino    b) Feminino

2. Qual sua idade?

3. Estado civil:

- a) Casado    b) Solteiro    c) Separado    d) Viúvo

4. Quantidade de filhos:

- a) Nenhum    b) 1 a 2    c) 3 a 4    d) Acima de 4

5. Você trabalha?

- a) Sim    b) Não    Profissão:

6. Quanto tempo ficou longe da escola, antes de ingressar na EJA?

- a) Até 5 anos    b) De 6 a 10 anos    c) de 11 a 20 anos    d) De 21 a 30 anos  
e) Acima de 30 anos.

7. Que dificuldades impediram você de continuar seus estudos?

- a) Necessidade em trabalhar para ajudar financeiramente os pais.  
b) Cansaço do trabalho.  
c) A dupla jornada de trabalho – trabalhar fora, em casa, e ainda precisar cuidar dos filhos.  
d) Morava em local de difícil acesso as escolas.  
e) Dificuldade de aprendizagem.  
f) Realmente não gostava de estudar.  
Outros. Qual?

8. Em que série ou ano abandonou seus estudos?

- a) Fundamental 1 – 1° ao 5° ano.  
b) Fundamental 2 – 6° ao 9° ano.  
c) Ensino Médio – 1° série.  
d) Ensino médio – 2° série.  
e) Ensino médio – 3° série.

9. O que motivou você a voltar a frequentar a escola e concluir o ensino médio?

- a) Oportunidade para um emprego melhor.  
b) Realizar um sonho de concluir o ensino médio.  
c) Cursar uma faculdade e ter um curso superior.  
d) Exigência do trabalho.  
e) Poder auxiliar os filhos nas tarefas de casa.  
Outros. Qual?

10) Quais as principais dificuldades que você enfrenta para continuar estudando?

- a) Problemas familiares.  
 b) Trabalho.  
 c) Horários de trabalho e escola não compatíveis.  
 d) Distância da escola.  
 e) Cansaço.  
 f) Filhos pequenos.  
 Outros...Qual?

11. Você recorda ter estudado Física em algum momento de sua vida, em sua passagem escolar?

- a) No ensino fundamental I, na disciplina de Ciências.  
 b) No ensino fundamental II, na disciplina de Ciências.  
 c) No ensino médio.  
 d) Não lembro ter estudado Física.

12. O ensino da Física está presente em seu cotidiano?

- a) Não consigo identificar nada relacionado a disciplina de Física em meu dia a dia, pois só apresenta fórmulas matemáticas.  
 b) Sim, é uma Ciência de grande importância para entendermos o meio em que vivemos e todo o funcionamento de equipamentos de nossa casa.  
 c) Sim, somente na evolução tecnológica.

13. Você saberia citar alguns equipamentos ou fenômenos naturais que utilizam os conteúdos estudados na Física para seu funcionamento?

- a) ( ) Sim    b) ( ) Não

Se sua resposta for sim, cite alguns:

14. Você já utilizou da Física para resolver pequenos problemas do cotidiano em sua casa ou no trabalho?

- a) Sim    b) Não

Se sua resposta foi sim, quais foram:

15. Analisando sua "casa", você consegue perceber fenômenos físicos, substâncias, materiais ou equipamentos que são explicados pela Física?

- a) Sim    b) Não

Se sua resposta for sim, quais:

16. Dos conceitos da Física térmica, citados abaixo, assinale quais você já ouviu falar?

- |   |                       |                      |
|---|-----------------------|----------------------|
| ( ) Calor                                     | ( ) Convecção térmica | ( ) Vaporização      |
| ( ) Temperatura                               | ( ) Radiação térmica  | ( ) Condensação      |
| ( ) Equilíbrio térmico                        | ( ) Energia térmica   | ( ) Solidificação    |
| ( ) Dilatação térmica                         | ( ) Máquinas térmicas | ( ) Ebulição         |
| ( ) Materiais condutores e isolantes térmicos | ( ) Fontes de calor   | ( ) Pressão          |
| ( ) Condução térmica                          | ( ) Sensação térmica  | ( ) Calor latente    |
|   | ( ) Fusão             | ( ) Calor específico |

17. Da lista apresentada acima escolha três conceitos e tente explicar com seus conhecimentos.

1.

2.

3.

## **APÊNDICE B - Entrevista**

## ROTEIRO DE ENTREVISTA

Aluno (a):

1. De acordo com a realização da sequência didática realizada durante as aulas, quais os pontos positivos e negativos apresentados?

---

---

---

2. Qual das atividades realizadas você mais achou interessante? E as que menos achou interessante? Por quê?

---

---

---

3. Você considera que as atividades experimentais realizadas facilitam a compreensão e aprendizagem dos conteúdos? Por quê?

---

---

---

4. Você considera que foi possível compreender os conteúdos teóricos e relacionar o mesmo a situações práticas do cotidiano, a partir do momento que trabalhamos com a maquete da nossa casa? Exemplifique.

---

---

---

5. Depois da aplicação utilizando a maquete da casa, você consegue perceber e identificar a presença da Física? Justifique.

---

---

---

6. Com a construção do coletor solar de água, de maneira sustentável e com materiais recicláveis. Você consegue compreender a importância da Física na nossa vida?

---

---

---

7. Deixe sugestões para melhorar a sequência didática.

---

---

---

## **APÊNDICE C - Produto Educacional**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FLAVIA FRIGO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

**MEDIANEIRA**

**2022**

**FLAVIA FRIGO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA:  
UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

**Didactic sequence for the teaching of Thermal Physics: a proposal  
based on andragogy principles**

Produto educacional apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof.a.Dra.Shiderlene Vieira de Almeida  
Coorientador(a): Prof. Dr.Fábio Rogério Longen

**MEDIANEIRA**

**2022**



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

15/03/2023, 15:17



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Medianeira



---

FLAVIA FRIGO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA: UMA PROPOSTA BASEADA NOS PRINCÍPIOS DA ANDRAGOGIA**

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: 07 de Dezembro de 2022

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

Dra. Maria Fatima Menegazzo Nicodem, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (Ifrs)

Dra. Rita De Cassia Dos Anjos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 01/02/2023.

## 1 APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é composto por uma sequência didática elaborada para a modalidade da educação de jovens e adultos (EJA) do ensino médio. Aborda temáticas da Física térmica em especial os conceitos básicos da termodinâmica. Sendo um requisito do programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional no Ensino da Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), realizado no Polo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus de Medianeira.

Os principais objetivos desse trabalho são:

- Proporcionar um ensino de Física mais diversificado, contribuindo para o processo de dinamização do ensino-aprendizagem, permitindo formar o aluno adulto cidadãos críticos e ativos na sociedade, com base em suas experiências de vida.
- Contribuir para que o aluno consiga adquirir conhecimentos científicos que permitam a ele compreender o meio que o cerca e relacionar o cotidiano com a teoria.
- Oferecer subsídios metodológicos a educadores que trabalham na EJA a fim de contribuir para o desenvolvimento profissional e aprimorar sua prática didática, de modo que possibilite a autonomia dos educandos e a construção de uma aprendizagem libertadora.

O referencial teórico da pesquisa é baseado nos princípios da andragogia proposto por Knowles pois, seus pressupostos são de incentivar o aluno a participar do planejamento das aulas, procurar atender as motivações internas dos estudantes, estabelecer em sala de aula um clima de trabalho com confiança e respeito, focar em conteúdos de aplicação prática, priorizar conteúdos com interesse imediato e valorizar a experiência como fonte de aprendizagem.

**Figura 3: Andragogia na prática**



**Fonte: Knowles (2009)**

A sequência didática propõe atividades práticas que abordam os conceitos e fenômenos térmicos em situações presentes na vida das pessoas, de maneira simples e concisa, articuladas ao cotidiano e que possam ser percebidos pelos discentes em todos os cômodos de sua casa, em especial na sua cozinha. Foram elaborados 11 planos de aulas para o ensino da Física térmica, abordando os conceitos básicos da termodinâmica, tais como: calor, temperatura, equilíbrio térmico, termômetros e grandezas termométricas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin, trocas de calor, variação de temperatura (calor específico e capacidade térmica), transferências de calor por condução, convecção e radiação, dilatação térmica (sólidos, líquido e gases), variação de pressão e mudanças de fase da matéria (calor latente). Contempla os conteúdos de forma bem estruturada, dinâmica e com materiais de baixo custo, distribuída e organizadas em 42 horas/aulas, podendo cada aula ser aplicada de forma individual, de acordo com o planejamento do professor e tem a possibilidade de ser reproduzida em sala de aula, caso o colégio não possua laboratório de ciências.

A proposta de atividades é composta por questionários de pré-teste e pós-teste com questões objetivas e discursivas, atividades interativas com textos, vídeos, cartazes, tirinhas, pesquisas, análise e resolução de situações problemas, manuseio de termômetros, garrafa térmica, panela de pressão, micro-ondas, pipoqueira, materiais de baixo custo para construção da maquete de uma casa, experimentos, aquecedor solar de água e apresentação de seminário para os demais alunos do colégio.

Cada plano de aula foi detalhado prevendo toda etapa do processo de ensino aprendizagem, tais como: os objetivos a serem alcançados, o conteúdo a ser estudado, as técnicas e recursos de ensino, orientações metodológicas e o tempo estimado para a realização das atividades. Cada atividade proposta inicia-se com questionamentos simples de situações problemas relacionados ao dia a dia, para estimular as discussões sobre os conteúdos propostos. As aulas foram organizadas contemplando atividades com materiais alternativos buscando associar o conhecimento ingênuo dos alunos ao novo conhecimento, no intuito de possibilitar que o processo de aprendizagem científico pudesse acontecer. O material proposto com os recursos e técnicas abordados pode ser inserido e adaptado a qualquer conteúdo da Física.

As técnicas e os recursos metodológicos utilizados nas atividades da sequência didática são de fácil acesso e de baixo custo, propiciam um trabalho que poderá ser realizado em pequenas equipes ou no grande grupo. São enfatizadas técnicas de ensino que favorecem o envolvimento ativo dos alunos no aprendizado, como maquetes, construções de textos, cartazes, recortes de gravuras, debates, dramatizações, recursos audiovisuais, manuseios de equipamentos, práticas experimentais, ilustrações, construções e exposições de equipamentos.

## 2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Quadro 1 – Estrutura da sequência didática

<b>AULA 1 - Estudo da realidade</b>	
Tempo estimado: 1 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Analisar o perfil socioeconômico dos discentes e caracterização da turma. Verificar a opinião dos alunos acerca do ensino da Física. Intencionar o autoconhecimento e investigar o contexto social, cultura e profissional dos educandos.
Atividade 1 – Aplicação do questionário.	
<b>AULA 2 - Maquete: Nossa casa: na visão da Física</b>	
Tempo estimado: 8 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Promover a interação social entre os discentes e analisar a presença da física térmica em nosso cotidiano. Construir o material didático - uma maquete, como recurso didático, utilizando materiais de baixo custo encontrados no cotidiano.
Atividade 2 – Construção da maquete de uma casa.	
<b>AULA 3 - Investigação dos conhecimentos espontâneos</b>	
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)	Objetivo: Identificar a presença da energia térmica e seus fenômenos em situações e equipamentos presentes em nossa casa.
Atividade 3 – Recortes de revistas, colagem e organização das figuras no interior da maquete da casa.	
<b>AULA 4 - Explorar a maquete da casa</b>	
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Introduzir o conceito de calor e sua relação com situações do cotidiano.

	Reconhecer e compreender em situações diárias os conceitos de calor, temperatura, quente, frio, sensação térmica e equilíbrio térmico.
<p>Atividade 4 – Debate com a maquete – explorar os conceitos iniciais da física térmica, registrar com plaquinhas e anexar na maquete.</p> <p>Atividade 5 - Leitura e dramatização do texto: “Um interrogatório com o calor”.</p>	
<b>AULA 5 - Temperatura, sensação térmica, equilíbrio térmico e termômetros</b>	
<p>Tempo estimado:</p> <p>3 hora/aula (50 minutos)</p>	<p>Objetivos:</p> <p>Entender calor como energia em transferência entre corpos com temperaturas diferentes.</p> <p>Relacionar medida de temperatura com uma grandeza termométrica.</p> <p>Propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de temperatura;</p> <p>Compreender e aplicar a situações reais do conceito de equilíbrio térmico.</p>
<p>Atividade 6 – Debate do vídeo: Quem bate? É o frio! - Jingle da propaganda das Casas Pernambucanas.</p> <p>Atividade 7 – Experimento: John Locke - avaliar a sensação térmica.</p> <p>Atividade 8 – Explorar e manusear vários tipos de termômetros.</p> <p>Atividade 9 – Construção coletiva de um cartaz com recortes.</p>	
<b>AULA 6 - Temperatura, escalas termométricas Celsius, Fahrenheit, Kelvin e conversão de escalas</b>	
<p>Tempo estimado:</p> <p>3 hora/aula (50 minutos)</p>	<p>Objetivos:</p> <p>Perceber a importância dos valores da temperatura em diferentes escalas relacionando com situações do cotidiano.</p> <p>Compreender que existem situações e sistemas como máquinas, o ser humano, alimentos, que exigem determinada faixas de temperatura para que existam ou possam funcionar.</p> <p>Compreender a importância da matemática para expressar fenômenos físicos.</p>

Atividade 10 – Aula expositiva dialogada e debate com tirinhas.  
 Atividade 11 – Vídeo1 - Três graus por temperatura.  
 Vídeo 2 - Temperatura: escalas termométricas.  
 Atividade 12 - Conversão de escalas de temperatura usando a equação de definição.

### **AULA 7 - Transferência de calor por condução, convecção e radiação**

Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Entender a condutibilidade térmica, de acordo com o meio ou material. Mostrar o fenômeno da convecção térmica nos aparelhos de nosso dia a dia. Observar a capacidade dos corpos em refletir e absorver o calor.
--	--

Atividade 13 – Experimento: Demonstrador de transferência por condução térmica em meios condutores e isolantes.

Atividade 14 – Experimento: Observando as correntes de convecção nos líquidos.

Atividade 15 – Experimento: Abajur de convecção.

Atividade 16 – Experimento: Radiação térmica.

### **AULA 8 - Efeitos das trocas de calor**

Tempo estimado: 6 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Entender o por que alguns corpos parecem mais quentes que outros, sendo que estão submetidos a mesma temperatura. Compreender que os corpos à nossa volta modificam suas dimensões em função da variação da temperatura. Entender que a dilatação varia de acordo com o tipo de líquido. Perceber a presença variação da pressão atmosférica de um fluido com o aumento da temperatura ou apenas com a diminuição de volume. Perceber a atuação da pressão atmosférica nos fenômenos do nosso dia a dia.
--	--

Atividade 17 – Experimento: O balão que não queima.

Atividade 18 – Experimento: Anel de Gravezande

Atividade 19 – Experimento: Lâmina bimetálica.
Atividade 20 – Experimento: Expansão linear.
Atividade 21 – Experimento: Termoscópio de Galileu
Atividade 22 – Experimento: Ebulidor de Franklin
Atividade 23 – Experimento: Dilatação dos líquidos.
Atividade 24 – Experimento: Comportamento dos gases.
Atividade 25 – Experimento: Balão cheio e aberto.
Atividade 26 – Experimento: O ovo engarrafado.
Atividade 27 – Experimento: Observando ponto de fusão e ebulição da água e óleo vegetal.
Atividade 28 – Experimento: Alternado o ponto de fusão do gelo.
Atividade 29 – Experimento: Ebulição abaixo de 100°C.
Atividade 30 – Experimento: Pássaro bebedor.
Atividade 31 – Experimento: Máquina térmica.

### **AULA 9 - A Física na cozinha**

Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)	Objetivo: Compreender e identificar conceitos físicos térmicos no funcionamento de equipamentos e processos físicos que ocorrem dentro da cozinha de nossa casa.
--	---

Atividade 32 – Conhecendo o funcionamento da panela de pressão.
Atividade 33 – A garrafa térmica - controlando as transferências de calor.
Atividade 34 – A Física da pipoca.

### **AULA 10 - Mãos à obra: construção do coletor solar de água**

Tempo estimado: 6 hora/aula (50 minutos)	Objetivo: Oportunizar aos estudantes compreender alguns conceitos teóricos da física térmica aliada à experimentação através da construção de um coletor solar alternativo e incentivar a adoção de sistemas de aquecimento solar de água de forma sustentável para contribuir na redução de energia elétrica.
--	---

Atividade 35 - Construção de um protótipo de um coletor solar sustentável de aquecimento de água.
---

<b>AULA 11 - Avaliação final da sequência didática</b>	
Tempo estimado: 3 hora/aula (50 minutos)	Objetivos: Demonstrar os conhecimentos adquiridos pelos discentes durante a aplicação das séries de atividades sobre os conceitos da termodinâmica. Analisar opinião dos alunos sobre o produto educacional.
Atividade 36 – Exposição e apresentação do coletor solar de água.	
Atividade 37 – Entrevista – Avaliação da sequência didática.	

**Fonte: Autoria própria (2022)**

### 3 DETALHAMENTO DAS AULAS

#### 3.1 Aula 1 – Estudo da realidade

Atividade 1 – Corresponde a um questionário que tem como objetivo realizar um diagnóstico do perfil dos alunos e investigar seus conhecimentos espontâneos sobre os conceitos básicos da termodinâmica e buscar informações que servirá para refletir sobre as características e especificidades dos discentes.

**Quadro 2 - Questionário**

1) Gênero dos alunos entrevistados:
a) Masculino    b) Feminino
2. Qual sua idade?
3. Estado civil:
a) Casado    b) Solteiro    c) Separado    d) Viúvo
4. Quantidade de filhos:
a) Nenhum    b) 1 a 2    c) 3 a 4    d) Acima de 4
5. Você trabalha?
a) Sim    b) Não    Profissão:
6. Quanto tempo ficou longe da escola, antes de ingressar no Ceebja?
a) Até 5 anos    b) De 6 a 10 anos    c) de 11 a 20 anos    d) De 21 a 30 anos    e) Acima de 30 anos.
7. Que dificuldades impediram você de continuar seus estudos?
a) Necessidade em trabalhar para ajudar financeiramente os pais.
b) Cansaço do trabalho.
c) A dupla jornada de trabalho – trabalhar fora, em casa, e ainda precisar cuidar dos filhos.
d) Morava em local de difícil acesso as escolas.
e) Dificuldade de aprendizagem.
f) Realmente não gostava de estudar.
Outros. Qual?
8. Em que série ou ano abandonou seus estudos?
a) Fundamental 1 – 1° ao 5° ano.
b) Fundamental 2 – 6° ao 9° ano.
c) Ensino médio – 1° série.
d) Ensino médio – 2° série.
e) Ensino médio – 3° série.
9. O que motivou você a voltar a frequentar a escola e concluir o ensino médio?

<p>a) Oportunidade para um emprego melhor.  b) Realizar um sonho de concluir o ensino médio.  c) Cursar uma faculdade e ter um curso superior.  d) Exigência do trabalho.  e) Poder auxiliar os filhos nas tarefas de casa.  Outros. Qual?</p>	
<p>10) Quais as principais dificuldades que você enfrenta para continuar estudando?</p>	
<p>a) Problemas familiares.  b) Trabalho.  c) Horários de trabalho e escola não compatíveis.  d) Distância da escola.  e) Cansaço.  f) Filhos pequenos.  Outros...Qual?</p>	
<p>11. Você recorda ter estudado Física em algum momento de sua vida, em sua passagem escolar?</p>	
<p>a) No ensino fundamental I, na disciplina de Ciências.  b) No ensino fundamental II, na disciplina de Ciências.  c) No ensino médio.  d) Não lembro ter estudado Física.</p>	
<p>12. O ensino da Física está presente em seu cotidiano?</p>	
<p>a) Não consigo identificar nada relacionado a disciplina de Física em meu dia a dia, pois só apresenta fórmulas matemáticas.  b) Sim, é uma Ciência de grande importância para entendermos o meio em que vivemos e todo o funcionamento de equipamentos de nossa casa.  c) Sim, somente na evolução tecnológica.</p>	
<p>13. Você saberia citar alguns equipamentos ou fenômenos naturais que utilizam os conteúdos estudados na Física para seu funcionamento?</p>	
<p>a) ( ) Sim    b) ( ) Não  Se sua resposta for sim, cite alguns:</p>	
<p>14. Você já utilizou da Física para resolver pequenos problemas do cotidiano em sua casa ou no trabalho?</p>	
<p>a) Sim    b) Não  Se sua resposta foi sim, quais foram:</p>	
<p>15. Analisando sua “casa”, você consegue perceber fenômenos físicos, substâncias, materiais ou equipamentos que são explicados pela Física?</p>	
<p>a) Sim    b) Não  Se sua resposta for sim, quais:</p>	
<p>16. Dos conceitos da Física térmica, citados abaixo, assinale quais você já ouviu falar?</p>	
<p>( ) Calor  ( ) Temperatura  ( ) Equilíbrio térmico  ( ) Dilatação térmica  ( ) Materiais condutores e isolantes térmicos  ( ) Condução térmica  ( ) Convecção térmica  ( ) Radiação térmica  ( ) Energia térmica  ( ) Máquinas térmicas</p>	<p>( ) Fontes de calor  ( ) Sensação térmica  ( ) Fusão  ( ) Vaporização  ( ) Condensação  ( ) Solidificação  ( ) Ebulição  ( ) Pressão  ( ) Calor latente  ( ) Calor específico</p>
<p>17. Da lista apresentada acima escolha três conceitos e tente explicar com seus conhecimentos.</p>	

### 3.2 Aula 2 - Maquete: nossa casa na visão da Física

Organizar os alunos em grupo para a construção de uma maquete de uma casa de forma tridimensional, com materiais alternativos (papelão, caixas de leite, tampas, folhas de isopor, caixinhas de remédios, recortes de revistas, dentre outros). Recomenda-se fazer nas dimensões de 0,7m x 1,00 m. Na parte interna dividir em cômodos com sala, cozinha, quarto, banheiro e lavanderia.

Fotografia 1 - Maquete da casa



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.3 Aula 3: Investigação dos conhecimentos espontâneos sobre Física térmica através de recortes

Atividade 3 – A turma é dividida em grupos, onde cada grupo ficará responsável em criar e organizar cada cômodo, com móveis, equipamentos, utensílios, substâncias, etc. Usando materiais recicláveis, recortes de imagens. A materialização dessa proposta busca num primeiro momento, identificar o que os alunos associam a esse tema por meio de uma pergunta lançada pelo professor: Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento, que lidamos diariamente dentro de nossa casa? Como substâncias, materiais, fenômenos, processos, máquinas, aparelhos e sistemas naturais. Os alunos irão representar de alguma forma essas situações propostas pelo professor. Poderão ser colocadas mais coisas na maquete no decorrer das aulas, conforme os alunos vão relacionando aos conceitos abordados.

Fotografia 2 - Parte interna da maquete



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.4 Aula 4: Explorar a maquete da casa

Atividade 4 - Proporcionar uma aula expositiva dialogada para realizar o levantamento a respeito das concepções espontâneas dos alunos sobre os conceitos básicos da Física térmica. Com a maquete exposta na sala, o professor irá fazer questionamentos relacionados ao que vivenciamos dentro de casa com a finalidade de analisar a presença da física térmica em nosso dia a dia. As respostas da problematização serão registradas pelos alunos em plaquinhas e depois anexadas na maquete.

#### Problematização inicial:

1. O que são fontes de calor?
2. Temos essas fontes dentro de nossa casa?
3. De onde vem o calor?
4. O que transmite calor?
5. O que retira calor?
6. O que é o quente e o frio?
7. Como saber se uma substância está quente ou fria?
8. Podemos confiar em nossas sensações na determinação de temperaturas?  
Como podemos obter uma medida precisa?

9. Ao tirarmos uma garrafa de água da geladeira, ou retirar um bolo do forno, depois de algum tempo a água —esquentou e o bolo —esfriou. Como podemos explicar esse fato?

10. O que é usado para manter a temperatura?

11. O que acontece quando misturamos café quente com leite frio?

12. Analisando nossa casa temos situações em que medimos a temperatura?

13. Mas afinal, calor e temperatura são mesma coisa?

Atividade 5 - Leitura e dramatização do texto: “Um interrogatório com o calor”, o qual está disponível no livro: Física um outro lado: calor e temperatura de Aníbal Figueiredo e Mauricio Pietrocola, editora: FTD.1998. p. 10-12.

### Quadro 3 – Texto: Interrogatório com o calor

#### Interrogatório com o calor

E o que são o frio e o calor? Que tal colocarmos os dois no banco dos réus?

Pensamos em dispô-los frente a frente, mas... Veja por que desistimos.

O elemento calor atendeu à intimação. Já o outro preferiu esquivar-se. E, pasmem, um depoimento decisivo nos surpreendeu!

Veja na íntegra do interrogatório com o calor:

\_ Qual é seu nome?

\_ Calor.

\_ Então é você que provoca as secas, algumas queimadas e outros tantos acontecimentos?

\_ É....mas também sou responsável pelas chuvas...

\_ Como? Quer dizer que você é culpado pelas cheias, pelas enchentes?

\_ Sim. No fundo sou.

\_ Tentamos marcar um encontro entre você e o frio, mas, como pode ver, ele não apareceu.

\_ Eu sabia que ele não viria.

\_ Como você sabia? Ele o avisou?

\_ Não, não...Ele não existe! Nunca existiu? Na verdade, sou o responsável pelas geadas, pelas tempestades de neve, etc.

\_ O quê? Como você pode esquentar e esfriar?

\_ Não se espante. Posso explicar como tudo acontece. Mas talvez fosse melhor começar por um caso em particular. O senhor já deve ter se esquentado, pela manhã, com a chegada dos primeiros raios de sol, não é?

\_ Sim claro. Principalmente nas manhãs de verão.

\_ É também já deve ter pego um dia de inverno, com o céu encoberto, em que sentiu os pés gelarem.

\_ Claro que sim. Mas por que tantas perguntas?

\_ Pois bem, sou o responsável por todas essas situações. Chego diariamente em grande quantidade na Terra, vindo do sol. Na verdade, uma grande estrela, cuja a superfície apresenta uma temperatura de 6000°C. É muito quente.

\_ Se você vem de um lugar em que a temperatura é de 6000°C, é razoável que você possa esquentar. Mas e sobre as geadas e a sensação de frio? Como isso é possível?

\_ Calma, eu chego lá. O sol não me envia sozinho, em bandos. Todos nós aquecemos, mas alguns fazem outras coisas além disso. Uns vêm com a função de colorir o mundo na forma de luzes: vermelha, laranja, amarela, verde, azul, anil e violeta. Outros não são visíveis como a luz, mas tem a capacidade de esquentar muito a pele humana, como a radiação infravermelha. E ainda há a radiação ultravioleta, que em excesso pode fazer mal aos seres vivos, pois modifica o código genético das células.

\_ Espere um momento. Quer dizer que você e a radiação solar são a mesma coisa?

\_ nesse caso, sim...Mas nem sempre isso ocorre.

\_ Você está me deixando confuso. Afinal de contas, quem é você? Até agora não me disse como pode produzir geadas e frio.

\_ Desculpe se estou complicando as coisas. Vou tentar explicar melhor. Na realidade, as pessoas me associam com as mudanças de temperatura dos corpos, mesmo que isso nem sempre seja verdade. Quando uma chama aquece uma panela com água, por exemplo, dizem que estive lá. O mesmo ocorre se no lugar da chama for colocado carvão em brasa.

\_ Agora estou me lembrando de alguns relatos antigos, nos quais as pessoas afirmavam que, ao pôr um corpo quente em contato com um frio, havia passagem de um fluído do primeiro para o segundo. Então você é esse tal fluído!

\_ Essas histórias são muito antigas...As pessoas nem lembram mais delas.

\_ Não é bem assim. Muita gente ainda lembra disso. Acreditava-se que você se escondia no fogo e de lá seguia para a toda a vizinhança, esquentando tudo ao seu redor. Havia até quem dissesse que, ao se instalar nos corpos, você aumentava o peso deles. Você era chamado por alguns de calórico.

\_ Tudo engano. Não sou um fluído nem nada de material. É que as pessoas são curiosas e, ao tentarem compreender os fenômenos envolvendo as sensações de quente e frio, usam informações e ideias disponíveis na época. Percebiam que, ao receber calor, uma barra de ferro ganhava algo. Esse “algo” deveria ser um tipo de matéria e, portanto, o corpo aquecido tinha seu “peso” aumentado.

\_ É, e depois, pararam de falar desse tal calórico.

\_ Pararam porque, entre outras coisas, ao “pesarem” alguns corpos que ganhavam calor viram que o peso não variava.

\_ Esse resultado deve ter sido inesperado. Como os estudiosos da época reagira a isso?

\_ A natureza é cheia de surpresas. A todo momento ela desafia, exigindo novas ideias. A reação de muito foi abandonar a ideia de fluido e adotar outra. Outros insistiram na existência do calórico, porém, como um fluido sem massa.

- Tudo bem. Já entendi como você esquentava coisas e que não é um fluido. Mas estou ficando irritado com sua má vontade em responder minha pergunta: como consegue fazer gelo?

\_ Espere um pouco. Não falei isso. Afinal, não sou uma geladeira. Disse que também sou responsável pelas coisas frias. Mas é por omissão!

\_ Por ação ou por omissão, para mim dá no mesmo! Pode ir se explicando...E sem rodeios!

\_ Pois bem. Vamos voltar à radiação solar. Qualquer uma das radiações, ao ser absorvida pelos objetos, aumenta a vibração de suas moléculas. É uma magnífica transformação de energia! Essa vibração que as moléculas ganham provoca o aumento de temperatura do corpo.

\_ Muito interessante...

\_ Ao ficarem quentes, os objetos transformam-se numa eficiente fonte de calor. E aí estou eu novamente, entrando em cena com cara nova.

\_ Tudo bem, tudo bem. Só que você ainda não explicou como pode esfriar as coisas...

\_ Estou chegando lá. Se o sol não enviasse uma quantidade enorme de radiação para a Terra, de onde as moléculas da superfície terrestre ganhariam energia para vibrar? Se não vibrassem, permaneceriam frias. Quanto menos vibrarem, mais baixa será a temperatura do corpo que elas constituem. Ou sejam o corpo que elas constituem. Ou seja, o corpo que não ganha calor permanece gelado.

\_ E os objetos que são estão quentes?

\_ Pois é. Os corpos que já se encontram com temperaturas elevada podem esfriar ao perder calor, isto é, ao cedê-lo para a vizinhança. Sou eu caindo fora da situação.

\_ É um verdadeiro crime de omissão deixar essas moléculas com pouco ou sem movimento algum!

\_ Não é possível comentar todos ao mesmo tempo!

\_ Quer dizer que o frio não existe?

\_ Isso mesmo. O que existe é o calor, uma maravilhosa sensação que o senhor não vê, mas sente na própria pele! Minha ausência deixam os corpos frios. Que tal conhecer-me ainda melhor?

**Fonte: Figueiredo, Pietrocola (1998)**

Organizar os alunos em dois grupos, com o intuito de incentivar uma leitura coletiva e após a discussão fazer o registro dos conhecimentos científicos abordados no quadro branco com a participação do professor.

### 3.5 Aula 5 - Explorando os termômetros e conceitos como temperatura, trocas de calor, sensação térmica e equilíbrio térmico

Atividade 6 - Vídeo - Quem bate? É o frio! - Jingle da propaganda das Casas Pernambucanas, que está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r38UR-4JjEc>. O professor lança a seguinte questão: Mas afinal de contas, o que há de errado nessa propaganda? Debater sobre as incorreções a respeito dos conceitos físicos térmicos. E a partir das informações obtidas o professor vai reanalisar o comercial com os alunos e organizar o jingle de forma cientificamente de acordo com as leis da física do ponto de vista da termodinâmica.

Atividade 7 - Experimento realizado pelo filósofo John Locke (1623-1704) para avaliar a sensação térmica. Fonte: SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Física. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005, p. 165. vol. único.

**Figura 2 - Experimento de sensação térmica**



**Fonte: Sampaio, Calçada (2005)**

Pode ser realizado no laboratório de ciências ou até mesmo em sala de aula. O professor inicia a atividade com a seguinte questão: Uma mesma água pode estar quente e fria ao mesmo tempo? Após a discussão no grupo, realizar o experimento para conclusão das respostas. Neste experimento será verificado a temperatura de dois corpos utilizando um dos sentidos humanos - o tato. Além disso, serão verificadas as diferentes formas de se sentir a troca de calor.

Em relação à montagem do experimento, o professor deverá dar as seguintes instruções aos alunos: coloquem uma das mãos na água fria e a outra na água quente durante trinta segundos e depois colocar as duas mãos na água morna por no máximo 10 segundos.

Após o término do experimento fazer análise dos resultados. O professor deverá fazer as seguintes perguntas para que os alunos reflitam e para proporcionar um diálogo sobre a potencialidade das respostas.

Questões:

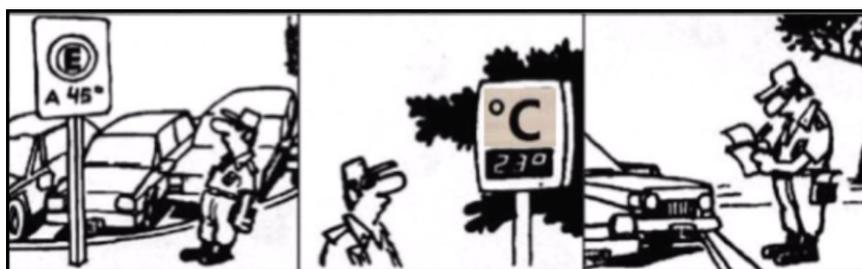
1. O que aconteceu quando foram colocadas as duas mãos na água morna?
2. O que foi sentido em cada mão?
3. A mão direita recebeu ou perdeu calor? E a esquerda?
4. Por acaso a temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão?

Favorecer para que os alunos compreendam que a água morna parecerá mais fria para a mão que veio da água quente (perderá calor) e parecerá quente para a mão que veio da água fria (receberá calor). Quando se coloca as mãos nos recipientes com água quente e fria, estas buscam o equilíbrio térmico (igualar suas temperaturas), portanto a mão direita está com uma temperatura mais baixa que a do ambiente e a mão esquerda estará um pouco mais quente que a temperatura do ambiente. Quando ambas são postas na água morna, a mão direita (que estava na água fria) recebe calor, por estar numa temperatura mais baixa, e a esquerda (que estava na água quente) cede calor, por estar numa temperatura mais alta que a da água morna. Quando pensamos em sensação térmica pensamos em temperatura, assim de acordo com seus conhecimentos cotidianos, poderíamos medir precisamente e determinar a temperatura de um objeto ou um ambiente utilizando apenas utilizando as mãos?

Atividade 8 - Discussão sobre a segurança de se medir a temperatura e a importância de instrumentos de precisão como o termômetro. Após fazer o experimento de troca de calor, para demonstrar a ação da sensação térmica e a não confiabilidade de nossos sentidos, discutir sobre os métodos confiáveis de se medir temperatura, chegando a necessidade de objetos que possam medir a temperatura precisamente como os termômetros. Nesse momento, o professor poderá disponibilizar diversos tipos de termômetros para os alunos conhecerem seu princípio de funcionamento e aprender a manuseá-los corretamente.



Figura 5 – Tirinha escala Celsius



Fonte: Arte da Física (2021)

Figura 6 – Tirinha escala Fahrenheit



Fonte: Arte da Física (2021)

Figura 7 - Tirinha calor e temperatura



Fonte: Tirinhas de Física (2021)

Atividade 11 - Aula expositiva dialogada utilizando vídeos:

Vídeo 1: Três graus por temperatura, disponível em:

<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9105&gt>.

Vídeo 2: Temperatura: escalas termométricas, disponível em:

<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9106>.

Atividade 12 - Apresentação da equação de conversão de medidas das escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit e Kelvin:

$$\frac{T' - T'_c}{T'_e - T'_c} = \frac{T'' - T''_c}{T'_e - T''_c}$$

O professor pode trabalhar com as medidas representadas nas tirinhas e explorar o cartaz construído na aula anterior com imagens do dia a dia e suas respectivas temperatura e também as temperaturas que convivemos dentro de nossa casa e fazer a conversão de medidas.

### **3.7 Aula 7: Transferência de calor por condução, convecção e radiação**

Propõe-se uma discussão sobre o processo de transmissão de calor por condução, convecção e radiação, buscando exemplos que destaquem os três processos de transmissão de calor no cotidiano, utilizando a maquete da casa.

#### Problematização:

1. Por que os cabos das panelas são, normalmente, de um material diferente do que são feitas as próprias panelas?
2. Por que ao pegarmos na maçaneta de metal ela parece estar mais fria que a porta de madeira?
3. O processo de aquecimento de uma colher é o mesmo que o de um pouco de água?
4. Por que será que o congelador fica na parte de cima das geladeiras tradicionais? E os manuais recomendam não forrar nem colocar muitos produtos na geladeira?
5. Porque o ar condicionado é instalado no alto da parede, enquanto os aquecedores são utilizados no chão?
6. Como o planeta Terra é aquecido pelo sol?
7. Por que não precisamos colocar a mão no fogo para perceber o aquecimento?
8. Por que quando usamos roupas pretas e ficamos expostos ao sol, esquenta mais do que a roupas claras?

Atividade 13 - Experimento: Demonstrador de condução de calor em meios materiais diferentes, condutores e isolantes.

Disponível em: GASPAR, A. Experiências de ciências para o primeiro grau. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 93

**Fotografia 8 - Condução térmica**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- 1 Haste para segurar os diversos tipos de materiais;
- 1 barra de cobre;
- 1 barra de alumínio;
- 1 barra de madeira;
- 1 barra de plástico;
- 1 Vela;
- 16 tachinhas.

Procedimento:

Para realizar o experimento, é necessário um suporte para fixar as barras. Usando a parafina, fixar quatro tachinhas em cada barra. Na outra extremidade do suporte, deixar a vela aquecer.

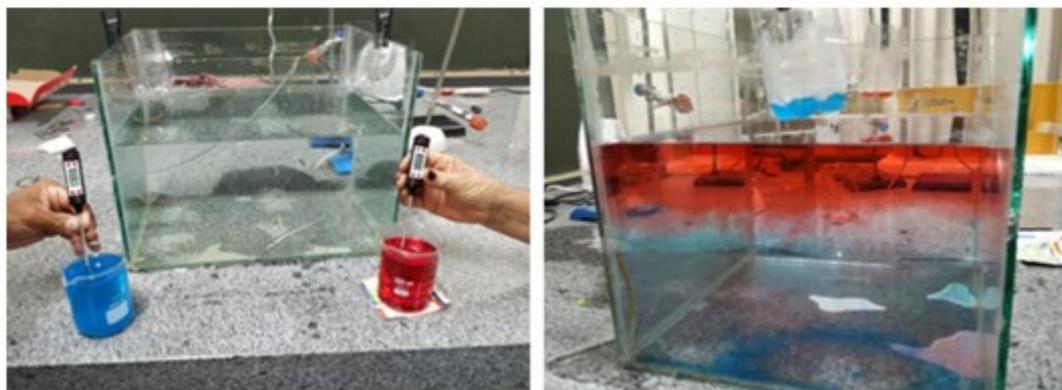
Resultado e discussão:

Quando se aquece a extremidade das barras, aumenta o estado de agitação dos átomos e essa se transmite aos átomos vizinhos e vai propagando gradativamente por todas as barras. A medida que o calor atinge a parafina em que está presa, a tachinha ela derrete. Verificamos que as tachinhas caem sucessivamente a partir da extremidade aquecida, e de acordo com a condutibilidade dos materiais, evidenciando a condução do calor.

Atividade 14 - Experimento: Observando as correntes de convecção nos líquidos.

Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=dkZaiedR\\_ww](https://www.youtube.com/watch?v=dkZaiedR_ww)

**Fotografia 9 - Correntes de convecção nos líquidos**



**Fonte: A autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- 1 recipiente de vidro transparente grande ou aquário;
- 2 recipientes iguais transparentes de plástico com um furo na parte inferior;
- Água quente com corante vermelho;
- Água fria com corante azul.

Procedimento:

Encher o recipiente maior com água em temperatura ambiente. Colocar os dois recipientes com água quente e fria presos com um grampo, em cada uma das extremidades do recipiente grande. Cada recipiente de plástico deverá ter um furo na parte inferior, um contendo água quente com corante vermelho e o outro água fria com corante azul.

Resultado e discussão:

Observa-se que ao liberar a água contida nos recipientes de plástico, que água quente com corante vermelho fica na parte de cima do líquido, por ser menos densa e a água fria com corante azul por ser mais densa desce. A convecção consiste no transporte de energia térmica, de uma propagação de calor de uma região para outra por meio de transporte de matéria, que só pode ocorrer nos fluídos (líquido e gases). A movimentação das diferentes partes do fluído ocorre pela diferença de densidade que surge em virtude do aquecimento e resfriamento. No caso do líquido

azul, líquido com água fria, é mais denso, ele tende a descer, e o líquido vermelho, com água quente, é menos denso, ele tende a subir. Portanto, devido a diferença de temperatura estabelece correntes de convecção ascendentes do líquido quente e descendentes do líquido frio.

Atividade 15 - Experimento: Abajur de convecção.

Disponível em: GASPAR, A. Experiências de ciências para o primeiro grau. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 35

**Fotografia 10 - Abajur de correntes de convecção**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Garrafa pet transparente de 2 l;
- Lâmpada incandescente;
- Fio com plugue e bocal (soquete);
- Latinha de alumínio de refrigerante;
- Agulha;
- Diversos: base de madeira, pedaço de arame, fita adesiva, tesoura, estilete, cola quente;
- Molde para o tampo da luminária, encontra-se no anexo C da dissertação.

Procedimento:

Corte as duas extremidades da garrafa pet. Em seguida faça o molde e corte os três lados das aletas e no centro será colado um pequeno círculo de alumínio. O molde é colado em uma das extremidades da garrafa pet. Enrole o arame na base da lâmpada deixando uma ponta do arame para cima, onde iremos prender uma agulha com fita adesiva. A garrafa pet pode ser enfeitada com desenhos. Para finalizar coloque o cilindro em equilíbrio na agulha e ligue a lâmpada.

Resultado e discussão:

Após um certo tempo, da lâmpada ligada, o cilindro feito de pet começa a girar. Porque o ar no interior é aquecido e torna-se menos denso, e conseqüentemente, expande e sobe. O ar externo, mais frio (mais denso), entra no cilindro pela parte inferior, formando uma corrente de convecção dirigindo-se para cima. Ao passar pelas pequenas aberturas na parte superior, a corrente faz o cilindro se movimentar. O que observamos é que, à medida que o ar no interior do cilindro se aquece, começa a girar num único sentido.

Atividade 16 - Experimento: Radiação térmica.

**Fotografia 11 - Radiação térmica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Termômetro;
- 1 telhado da maquete pintado de preto;
- 1 telhado da maquete pintado de branco;
- 1 soquete com lâmpada incandescente;
- Cronômetro.

### Procedimento:

Utilizar a maquete da casa e fazer dois telhados, um pintado de branco e o outro pintado de preto, nos dois lados. A Lâmpada incandescente substituirá a luz do sol. Primeiramente coloque o termômetro no interior da casa, com o telhado pintado de branco. Ligue a lâmpada na parte superior, e faça anotações do aumento da temperatura durante um certo tempo. Repita todo o procedimento, trocando o telhado da maquete da casa, pelo telhado pintado de preto e registre a temperatura no mesmo instante de tempo do anterior.

### Resultado e discussão:

O que observamos é que como não há um meio material entre a lâmpada e o telhado, o calor se propaga através de ondas eletromagnéticas, um terceiro processo chamado radiação térmica. Quando o telhado recebe a radiação, ele se aquece proporcionalmente à sua capacidade de absorver energia, de modo que um corpo com boa capacidade de absorção é também um bom emissor de radiação. De maneira geral, corpos escuros, possuem alta absorvidade e baixa refletividade (bons absorvedores e emissores), e corpos claros e polidos possuem baixa absorvidade e alta refletividade (maus absorvedores e emissores). Todos os corpos podem emitir energia por radiação, e a quantidade de energia térmica emitida depende da temperatura, da natureza e da forma da superfície do corpo.

Após a realização do experimento sobre a propagação de calor por radiação e debates sobre os resultados, os alunos irão escolher qual o melhor telhado para a maquete da casa, de acordo com a região que vivemos e condições climáticas. Esse é o telhado que irá permanecer na maquete.

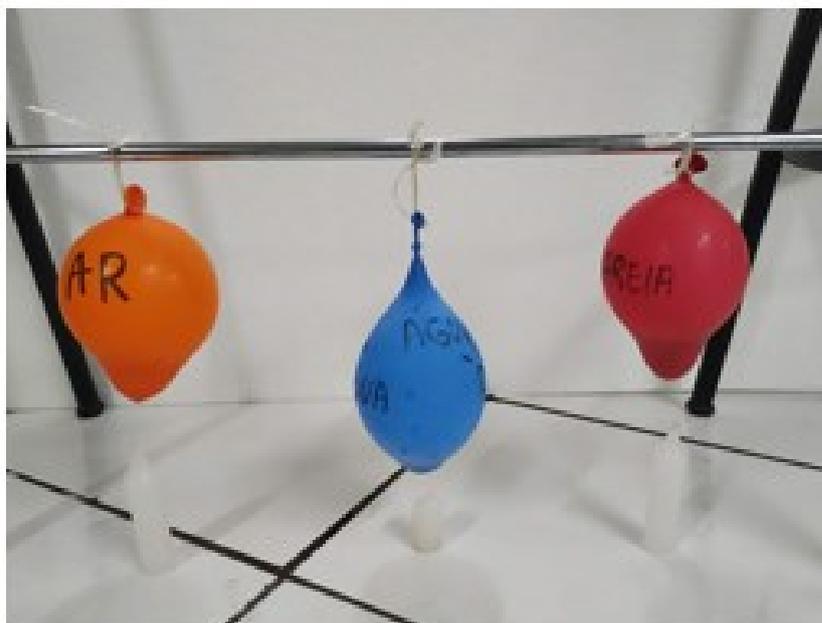
## **3.8 Aula 8: Efeitos das trocas de calor**

Nessa aula, é proposta uma série de atividades experimentais para analisar e discutir sobre os efeitos das trocas de calor.

1º) Variação de temperatura (calor específico e capacidade térmica):

Atividade 17 - Experimento: O balão que não queima.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bH2eBu6IKUE>

**Fotografia 12 - Balão que não queima**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- 3 balões de borracha;
- Água;
- Areia;
- Fonte de aquecimento (três velas);
- Haste de madeira com ganchos para fixar os três balões.

Procedimento:

Comece por encher os balões, colocando ar em um deles. Os outros dois deverão ser preenchidos, um com areia e água. Os três balões deverão ter aproximadamente o mesmo volume. Os dois balões que contém areia e água receberão também ar, para que aproximem os seus volumes do balão cheio com ar. Pendure os balões nos ganchos, acenda as velas e coloque embaixo dos balões.

Resultado e discussão:

O que observamos, é que primeiramente o balão com ar estoura, logo o balão com areia e o balão com água permanece mais tempo sobre o fogo. O que explica o fato é que as diferentes substâncias precisam de quantidade diferentes de calor para chegar a mesma temperatura, e a água precisa de muito mais calor para atingir essa temperatura. O balão não estoura, pois, a água retira a energia térmica por condução,

impedindo que o látex do balão seja atingido. Essa quantidade de calor necessária para elevar a temperatura varia de acordo com a substância, é chamado de calor específico, ou seja, o calor específico indica a relação entre o calor recebido e a respectiva variação de temperatura sofrida pela substância.

Problematização:

1. Nos balões temos substâncias diferentes com massas iguais, mas será que a substância aquecida influencia na variação de temperatura?
2. Qual dos balões estourará primeiro? Justifique sua resposta.
3. Será que teremos algum balão que não irá estourar? Justifique sua resposta.
4. Você certamente já ouviu a expressão: “largaram a batata quente na minha mão”. Mas será verdade que ela sempre está mais quente, uma vez que todos os componentes de um prato foram cozidos juntos e saíram ao mesmo tempo da mesma panela? Sabemos que, ao entrarem em contato, objetos com temperaturas diferentes tendem a trocar calor até ficarem com a mesma temperatura. Estranho que a batata pareça mais quente, não?
5. Muitas cozinheiras preferem cozinhar em panelas de ferro. Apesar de serem menos práticas – enferrujam, são pesadas, ficam pretas. Outras preferem as de alumínio, cobre, inox dentre outras. Qual a razão dessa preferência?
6. Sabe-se que a areia da praia, num dia de verão, fica mais quente do que a água do mar. Mas, se ambas estão recebendo calor de uma mesma fonte térmica que é o sol, por que isso acontece?

2°) Dilatação térmica:

Problematização:

1. Você já deve ter percebido que portões de ferros ficam emperrados com facilidade no verão.
2. Que copos de vidro comum se quebram quando se coloca nele líquido muito quente.
3. Por que devemos utilizar o vidro pirex para o aquecimento de alimento?

4. Por que algumas pessoas aquecem a tampa metálica de vidro de conservas, quando ela apresenta dificuldade para abrir?
5. Na construção de casas, por que são necessárias as juntas de dilatação?
6. Quem já esqueceu uma garrafa de refrigerante no congelador e ela estourou?
7. Ao encher completamente uma panela com água, observa-se que a água transborda depois de certo tempo sendo aquecida?

Atividade 18 - Experimento: Anel de Gravesande.

Disponível em: GASPAR, A. Experiências de ciências para o primeiro grau.

4. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 95

**Fotografia 13 - Anel de Gravesande**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Esfera metálica;
- Anel metálico;
- Vela.

Procedimento:

Passa a esfera que está a uma temperatura ambiente pelo anel. Colocar a esfera para aquecer, utilizando a vela dentro do anel, aguardar a dilatação e tentar passá-la novamente pelo anel. Deixar resfriar e verificar novamente a passagem da esfera pelo anel.

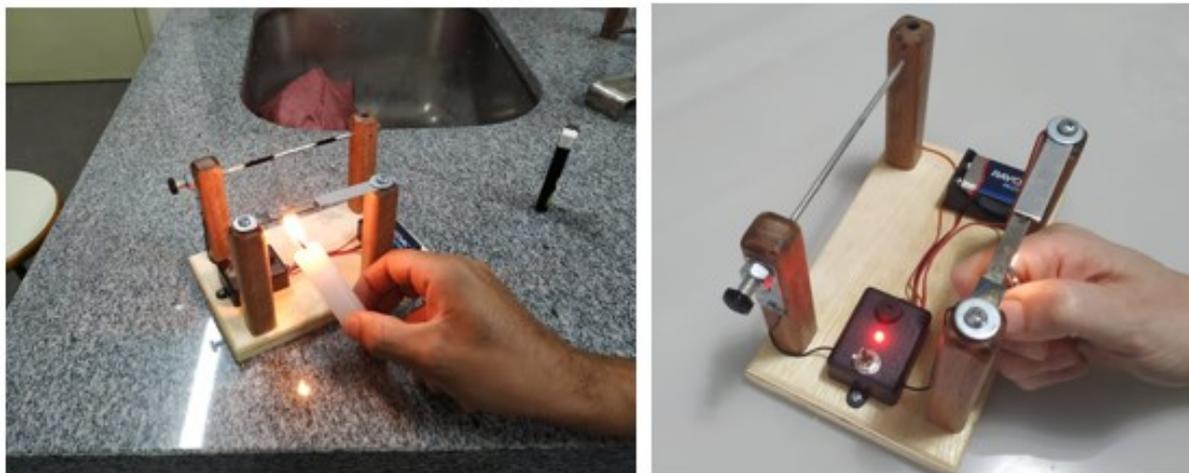
Resultado e discussão:

Observaremos que, ao ser aquecida, a esfera não passará mais pelo anel, pois quando um corpo tem sua temperatura aumentada, as partículas que o compõem (moléculas, átomos, íons), passam a vibrar mais, aumentando, com isso, o espaço entre elas. Essa ocorrência resulta no aumento de tamanho, caso contrário, um corpo resfriado, em geral ocorre a diminuição de suas dimensões, chamamos de contração.

Atividade 19 - Experimento: Lâmina bimetálica e dilatação linear.

Disponível em: CORDOVA, H.P. Equipamentos de experiências. Licenciado em Física pela UFSC, mestre em ensino de Física UFRJ. Rio de Janeiro, 2021.

**Fotografia 14 - Lâmina bimetálica e linear**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Base de madeira de 15x20 cm;
- Pinos de madeira;
- Fios condutores;
- Chave liga/desliga;
- Bateria 9V;

- Suporte Clip de bateria;
- Lâmina bimetálica latão e invar;
- Led;
- Parafusos em geral;
- Barra de alumínio;
- 1 buzzer;
- Esqueiro ou vela;
- Fios elétricos.

Procedimento:

Construir um circuito elétrico simples, com uma associação de dispositivos led e buzzer, ligado na lâmina bimetálica (latão e invar) e na barra de alumínio.

Resultado e discussão:

O dilatômetro bimetálico e linear são dois experimentos de física que abordam dois tipos de dilatação térmica dos metais. A primeira é a lâmina bimetálica, uma lâmina formada por duas chapas de materiais com coeficiente de dilatação diferente (Latão e Invar), assim, quando aquecida ela se curva para o lado com menor coeficiente de dilatação. Já o linear é composto por uma haste de alumínio que fica a poucos micrômetros do parafuso, para que quando aquecida e dilatar, feche o circuito. Em ambas as dilatações, quando aquecidas, o circuito fecha e liga um buzzer (som) e um led. Quando volta à temperatura ambiente, a lâmina ou a haste abrem o circuito. Uma lâmina bimetálica é constituída de duas lâminas de materiais diferentes, unidas firmemente. Na temperatura ambiente, as lâminas são planas e possuem as mesmas dimensões. Quando aquecidas, como os materiais possuem coeficientes de dilatação diferentes, uma das lâminas se dilata mais que a outra.

Atividade 20 – Experimento: Expansão linear com o pirômetro quadrante.

Disponível em: Disponível em: GASPAR, A. Experiências de ciências para o primeiro grau. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 97

**Fotografia 15 - Pirômetro quadrante**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Dilatometro com um fio de ferro preso a um ponteiro com uma régua de 5 cm e na outra extremidade fixo a uma haste. Abaixo um reservatório para colocar álcool.

Procedimento:

Ao colocar álcool no reservatório e acender com fósforo, começará aquecer o fio, que se dilatará puxando o ponteiro indicando quanto centímetro ocorreu de aumento do comprimento do fio.

Resultado e discussão:

Quando um fio é aquecido, ocorre um aumento no comprimento do fio, devido o distanciamento de suas moléculas, dilatação linear.

Atividade 21 - Experimento: Termoscópio de Galileu.

Disponível em: GASPAR, A. Experiências de ciências para o primeiro grau. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 29.

**Fotografia 16 - Termoscópio de Galileu**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- 1 tubo de vidro transparente aberto nas duas extremidades;
- 1 bulbo de lâmpada incandescente sem a rosca;
- 1 rolha de borracha com furo;
- Álcool;
- Corante;
- Cola de silicone ou durepox;
- Régua;
- Recipiente transparente.

Procedimento:

Fixe o tubo transparente no bulbo e vede bem com durepox. Coloque álcool com corante no recipiente transparente e dentro o tubo de vidro. Aqueça o bulbo com a mão ou poderá utilizar um secador.

### Resultado e discussão

Basta aquecer ou resfriar o bulbo da lâmpada, para observar a subida e descida do líquido colorido no tubo. Para aquecer, podemos utilizar as mãos ou um secador de cabelo, no bulbo. Para resfriar, basta molhá-lo com água ou álcool. O ar aquecido aumenta o volume. À medida que o volume aumenta, aumenta o nível do líquido colorido no tubo. Trata-se de um equilíbrio de pressões, quando a pressão interna do ar contido no bulbo se iguala à pressão atmosférica mais a pressão da água. E quando o ar dentro do bulbo é resfriado, seu volume diminui.

Atividade 22 – Experimento: Ebulidor de Franklin.

Disponível em: Parque da ciência -  
<http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/09/o-ebulidor-de-franklin-tesometro.html>

**Fotografia 17 - Ebulidor de Franklin**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Instrumento constituído de um bulbo de vidro totalmente vedado, separado em duas regiões conectadas por um tubo e, em seu interior um líquido volátil, podendo ser álcool, éter, clorofórmio, etc.

Procedimento:

Aquecer o instrumento na mão.

Resultado e discussão:

Ao segurar o bulbo com a mão, ocorre uma troca de calor com o vidro, que contém uma certa quantidade de éter. Aquecemos o local onde se encontra a substância, fazendo com que este dilate e uma pequena parte entre em ebulição e evapore. Devido à dilatação da quantidade do gás nessa região, causa então um aumento na pressão, que empurra o líquido para cima, onde a temperatura está mais baixa e a pressão é menor. Assim, o líquido volta para a base do ebulidor. Se a região que não possui líquido, que está cheia de gás, for resfriada, a pressão irá diminuir, fazendo com que o líquido saia da região de maior pressão para preencher a região com menor pressão.

Atividade 23 - Experimento – Dilatação de Líquidos.

**Fotografia 18 - Dilatação dos líquidos**



Fonte: Autoria própria (2021)

Materiais utilizados:

- Água;
- Álcool;
- Glicerina;
- Garrafas pequenas de vidro transparente, com boca pequena e com tampa de rosquear;
- Corantes de cores diferentes;
- 3 Canudinhos transparentes;
- Recipiente grande de vidro;
- Massa de modelar ou durepox.

Procedimento:

Encher cada frasco com um líquido. Tapar os frascos com a rolha perfurada e introduza um canudo transparente no orifício da rolha. Marcar o nível inicial do líquido em cada um dos canudos. Colocar os frascos dentro de um recipiente de água quente. Aguardar alguns minutos e com uma caneta marque, sobre o canudinho, o nível atingido pelo líquido.

Resultado e discussão:

Observa-se que o álcool etílico sofre maior dilatação ao ser aquecido; a seguir a glicerina e pôr fim a água o que vai ao encontro da previsão teórica tendo em conta os coeficientes de dilatação. Dos três líquidos – água, álcool e glicerina – o álcool é o que sofre maior dilatação ao ser aquecido pois é aquele que atinge uma altura maior no canudo e que a água é o líquido que dilata menos ao ser aquecido.

Atividade 24 - Experimento – Comportamento térmico dos gases.

Disponível em: PIETROCOLA, M. *et.al.* Física em contexto: energia, calor, imagem e som. São Paulo: FTD, 2010, p.215.

**Fotografia 19 - Dilatação dos gases**

**Fonte: Aatoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Garrafa plástica ou de vidro de 1 l de volume;
- Balão de borracha;
- Água quente;
- Bacia.

Procedimento:

Pegue uma garrafa de vidro, e coloque em seu gargalo um balão ligeiramente inflado, dessa forma haverá uma determinada massa de gás dentro do mesmo. Coloque essa garrafa em uma bacia com água fervendo.

Resultado e discussão:

O que será observado é que o volume do balão aumentará e conseqüentemente ocorrerá o mesmo com a pressão interna.

3°) Variação de pressão:

Problematização:

1. Como seria possível encher um balão dentro de uma garrafa sem assoprar e deixar o bico aberto?

2. Seria possível colocar um ovo dentro de uma garrafa, sem empurrá-lo?
3. Uma bola esquecida ao sol, por que fica mais cheia durante o dia do que a noite?
4. Já percebemos que quando uma garrafa de água completamente cheia de água, fechada e aquecida, ela pode aumentar tanto sua pressão interna a ponto de lançar a tampa para longe.
5. Numa panela de pressão, os alimentos como feijão, carnes cozinham mais rapidamente do que em panelas comuns?
6. Por que as panelas de pressão têm válvula em sua tampa?

Atividade 25 – Experimento: Balão cheio e aberto.

Disponível em: Manual do mundo:

<https://www.youtube.com/watch?v=qipY5qVtCA>

**Fotografia 20 - Balão cheio e aberto**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- 1 garrafa grande de 1 l;

- Bexiga de borracha;
- Água quente;
- Água fria;
- 1 funil;
- 1 bacia.

Procedimento:

Pegar a água quente (fervida) e colocar dentro da garrafa. Aguardar que seja aquecida totalmente. Retirar a água da garrafa e colocar o balão no gargalo. Aguardar diminuir a temperatura da garrafa. Para acelerar o processo coloque a garrafa na água fria.

Resultado e discussão:

Quando a garrafa for aquecida, o ar quente em seu interior faz com que a pressão diminua, assim a pressão externa se torna maior. Sendo a pressão externa maior, faz uma força sobre a bexiga, enchendo-a até ficar na posição de equilíbrio.

Atividade 26 – Experimento: O ovo engarrafado.

Disponível em: Manual do mundo -

<https://www.youtube.com/watch?v=v0TCHKHcB8k>

**Fotografia 21 - Ovo engarrafado**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

### Materiais utilizados:

- 1 garrafa de vidro com gargalo grande;
- 1 ovo cozido e sem casca;
- Álcool em gel;
- Algodão;
- Fósforo.

### Procedimento

Molhe o algodão no álcool em gel e jogue dentro da garrafa, em seguida acenda alguns fósforos e jogue dentro da garrafa. Basta encaixar o ovo no gargalo da garrafa e esperar que seja puxado.

### Resultado e discussão:

Quando colocamos fogo dentro da garrafa, o fogo consome todo o oxigênio, fazendo com que a pressão interna diminua. Ao colocar o ovo na boca da garrafa ele é empurrado pela pressão atmosférica, pois a pressão externa é maior que a pressão interna.

4°) Mudança de estado físico da matéria (calor latente).

### Problematização:

1. Por que as substâncias no nosso dia-a-dia mudam de estado físico?
2. O que acontece com uma substância durante uma mudança de estado físico? Como isso acontece? A que temperatura se dá essa mudança? Será apenas uma questão de temperatura?
3. Quem já esqueceu a chaleira no fogão fervendo água e quando percebeu, cadê a água?
4. Podemos transformar água mole em pedra dura?
5. Por que as paredes e o espelho do banheiro ficam embassados quando tomamos banho na água quente?
6. Por que a naftalina some do guarda roupa depois de um certo tempo?
7. Como ocorre a retirada da água nas roupas quando colocamos no varal?
8. Por que os alimentos cozinham em menos tempo no interior de uma panela de pressão do que numa panela comum?
9. É possível ferver a água sem aquecê-la?

10. Vocês já devem ter visto alguém numa festa jogar sal em gelo picado para resfriar mais rápido a bebida, como esse procedimento é possível?

Atividade 27 – Experimento: Observando ponto de fusão e ebulição da água e óleo vegetal.

**Fotografia 22 - Ponto de fusão do gelo**

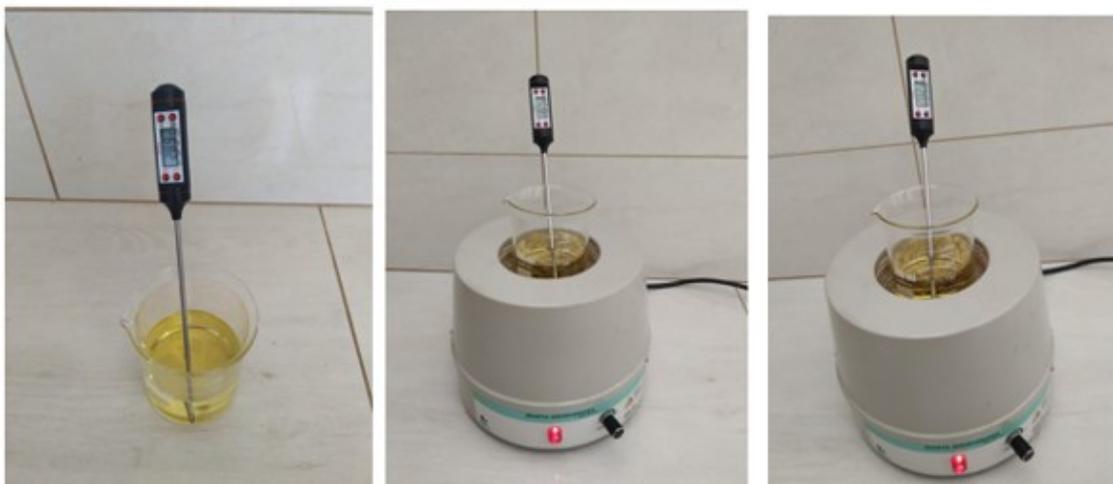


Fonte: Autoria própria (2021)

**Fotografia 23 - Ponto de ebulição da água**



Fonte: Autoria própria (2021)

**Fotografia 24 - Ponto de ebulição do óleo vegetal**

**Fonte: Autoria própria (2021)**

Materiais utilizados:

- Termômetro;
- 2 béquer;
- Tubo de ensaio;
- Gelo picado;
- Água;
- Óleo vegetal;
- Fogareiro.

Procedimento:

Num béquer colocar o gelo, deixar derreter e medir a temperatura de fusão da água. Logo após em outro béquer colocar gelo em camadas e intercalar com sal e posicionar um tubo de ensaio com água no centro do béquer com gelo. Registrar as duas temperaturas. Aquecer num béquer uma certa quantidade de água, ir anotando a temperatura até seu ponto de ebulição. Aquecer a mesma quantidade de óleo vegetal até seu ponto de ebulição, e anotar suas temperaturas.

Resultado e discussão:

O que será observado nesse experimento, é que quando aquece a água sua temperatura vai aumentando lentamente até chegar a  $100^{\circ}\text{C}$  sob a pressão normal, e permanece sua temperatura constante. O que se torna diferente com o óleo vegetal, que não observamos a mudança de fase, ou seja, entrar em ebulição. Ao atingir  $120^{\circ}\text{C}$  começa a produzir pequenas bolhas, podemos observar que ele começa a vaporizar,

mas não ferve e entra em combustão facilmente. O ponto de conflagração é de  $315^{\circ}\text{C}$ , estágio onde o óleo explode em chamas.

Atividade 28 – Experimento: Alternado o ponto de fusão do gelo.

Fotografia 25 – - Ponto de fusão da mistura de água e sal



Fonte: Autoria própria (2021)

#### Materiais utilizados:

- Gelo picado;
- Sal;
- Béquer;
- Termômetro.

#### Procedimento

Coloque o gelo picado no béquer, registre a temperatura inicial. Em seguida, jogue um pouco de sal sobre o gelo picado e registre novamente a temperatura.

#### Resultado e discussão

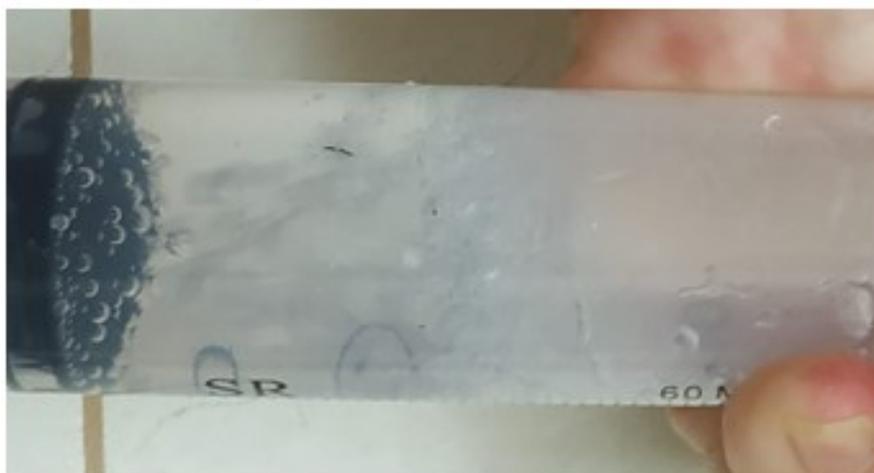
O gelo começa a derreter até atingir sua temperatura de fusão de  $0^{\circ}\text{C}$ , sob pressão normal e sua temperatura permanecerá constante. Ao colocar sal na mistura a temperatura de fusão diminui, sendo inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ . Aos poucos a água congela. As moléculas perdem energia cinética e quanto menor a força intermolecular, menor será seu ponto de congelamento. Ao adicionar o sal na mistura ocorre então uma forte interação entre as moléculas das duas substâncias, dificultando a organização dos cristais de gelo e diminuindo a temperatura, solidificando.

Atividade 29: Experimento: Ebulição abaixo de  $100^{\circ}\text{C}$ .

Disponível em: Brasil escola -

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ebulicao-abaixo-100-graus.htm#:~:text=Coloque%20cerca%20de%2020%20mL,bolhas%20no%20fundo%20do%20recipiente.>

**Fotografia 26 - Ebulição abaixo de 100°C**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

**Materiais utilizados:**

- 1 seringa descartável de 60 ml;
- Fonte de aquecimento;
- Recipiente que vai ao fogo (béquer ou panela);
- Água.

**Procedimento:**

Aqueça 20 ml de água até uma temperatura de 50°C. Retire a água com uma seringa e puxe o êmbolo até a água ocupar cerca de 10 ml do volume total da seringa. Após puxar a água tampe a entrada da seringa com a ponta do dedo, puxe o êmbolo sem retirá-lo.

**Resultado e discussão:**

No instante em que se puxa o êmbolo, a água começa a borbulhar dentro da seringa. Quando expandimos a área de ocupação da água implica numa diminuição de pressão e conseqüentemente o ponto de ebulição diminui. O ponto de ebulição da água neste experimento esteve por volta dos 50°C, que é a temperatura da água que estava no fogo.

## 5°) Calor e trabalho mecânico

## Atividade 30 – Experimento: Pássaro Bebedor

Disponível em: Manual do mundo -

<https://www.youtube.com/watch?v=213122J-omY>**Fotografia 27 - Pássaro bebedor****Fonte: A autoria própria (2021)**Materiais utilizados:

- Equipamento feito com duas esferas de vidro (a superior a cabeça do passarinho e a inferior o corpo do passarinho, de diâmetro maior que a cabeça) ligada a um tubo de vidro. Dentro do recipiente a uma quantidade de éter, substância que se evapora rapidamente e pressão ambiente. Ao fechar o recipiente, parte do ar é retirado. A esfera menor é recoberta por uma fina camada de feltro, O bico de plástico leve colado na cabeça. As pernas e pés do passarinho formam o apoio em relação ao qual a estrutura de vidro pode balançar. Para o equilíbrio é fixada ao tubo de vidro, abaixo de sua região central, tem-se uma fina lâmina de alumínio; e suas extremidades são encaixadas em aberturas feitas nas pernas do equipamento.

Procedimento:

O copo é preenchido de água. Inclina-se o pássaro até que o bico mergulhe completamente na água (aguarde até que todo o feltro fique bem úmido). Solta-se o sistema. Ele retornará e ficará oscilando em torno da posição inicial. Aos poucos a cabeça vai inclinando-se cada vez mais, aproximando-se da água que está no copo. O processo se repete continuamente.

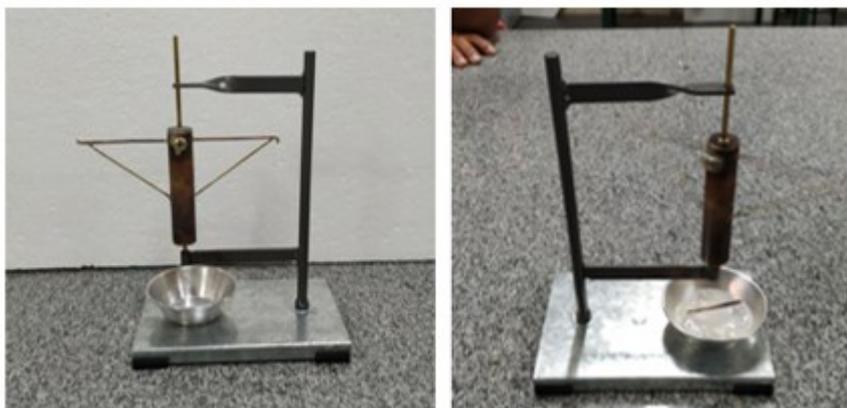
### Resultado e discussão:

Para iniciar seu movimento, é preciso molhar o feltro de sua cabeça com água. Assim, ele começa devagar a inclina-se para frente até que muito depressa seu movimento atinja grande amplitude e chegue à posição horizontal. Isso ocorre devido, a vaporização do éter que tem no interior do pássaro. Quando a temperatura do vapor no interior da cabeça diminui, o mesmo acontece com a pressão. Como o vapor do corpo do pássaro não está diretamente ligado ao vapor da cabeça, permanece a uma pressão mais elevada e a diferença de pressão entre os dois ambientes faz o líquido subir gradualmente pelo tubo. O deslocamento do líquido faz a parte de cima do pássaro ficar mais pesada e faz girar a sustentação das pernas. No início a rotação é lenta, mas começa a acelerar fazendo o pássaro assumir uma orientação horizontal. Cada vez que o pássaro se reclinou seu bico e mergulha na água, o que mantém sua cabeça úmida, a parcial evaporação dessa água vai mantê-la fria. Esse resfriamento é que reduz a pressão do vapor na cabeça do pássaro.

Atividade 31 – Experimento: Máquina térmica.

CORDOVA, H.P. Equipamentos de experiências. Licenciado em Física pela UFSC, mestre em ensino de Física UFRJ. Rio de Janeiro, 2021.

**Fotografia 28 - Máquina térmica**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

### Materiais utilizado:

- 1 Suporte com duas garras;
- 1 Cilindro metálico para colocar água;
- 1 Recipiente de alumínio;
- Álcool em gel;
- Fósforo.

Procedimento:

Encha o cilindro com água. Encaixe na haste e coloque o álcool em gel no queimador (recipiente de alumínio) e em seguida acenda o fósforo.

Resultado e discussão:

A energia térmica do combustível (fonte quente) vai aquecer o cilindro com água. A água entra em ebulição, e está passando do estado líquido para o estado gasoso e o vapor sai sob alta pressão gerando um torque que faz o cilindro girar.

Após a realização dos experimentos, o professor irá proporcionar uma discussão no grande grupo, com a maquete da casa e as consequências da energia térmica em nosso cotidiano.

### **3.9 Aula 9: A Física na cozinha**

Nesta atividade de demonstração prática propõe-se que, ao final de cada uma, alunos e professor em conjunto construam um texto ou cartaz de forma simples e ilustrativo, dos conceitos físicos abordados.

Atividade 32 – Conhecendo o funcionamento da panela de pressão.

Problematização:

- 1) O que é uma panela de pressão? Como funciona?
- 2) Quais conceitos físicos estão relacionados ao funcionamento da panela de pressão?
- 3) Quais cuidados temos que ter com o manuseio da panela de pressão? Por que?

Como a grande maioria dos utensílios que usamos cotidianamente, a panela de pressão passou por muitas etapas de desenvolvimentos antes de chegar a sua forma atual. Ela foi inventada pelo físico francês Denis Papin em 1679. Nessa atividade os alunos primeiramente irão assistir o vídeo: “Como surgiram os enormes motores a vapor”? disponível no youtube em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>. Em seguida propõe-se manusear a panela de pressão e discutir no grande grupo sobre a função de cada parte e seu funcionamento, para o cozimento mais rápido dos alimentos.

Atividade 33 – A garrafa térmica: controlando as transferências de calor.

Problematização:

- 1) Como a garrafa térmica mantém a temperatura de um líquido colocado em seu interior por um certo tempo?
- 2) Uma maneira agradável de rever os métodos de transferência de calor é considerar um dispositivo que iniba os três processos: uma garrafa térmica. Como cada parte evita as transferências de calor, para que os líquidos colocados lá dentro sejam conservados, mantendo-se quentes ou frios?

Nessa atividade os alunos se reúnem em grupos. Entregar uma garrafa térmica para que possam desmontá-la e analisar suas partes, bem como entender, como cada parte evita as transferências de calor e por que é considerada um verdadeiro três em um.

Atividade 34 – A Física da pipoca.

Problematização

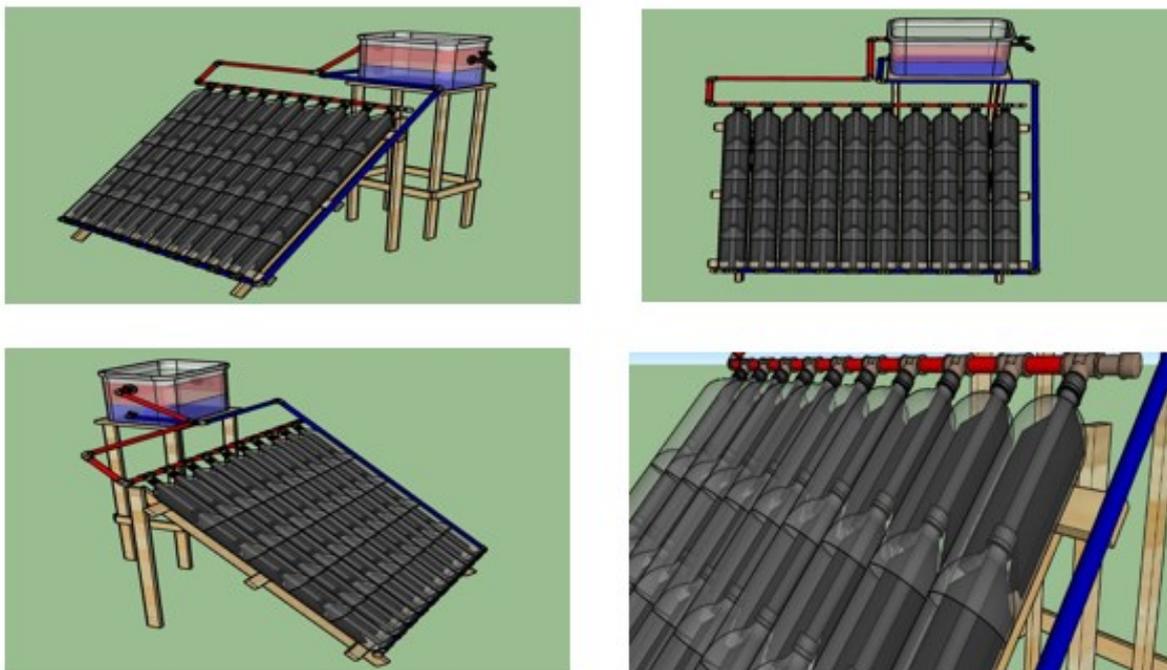
- 1) Há muita física envolvida no processo de estourar pipoca. Já parou para pensar no que acontece com o grão de milho para virar uma pipoca?
- 2) Quais são os conceitos físicos envolvidos na transformação do milho em pipoca?

Propõe-se fazer essa atividade prática na cozinha do colégio onde o professor, juntamente com os alunos irão estourar pipoca nas três maneiras convencionais do dia a dia, na panela, no micro-ondas e na pipoqueira elétrica. Depois, em sala, realizar uma mesa redonda para entender os processos físicos envolvidos no ato de estourar a pipoca.

### **3.10 Aula 10: Mãos à obra: construção do coletor solar de água**

Atividade 35 - Experimentação através da construção de um coletor solar alternativo. A proposta é montar e instalar um protótipo de coletor solar de água.

**Figura 6 - Protótipo do coletor solar de água**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

**Materiais necessários:**

- 60 garrafas PET transparentes de 2 litros;
- 50 caixas de leite longa vida vazios de 1 litro;
- 11 m de canos de PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 20 conexões T em PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 1 cano de PVC de 100 mm com 70 cm de comprimento para molde do corte das garrafas PET;
- 1 fita de auto fusão ou borracha de câmara de ar;
- 1 estilete;
- 1 litro de tinta fosca preta;
- 1 luva;
- 1 martelo de borracha;
- 1 lixa d'água n°100;
- 1 cola para tubos de PVC;
- 1 arco de serra;
- Pregos;
- 1 tábua de madeira com no mínimo 120 mm de comprimento;
- 1 ripa pequena com aproximadamente 15 cm de comprimento;

- 1 fita crepe com largura de 19 mm;
- 2 tampões de PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 4 conexões L (luvas) de PVC de 20 mm e 1/2 polegada;
- 1 caixa d'água de 100 litros.

#### Procedimentos:

A montagem ocorrerá a partir do manual Alano (2008), disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>

Nesse processo, inclui cortar as garrafas pet, dobra e pintura das caixas de leite longa vida, corte e pintura de canos e adaptação da caixa de água para receber a água aquecida pelo sistema.

#### Resultado e discussão:

É possível demonstrar as três formas de transferência de calor. Primeiramente o sol aquece o coletor por radiação. A embalagem de leite possui uma superfície de alumínio que é condutor, assim o fluxo de energia térmica que chega por condução às extremidades da embalagem será conduzido à tubulação. Por sua vez, é transferido para a água, que é aquecida por convecção. Como utilizamos o processo de circulação natural da água do termo sifão, a água quente fica sobre a água fria devido a densidade.

### **3.11 Aula 11: Avaliação da sequência didática**

Atividade 36 - Exposição e apresentação do protótipo do coletor solar e seu princípio de funcionamento feita pelos alunos para as demais turmas do colégio.

Atividade 37 - Entrevista para avaliar o produto educacional é feita pela professora pesquisadora, em que os alunos responderão um questionário de opinião, com 7 questões descritivas/discursivas em relação à proposta de ensino e os recursos didáticos aplicados na sequência didática desse produto.

**Quadro 4 - Entrevista****Entrevista:**

- 1) De acordo com a realização da sequência didática realizada durante as aulas, quais os pontos positivos e negativos apresentados?
- 2) Qual das atividades realizadas você mais achou interessante? E as que menos achou interessante? Por quê?
- 3) Você considera que as atividades experimentais realizadas facilitam a compreensão e aprendizagem dos conteúdos? Por quê?
- 4) Você considera que foi possível compreender os conteúdos teóricos e relacionar o mesmo a situações práticas do cotidiano, a partir do momento que trabalhamos com a maquete da nossa casa? Exemplifique.
- 5) Depois da aplicação utilizando a maquete da casa, você consegue perceber e identificar a presença da Física? Justifique.
- 6) Com a construção do coletor solar de água, de maneira sustentável e com materiais recicláveis. Você consegue compreender a importância da Física na nossa vida?
- 7) Deixe sugestões para melhorar a sequência didática.

**Fonte: Autoria própria (2022)**

#### 4. CONCLUSÃO DO PRODUTO

A construção desta proposta foi pensada e elaborada em cima de algumas aflições e angústias da professora pesquisadora com relação ao ensino da Física na EJA, as especificidades para essa modalidade de ensino e a necessidade de pesquisa nessa área. A fim de contribuir com o ensino da Física nas escolas públicas, buscamos organizar atividades de forma simples que não demandassem de grandes investimentos financeiros, pois nesses colégios de EJA não há nenhum investimento de materiais pedagógicos por parte dos órgãos públicos. O intuito era ofertar para alunos aulas diferenciadas, interativas e dinâmicas, que pudessem despertar o interesse pela Física. Para os educadores que trabalham com a modalidade, oferecer subsídios metodológicos a fim de contribuir para o desenvolvimento profissional e aprimorar sua prática didática, tendo como objetivo a formação de um sujeito capaz de compreender e atuar criticamente na sociedade.

Elaboramos e aplicamos uma sequência de atividades relacionada aos conteúdos da termodinâmica e verificamos se há incorporação do método para essa modalidade de ensino. Partindo dos princípios andragógicos de Knowles e de encontro com a concepção freiriana, destacamos a importância de que os alunos participem das diversas fases do processo de ensino aprendizagem:

O modelo andragógico é um modelo processual, em oposição aos modelos baseados em conteúdo [...] O professor andragógico (...) prepara antecipadamente um conjunto de procedimentos para envolver os seguintes elementos: 1) prepara o aprendiz; 2) estabelece um clima que leva à aprendizagem; 3) cria um mecanismo para o planejamento mútuo; 4) diagnosticar as necessidades para a aprendizagem; 5) formular os objetivos do programa (conteúdos) que atenderão a essas necessidades; 6) desenhar um padrão para as experiências de aprendizagem; 7) conduzir essas experiências de aprendizagem com técnicas e materiais adequados; 8) avaliar os resultados a aprendizagem e fazer um novo diagnóstico das necessidades de aprendizagem. (KNOWLES, 2009, p. 121-122).

Percebemos que a metodologia empregada nesse trabalho, valoriza o aluno, compreende suas necessidades de aprendizagem, estimula sua participação ativa durante a aula e facilita a aquisição do conhecimento. Sendo sua principal característica, relacionar experiências, conhecimentos e diálogos, de forma compartilhada entre alunos e professores.

Os objetivos traçados e almejados nessa pesquisa foram alcançados de forma satisfatória. Conseguimos planejar, desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática que contemplasse atividades com métodos e técnicas voltados para a

aprendizagem da Física térmica abordando os princípios andragógicos. O material produzido é apropriado para a abordagem da Física térmica na EJA, podendo ser livremente e facilmente adaptado no ensino regular pelo professor, de acordo com o número de aulas que possui para a aplicação do conteúdo.

Fazendo uma avaliação geral desse trabalho, diante ainda de não ser uma solução final, se considera ser uma proposta viável, vista que atende as necessidades formativas dos sujeitos da EJA de forma satisfatória, contribuindo para um ensino da Física mais diversificado, favorecendo que o processo de aprendizagem aconteça de maneira significativa, colaborando para a formação de sujeitos com pensamentos críticos, capazes de interagir com o meio em que vivem, realizar mudanças de concepções e interpretar fenômenos físicos que ocorrem à sua volta.

## REFERÊNCIAS

- ALANO, J.A. **Manual sobre construção e instalação do aquecedor solar composto de embalagens descartáveis**. Sema: Secretaria do meio ambiente e recursos hídricos do Paraná. Curitiba, 2008. Disponível em: [http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio\\_zero/Kit\\_res\\_17\\_solar.pdf](http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf). Acesso em 10 de março de 2021.
- ARTE DA FÍSICA EM QUADRINHOS. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2019/09/tirinhas-para-ensino-de-termometria.html>. Acesso em 25 de abril de 2021.
- BRASIL ESCOLA. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ebulicao-abaixo-100-graus.htm#:~:text=Coloque%20cerca%20de%2020%20mL,bolhas%20no%20fundo%20do%20recipiente>. Acesso em 23 de maio de 2021.
- CLUBE DO JINGLE. **Pernambucanas – Quem bate? É o frio**. 1962. 1 vídeo (33s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r38UR-4JjEc>. Acesso em: 15 de julho de 2021.
- FIGUEIREDO, A; PIETROCOLA, M. **Física um outro lado: calor e temperatura**. São Paulo: FTD, 2000.
- GASPAR, A. **Experiências de ciências para o primeiro grau**. 4. ed. São Paulo: Ática, 1996.
- INVENÇÕES NA HISTÓRIA. **Como inventaram o motor a vapor?** 1 vídeo, 14 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvJ2BDhKsaQ>. Acesso em 31 de setembro de 2021.
- KNOWLES, M. **Aprendizagem de resultados: uma abordagem prática para aumentar a efetividade da educação corporativa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/manualdomundo>. Acesso em: 23 de maio de 2021.
- PARQUE DA CIÊNCIA. Disponível em: <http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/09/o-ebulidor-de-franklin-tesometro.html>. Acesso em: 23 de maio de 2021.
- SAMPAIO, J.L. CALÇADA, C.S. **Física**. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005.
- SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Temperatura: história do termômetro**. 1 vídeo. 4min47s. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9105&gt>. Acesso em: 15 de julho de 2021.
- SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ. **Temperatura: escalas termométricas**. 1 vídeo de 4min26s. Disponível em:

<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=9106>.  
Acesso em: 15 de julho de 2021.

TIRINHAS DE FÍSICA. Disponível em:

[http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas\\_menu\\_por\\_assunto/calor.htm](http://www.cbpf.br/~caruso/tirinhas/tirinhas_menu_por_assunto/calor.htm). Acesso em  
25 de abril de 2021.

**ANEXO A - Cronologia da história da termodinâmica clássica: uma ciência fundamental**

<b>Desenvolvimento até o século XVI</b>	
<b>500.000 a.C Homem de Peking</b>	Segundo os historiadores, foi nessa época que se vislumbraram as primeiras evidências da utilização do fogo para aquecimento e iluminação.
<b>100 a.C Philon</b>	Estudou os fluxos de líquidos e gases. Ele descreveu um instrumento para demonstração da expansão do ar. Esse dispositivo pode ter sido usado como uma espécie de termômetro, um dos mais antigos que se tem conhecimento. Na verdade, era um termoscópio, em que o ar quente colocava em movimento a água contida num tubo de vidro com a extremidade superior aberta, graças à variação de pressão do ar.
<b>100 d.C Héron</b>	Inventou o eolípila, um aparelho para medir a força do vapor, que pode ser considerado como precursor da turbina a vapor. Ele fez uma pequena esfera girar em torno de seu próprio eixo, utilizando força do vapor.
<b>1592 Galileu Galilei</b>	Construiu um termoscópio rudimentar a ar, que consistia em um bulbo de vidro, contendo ar, conectado a um tubo de vidro através de um pequeno orifício. Esse tubo era inclinado e a outra extremidade mergulhada numa bacia cheia de líquido colorido. Quando o bulbo era resfriado, o ar se contraía e a coluna de líquido colorido subia pelo tubo inclinado e, quando o bulbo era aquecido, o ar expandia-se fazendo com que a coluna do líquido descesse ao tubo inclinado. As marcações ao longo do tubo, assim as leituras da temperatura eram afetadas pelas mudanças da temperatura e da pressão atmosférica locais. O princípio de funcionamento era semelhante ao do equipamento de Philon.
<b>Século XVII</b>	
<b>1620 Bacon</b>	Propôs as primeiras tentativas para diferenciar calor e temperatura. Especulou, também, que calor não era fluido indestrutível, posteriormente conhecido como calórico, que podia entrar ou sair de um corpo, mas que de alguma forma era movimento de partículas. Acreditava que, o calor era um movimento interno de pequeníssimas partículas que constituem o corpo, onde a temperatura do corpo depende da velocidade de movimento dessas partículas.
<b>1640 Ferdinando II</b>	Construiu o termômetro a álcool. Foi o primeiro termômetro constituído a partir de um líquido em um vidro selado.
<b>1662 Boyle</b>	Estabeleceu a seguinte lei empírica, quando os gases rarefeitos ou as altas temperaturas são mantidas à temperatura constante, verifica-se a seguinte relação: $PV = cte$ . Na época não usava o termo gás, comportamento elástico do ar. Boyle mostrou que estamos imersos num mar de ar, que nos comprime com uma pressão igual a uma coluna de água de 10 metros de altura. Esta é a pressão atmosférica. Este fato deu origem ao conceito de

	<p>pressão. Foi um dos primeiros cientistas a contestar a existência do éter e a afirmar que todas as matérias são constituídas de elementos simples: os átomos.</p>
<p><b>1665</b> <b>Hooke</b></p>	<p>O calor é uma propriedade de um corpo proveniente do movimento da agitação de suas partes; e, portanto, sempre que o corpo for tocado necessariamente deve receber alguma parte deste movimento e, a partir daí suas partes seriam agitadas. Essa ideia é semelhante a que mais tarde se tornou a base da Teoria Cinética dos Gases.</p>
<p><b>1667</b> <b>Hooke</b></p>	<p>Inventou o hidrocópio, aparelho destinado a reconhecer a existência de água subterrânea.</p>
<p><b>1676</b> <b>Mariotte</b></p>	<p>Redescobriu, de forma independente, a Lei de Boyle. Essa lei é conhecida como a Lei de Boyle-Mariotte: Para uma dada massa de um gás mantida a uma temperatura constante, a pressão e o volume são inversamente proporcionais.</p>
<p><b>1687</b> <b>Papin</b></p>	<p>Demostrou que quando a água é aquecida num recipiente fechado, uma enorme pressão é gerada. Esta pressão é capaz de erguer a tampa do recipiente. A partir dessas observações, inventou a panela de pressão e, até mesmo a válvula de segurança para evitar a explosão quando o interior da panela atingia altíssimas pressões. Sugeriu um dispositivo com um cilindro e um pistão.</p>
<p><b>1688</b> <b>Amontons</b></p>	<p>Propôs medir a temperatura pelas variações na pressão de uma massa fixa de gás contida num recipiente a volume constante. Ele usou um tubo de mercúrio para medir as variações de pressão. Definiu o zero absoluto como a temperatura para a qual a pressão do gás tende a zero.</p>
<p><b>1697</b> <b>Stahl</b></p>	<p>Entendeu que o fogo seria uma espécie de substância, a qual ele denominou flogístico. O flogístico é o antecessor do calórico. De acordo com Stahl o flogístico era um elemento sem peso, presente em todos materiais combustíveis. As substâncias que queimavam bem eram ricas em flogístico e as que não queimavam, não o continham. A teoria do flogístico foi aceita por muito tempo para explicar a combustão, a oxidação e na descrição das propriedades químicas e físicas de todos os corpos.</p>
<p><b>1698</b> <b>Savery</b></p>	<p>Obteve o registro de patente para sua bomba a vapor. Criou um mecanismo de bombeamento de água das minas que era através vácuo. Remetidos ao final do século XVII, podemos fazer os seguintes epitome:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Há muito tempo, a ideia de representar numericamente os estados de frio e quente era bem familiar aos físicos e, no século XVII, os termômetros baseados na expansão e na contração do ar e da água já eram usados para medir a temperaturas dos corpos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observamos que a primeira máquina a vapor foi construída no final desse século. No entanto, era pouco eficiente e só adquiriu importância econômica e social depois de aperfeiçoada, ao longo dos primeiros setenta anos do século seguinte.</li> <li>• No século XVII ficaram delineadas duas hipóteses sobre a natureza do calor: uma de que ele era uma substância (defendida por Galileu) e outra de que ele estava associado ao movimento (defendida por Bacon e Hooke). No entanto, ainda permaneciam dúvidas sobre qual destas hipóteses era verdadeira e, também, não se tinha estabelecido uma distinção mais precisa entre temperatura e quantidade de calor.</li> </ul>
<b>Século XVIII</b>	
<b>1701 Newton</b>	Sugeriu uma escala termométrica com dois pontos de referência. No primeiro, ele associou o zero para indicar o ponto de congelamento da água, e no segundo, escolheu o número doze para representar a temperatura do corpo humano.
<b>1704 Newton</b>	Acreditava que o calor consistia num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos.
<b>1705 Leibnitz</b>	Enviou a Papin um esquema da primeira máquina a vapor, prática construída por Savery na Inglaterra. Isso estimulou Papin a um novo trabalho.
<b>1707 Papin</b>	Propôs uma versão aperfeiçoada de sua máquina a vapor.
<b>1712 Newcomen</b>	Reconstruiu sua máquina a vapor de uma forma mais aperfeiçoada. Foi o primeiro a utilizar o sistema de um cilindro com êmbolo. Esta máquina foi utilizada por muito tempo para tirar água de minas e elevar água para as rochas d'água.
<b>1714 Fahrenheit</b>	Construiu um termômetro a álcool. Logo depois utilizou o mercúrio. Nesse termômetro, usou como referência uma mistura de refrigerantes e o corpo humano para estabelecer os pontos fixos. Dividiu o intervalo em 96 partes. Nessa época, observando que a temperatura de ebulição da água variava com a pressão local, construiu também um termobarômetro. Como a temperatura da água depende da pressão atmosférica, o termobârometro era um instrumento usado para medir a pressão atmosférica local, determinando-se a temperatura da água quando ele entrava em ebulição.
<b>1724 Fahrenheit</b>	Construiu um termômetro a mercúrio, tomando como pontos fixos o ponto de ebulição da água (212°F) e o ponto de fusão do gelo (32°F). Dividiu o intervalo em 180 partes iguais. Na verdade foi ele que introduziu o mercúrio como substância termométrica. Isto melhorou em muito a precisão das medidas da temperatura.

<p><b>1730</b> <b>Reáumur</b></p>	<p>Construiu sua escala utilizando um termômetro a mercúrio, tomando como pontos fixos o ponto de ebulição da água (80°R) e o ponto de fusão do gelo (0°R). Dividiu em 80 partes.</p>
<p><b>1738</b> <b>Bernoulli</b></p>	<p>Publicou um tratado sobre fluidos que deu origem à Teoria Cinética dos Gases. Derivou uma expressão para a pressão de um gás, como resultado da variação do momento linear das moléculas, colidindo com as paredes do recipiente, e explicou a Lei de Boyle por meio da suposição de que a temperatura constante e a velocidade média das partículas de um gás permaneciam constantes. Na verdade, os trabalhos de Bernoulli antecipam, em mais ou menos um século, os desenvolvimentos futuros da teoria cinética dos gases e o reconhecimento do calor como forma de energia.</p>
<p><b>1742</b> <b>Celsius</b></p>	<p>Construiu uma escala termométrica que se tornou bastante popular. Originalmente foi chamada de escala centígrada. Este nome perdurou por muito tempo. Hoje é conhecida como Escala Celsius, em sua homenagem. Para construí-la utilizou um termômetro a mercúrio, tomando como pontos fixos o ponto de ebulição da água (100°C) e o ponto de fusão do gelo (0°C), dividindo em cem partes iguais.</p>
<p><b>1747</b> <b>Richmann</b></p>	<p>Observou que a quantidades distintas de uma mesma substância, num mesmo estado de agregação, necessitam de quantidades de calor diferentes para a mesma elevação de temperatura. Isto era um indício de que calor era diferente de temperatura.</p>
<p><b>1754</b> <b>Deluc</b></p>	<p>Observou que a temperatura do gelo não variava durante a fusão. Esta observação tornou-se um dos principais indicativos para definição do calor latente.</p>
<p><b>1760</b> <b>Black</b></p>	<p>Propôs a teoria do calórico. Isso ocorreu sessenta e três anos após Stahl ter apresentado a teoria do flogístico. Acreditava que o calor evidentemente não era passivo; ele é um fluido expansivo, que dilata em consequência da repulsão subsistente entre suas partículas. De forma mais clara, a teoria do calórico baseava-se nos seguintes postulados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O calórico é um fluido elástico que permeia as substâncias, sendo que suas partículas constituintes se repelem mutuamente e são atraídas pelos constituintes de outras substâncias.</li> <li>• O calórico é sensível às variações de temperatura, escoando de um corpo quente para um corpo mais frio, quando colocados em contato térmico.</li> <li>• Durante um processo físico, o calórico não pode ser criado nem destruído sendo, portanto, conservado. Isto mostra que o calórico tem massa e que está se conserva durante um processo físico.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existem dois tipos de calórico: sensível e latente. O calor sensível significa que a mudança no calórico está associada à alteração da temperatura.</li> </ul>
<b>1761 Black</b>	Estabeleceu o conceito de calor latente de fusão e mediu pela primeira vez com muita precisão.
<b>1765 Black</b>	Determinou experimentalmente o calor latente de vaporização da água.
<b>1765 Watt</b>	Desenvolveu, finalmente, uma máquina a vapor mais eficiente e econômica. Ele modificou a máquina de Newcomen, adaptando-a a um condensador externo. Isso evitava que o cilindro fosse aquecido e resfriado em cada movimento. Na verdade, o vapor condensava-se sem resfriar significativamente o cilindro principal. Com essa modificação, sua máquina a vapor tornou-se em torno de 75% mais econômica do que as já existentes.
<b>1769 Cugnot</b>	Utilizou pela primeira vez a máquina a vapor para transporte de artilharia pesada.
<b>1769 Watt</b>	Obteve a patente para sua máquina a vapor modificada, visando à redução do consumo de vapor e de combustível. Foi Boulton quem insistiu com Watt para que modificasse a máquina a vapor para aproveitar não apenas o movimento de subida e descida do pistão, mas que este movimento fosse capaz de girar uma roda. Isso foi feito e a nova máquina a vapor, denominada máquina rotativa, teve uma aceitação imediata. Até por volta de 1800, foi construída quinhentas máquinas, sendo que destas, 38% de bombas para retirada de água e 62% de máquinas rotativas.
<b>1770 Wedgwood</b>	Obteve um resultado científico sobre a radiação de um corpo negro. Ele descobriu que a cor emitida por um forno a alta temperatura independe de qualquer detalhe do forno, do material de que ele é feito, do material no seu interior e, também, de sua forma. A cor só depende da temperatura do forno. Sabe-se hoje que esta é a temperatura de equilíbrio entre a matéria a radiação.
<b>1770 Black</b>	Mostrou experimentalmente, que a temperatura é uma característica do corpo.
<b>1772 Wilche</b>	Observou que quantidades iguais de substâncias distintas necessitavam de quantidades de calor diferentes para a mesma elevação de temperatura. Este fato que induziu a introdução e a definição de calor específico.
<b>1776 Deluc</b>	Observou a dilatação irregular da água e mediu a densidade máxima.

<p><b>1783</b> <b>Lavoisier e Laplace</b></p>	<p>Mediram, experimentalmente, o calor específico para vários materiais e construíram o calorímetro de gelo. O calorímetro é um dispositivo que mede a quantidade de calor. Sob pressão normal, o gelo funde-se a 0°C, consumindo o calor latente de fusão <math>L_F = 80</math> cal/g. Nisso se baseia um calorímetro de gelo, ou seja, o calor que um determinado corpo cede ao gelo calcula-se em função da massa de água de fusão que se forma.</p>
<p><b>1783</b> <b>Lavoisier</b></p>	<p>Negou a teoria do flogístico. Ele mediu o aumento e a diminuição das massas dos gases e das substâncias durante a combustão, no interior de um recipiente fechado, e descobriu que a massa total das substâncias era constante e que a combustão significava simplesmente a combinação da substância com o oxigênio. Lavoisier era um adepto da teoria do calórico, pois considerava o calor como um fluido elástico, indestrutível e imponderável.</p>
<p><b>1784</b> <b>Ingenhousz</b></p>	<p>Observou uma diferença nas condutividades caloríficas dos metais.</p>
<p><b>1784</b> <b>Rumford</b></p>	<p>Investigou a condutividade dos corpos não metálicos.</p>
<p><b>1784</b> <b>Gadolin</b></p>	<p>Formalizou o conceito de calor específico por meio da expressão, <math>c = Q/m \Delta T</math>, onde <math>Q</math> é a quantidade de calor trocada, <math>m</math> a massa da substância e <math>\Delta T</math> a variação de temperatura.</p>
<p><b>1787</b> <b>Charles</b></p>	<p>Estabeleceu a seguinte lei empírica: quando os gases rarefeitos ou altas temperaturas são mantidos a pressão constante, verifica-se a seguinte relação <math>V \propto T</math>. Isso vem do fato que ele havia observado de que todos os gases tinham aproximadamente o mesmo coeficiente de dilatação volumétrica, qual seja <math>\beta \approx 1/273</math>.</p> $\frac{PV}{T} = cte$
<p><b>1788</b> <b>Rosenthal</b></p>	<p>Demonstrou que o calor liberado pelo vapor podia ser usado num calorímetro. Com o desígnio de obter medidas mais precisas dos calores específicos, tornou-se necessário minimizar as perdas de calor que ocorriam nos calorímetros. A partir de então, procurou-se desenvolver calorímetros cada vez mais eficazes.</p>
<p><b>1798</b> <b>Rumford</b></p>	<p>Depois de vários experimentos quantitativos, sugeriu que o calor desenvolvido em uma operação com um canhão deveria provir da energia mecânica gasta nesse processo. Ele estimou o trabalho mecânico produzido por um cavalo em uma hora. Rumford é obrigado a corroborar com a teoria alternativa a do calórico, que na época afirmava o seguinte: o calor não passa de um movimento vibratório que tinha lugar entre as partículas do corpo.</p>
<p><b>1799</b> <b>Davy</b></p>	<p>Concluiu, que o calor era cinético por natureza, ou seja, uma forma de movimento. Primeiro desenvolveu um mecanismo em que uma roda metálica girava e atritava sobre uma placa metálica coberta de cera. A partir dele, observou que mesmo mantendo o sistema congelado, a cera derretia. Uma outra experiência foi feita</p>

	esfregando dois pedaços de gelo, com a temperatura mantida abaixo do ponto de congelamento. Mesmo assim, observou que o gelo derretia. Com isso a teoria do calórico não poderia explicar tais resultados.
<b>Século XIX – estabelecimento das leis fundamentais</b>	
<b>1801 Dalton</b>	Observou que os gases se dilatavam igualmente.
<b>1802 Trevithick</b>	Utilizou a máquina a vapor para transporte de pessoas. Neste ano, ele patenteou uma máquina a vapor de alta pressão para locomover carruagens com condutores. Uma explosão da caldeira retardou o progresso da utilização da máquina a vapor para o transporte.
<b>1802 Gay-Lussac</b>	Observou, independentemente de Dalton, que os gases ideais se dilatavam igualmente. Determinou, experimentalmente e com muita precisão, o coeficiente de dilatação.
<b>1803 Dalton</b>	Formulou na sua teoria atômica. A concepção apresentada sobre a constituição da matéria, apesar de ser muito interessante e inovadora, não se desvinculava da realidade e nem da presença do calórico como um ponto fundamental. Nos sólidos e líquidos os átomos estavam em contato entre si, já nos gases, eles estavam espaçados, mas eram rodeados pelo calórico.
<b>1803</b>	Foi observado que os raios infravermelhos eram refletidos e refratados como luz visível. Começam então os estudos sobre a radiação térmica.
<b>1804 Biot</b>	Formulou a lei do fluxo de calor em metais.
<b>1808 Gay-Lussac</b>	Confirmou experimentalmente, as observações de Charles sobre os gases ideais.
<b>1811 Avogadro</b>	Formulou a lei: um mol de qualquer gás, nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), ocupa sempre o mesmo volume, a saber $V_0 = 22,414$ litros.
<b>1815 Stephenson</b>	Construiu a primeira locomotiva a vapor.
<b>1816 Biot</b>	Mediu experimentalmente, o fluxo de calor em metais.
<b>1817 Breghet</b>	Construiu um termômetro metálico que posteriormente deu origem aos termógrafos, ou seja, os termômetros registradores.
<b>1819 Dulong e Petit</b>	Verificaram, experimentalmente, que o calor específico dos sólidos multiplicado pelo peso atômico tem um valor constante em relação à variação de temperatura. Os desvios dessa lei empírica na região de baixas temperaturas só foram explicados por Einstein em 1907 e por Debye em 1912, utilizando a Teoria Quântica de Planck.

<p><b>1820 Daniell</b></p>	<p>Inventou o higrômetro de condensação. Aparelho para medir a umidade do ar ou de um gás. Os principais higrômetros são de absorção, condensação, evaporação e fio. O higrômetro de condensação tem o funcionamento baseado no princípio da parede fria de Watt.</p>
<p><b>1820 Herapath</b></p>	<p>Derivou as leis de Boyle e Charles, adotando modelos similares de Bernoulli.</p>
<p><b>1821 Seebeck</b></p>	<p>Descobriu que uma força eletromotriz surgia num circuito composto de dois metais similares, cujas junções estavam em temperaturas diferentes. Essa descoberta tornou-se a base do princípio do termopar.</p>
<p><b>1822 Fourier</b></p>	<p>Mostrou, analiticamente, que a condução do calor é semelhante ao escoamento de um fluido. Estabeleceu as leis para a condução do calor em metais.</p>
<p><b>1824 Carnot</b></p>	<p>Faz abordagem da relação entre calor e trabalho. No entanto, Carnot ainda hesitou entre o conceito de calor como fluido material e a noção de calor como resultado de movimento moleculares. Parece que isso tenha sido uma justificativa para que ele não iniciasse suas pesquisas pelo estudo do equivalente mecânico do calor. Visou primeiramente dissecar o mecanismo teórico de funcionamento das máquinas térmicas. Isso conduziu à visualização do segundo princípio da Termodinâmica. Introduziu vários conceitos novos que foram essenciais para eventuais esclarecimentos de algumas ideias pré-clássicas. Estes, mais tarde, levaram à substituição da teoria do calórico pelas duas leis da Termodinâmica. Entre eles, estão os conceitos de reservatórios de calor e reversibilidade e a exigência de uma diferença de temperatura para gerar trabalho a partir de uma interação com o calor.</p>
<p><b>1834 Clapeyron</b></p>	<p>Apresenta a formalização algébrica de Carnot, uma representação gráfica dos ciclos e dos seus funcionamentos. Clapeyron havia determinado anteriormente a constante na expressão de Boyle e Charles para um gás ideal. A equação de Estado dos gases ideais, ficou conhecida como a Equação de Clapeyron, é escrita da seguinte forma: <math>PV = nRT</math></p>
<p><b>1835 Poisson</b></p>	<p>Desenvolveu a teoria matemática do calor.</p>
<p><b>1839</b></p>	<p>A condutividade térmica da água foi determinada pela primeira vez.</p>
<p><b>1842 a 1843 Mayer</b></p>	<p>Propôs que o calor era uma manifestação da energia, assim como trabalho e, que existe uma relação entre eles. Deduz então um valor do equivalente mecânico do calor, partindo da diferença entre os calores específicos de um gás à pressão e aos volumes constantes. Mayer acreditava que as energias são entidades conversíveis, mas indestrutíveis. Em inúmeros casos, vemos que</p>

	<p>um movimento cessa sem ter produzido quer outro movimento (energia cinética) quer o levantamento de um peso (energia potencial), mas a energia, uma vez existente, não pode ser aniquilada; pode somente mudar de forma, e daí surge a questão: Que outras formas podem ela assumir? Somente a experiência pode levar-nos a uma conclusão. Mayer além de cientista era médico, e baseado em observações clínicas e nas ideias de Lavoisier, descreveu que o corpo humano é uma espécie de motor térmico. Começou a questionar se variava ou não a quantidade de calor liberada pelo organismo humano durante a oxidação de uma mesma quantidade de alimentos, no caso de o organismo, além de liberar calor, também produzir trabalho. Se a quantidade de calor não se alterasse, isto queria dizer que, a partir de uma mesma quantidade de alimento, poder-se-ia obter diferentes quantidades de calor. A partir daí, Mayer chegou a conclusão mais importante da Termodinâmica, o calor e o movimento se transformam reciprocamente. Mas Mayer foi ignorado por duas décadas por não ter bases experimental concreta.</p>
<p><b>1845</b> <b>Joule</b></p>	<p>Propôs um aparato, por meio do qual determinou experimentalmente o valor equivalente mecânico do calor. Concluiu que <math>1 \text{ Kcal} = 4,154\text{J}</math>, resultado que tem um desvio da ordem de 1% em relação ao valor atual, que é: <math>1 \text{ cal} = 4,186\text{J}</math> (1 cal é a quantidade de calor necessária para elevar 1 g de água de <math>14,5</math> a <math>15,5^\circ\text{C}</math>). Realizou uma série de observações sobre o calor e seus efeitos. Os resultados de seus experimentos levaram-no a uma determinação muito precisa do equivalente mecânico do calor, o que contribuiu seriamente para o estabelecimento da primeira lei da Termodinâmica como uma manifestação do princípio da conservação da energia.</p>
<p><b>1845</b> <b>Waterston</b></p>	<p>Também derivou as leis de Boyle e Charles, adotando modelos similares ao de Bernoulli. Chegou no seguinte resultado: <math>P = Nmv^2</math>. A menos de um fator numérico, esta corresponde à expressão mais precisa e conhecida como Teoria Cinética dos Gases.</p>
<p><b>1847</b> <b>Helmholtz</b></p>	<p>Padronizou definitivamente a ideia do calor como forma de energia, sob a forma de um Princípio da Conservação da Energia, que atualmente denominamos de Primeira Lei da Termodinâmica. Mostrou também que, para um sistema de partículas, a soma da energia cinética e da energia potencial é constante.</p>
<p><b>1846 a 1848</b> <b>Kelvin</b></p>	<p>Propôs a adoção de uma escala absoluta de temperatura. Uma escala em que o frio infinito (zero absoluto) fosse o ponto nulo da escala. Thomson calculou que o zero absoluto é equivalente à <math>-273^\circ\text{C}</math>, sendo utilizada para medir temperatura absoluta de um objeto.</p>

<b>1850 Clausius</b>	Modificou o tratamento desenvolvido por Carnot, visando descrever a irreversibilidade dos processos naturais. Foi quem introduziu o conceito de entropia.
<b>1851 Kelvin</b>	Como Clausius, apresentou uma modificação do tratamento desenvolvido por Carnot no sentido de descrever a irreversibilidade dos processos naturais. Propôs seu enunciado na segunda lei da Termodinâmica.
<b>1856 Kelvin</b>	Estabeleceu definitivamente a escala do gás ideal, chamada então de escala absoluta de Kelvin ou escala termodinâmica de temperatura.
<b>1857 Clausius e Krönig</b>	Iniciaram uma nova fase para o estabelecimento da teoria cinética dos gases. Clausius, em particular, através de um tratamento matemático mais rigoroso, obteve o fator 1/3 para a expressão matemática de Waterston, introduziu o conceito de livre caminho médio.
<b>1859 Kirchhoff</b>	<p>Demostrou, por meio da Termodinâmica que, a uma temperatura constante, a quantidade de energia radiante dentro de uma cavidade fechada - este é um dispositivo que simula as propriedades da superfície de um corpo negro - é independente das paredes da cavidade, o que significa, em termos do corpo negro, a natureza deste corpo. Denotando-se a densidade espectral dessa radiação de frequência <math>\nu</math> contida num volume unitário da cavidade à temperatura <math>T</math> por <math>\rho T(V)</math>, a Lei de Kirchhoff pode ser expressa da seguinte forma:</p> $\rho T(V) = F(\nu, T)$ <p>Onde, <math>F(\nu, T)</math>, é uma certa função universal da frequência e da temperatura. Originalmente, ele mostrou que a razão entre a emissividade e o coeficiente de absorção é dada por:</p> $\frac{e\nu}{a\nu} = \frac{c}{8\pi} F(\nu, T)$ <p>Introduziu o termo corpo negro para designar um corpo que transforma em calor toda radiação que incide sobre ele.</p>
<b>1860 Maxwell</b>	<p>Observou que dois corpos com temperatura iguais a de um terceiro tinha também a mesma temperatura – Equilíbrio térmico. Encontrou uma função para a distribuição de velocidades entre moléculas de um gás. Matematicamente dada por:</p> $f(\nu) = C e^{-\frac{m\nu^2}{2K_B T}}$
<b>1860</b>	A condutividade térmica dos gases foi determinada pela primeira vez.
<b>1864 Geissler</b>	Construiu o primeiro termômetro de uso clínico.

<p><b>1865 Clausius</b></p>	<p>Propôs uma formalização teórica para um ciclo reversível, qualquer, construindo-o a partir de uma sucessão de ciclos de Carnot. Para isso, introduziu uma nova função de estado, que foi por ele denominada de entropia. Esse termo de origem na palavra grega “entropé”, que quer dizer mudança, volta ou transformação. Formulou os dois princípios de uma maneira bastante geral, qual seja: A energia do universo é constante e a entropia do universo se aproxima de um máximo.</p>
<p><b>1871 Boltzmann</b></p>	<p>Generalizou a distribuição de Maxwell para expressar a distribuição de probabilidade da energia das moléculas. A expressão matemática é dada por:</p> $P(E) = Ce^{-\frac{E}{KBT}}$
<p><b>1873 Van Der Waals</b></p>	<p>Determinou a equação de estado de um gás real incluindo duas constantes de correção na equação de estado de Clapeyron para um gás ideal. Essa equação era representada matematicamente da seguinte forma:</p> $\left[ P + \frac{an^2}{V^2} \right] (V - nb) = nRT$ <p>Nessa equação, a e b são constantes empíricas que tem valores diferentes para cada gás. A constante <u>a</u> depende da força de atração entre as moléculas. Esta atração reduz a pressão do gás que é exercida sobre as paredes do recipiente. A diminuição da pressão é proporcional ao número de moléculas por unidade de volume, em uma camada próxima da parede e de outra camada, depois da primeira, daí o fator <math>n^2/V^2</math>. A constante <u>b</u> representa o volume total das moléculas e, conseqüentemente, <math>V - nb</math> é o volume resultante disponível para o movimento das moléculas.</p>
<p><b>1875 Gibbs</b></p>	<p>Publicou um artigo sobre o Equilíbrio das Sustâncias Heterogêneas, no qual ele introduz os potenciais termodinâmicos energéticos. Os potenciais termodinâmicos entrópicos haviam sido introduzidos por Massieu, em 1869. Aplicou a lei da Termodinâmica às reações químicas, introduzindo o conceito de Energia Livre de Gibbs. Mostrou que esta função é um mínimo para um sistema em equilíbrio quando a temperatura e a pressão são mantidas constantes.</p>
<p><b>1877 Boltzann</b></p>	<p>Redefiniu a entropia em termos probabilísticos. Expressa na fórmula:</p> $S = K_B \ln \Omega$ <p>Na qual <math>\Omega</math> é o número de estados microscópicos acessíveis ao sistema correspondentes a um mesmo estado macroscópico e <math>K_B</math> a constante de Boltzmann.</p>
<p><b>1878 Otto</b></p>	<p>Desenvolveu um motor de quatro tempos, cujo funcionamento obedece ao Ciclo de Otto. Os motores a gasolina operam de forma aproximada segundo esse ciclo.</p>

<b>1878 Hiippolyte Carnot</b>	Propôs a academia de Ciências a publicação de uma nova edição da obra de Sadi Carnot, afirmando a contrariedade à teoria do calórico como uma substância e que o calor era uma forma de energia, muito embora era chamado de calórico. Informou também a relação aproximada de calor e trabalho.
<b>1879 Stefan</b>	Descobriu que a emissividade total de um corpo negro era proporcional à quarta potência da temperatura absoluta.
<b>1882 Helmholtz</b>	Observou que o trabalho máximo que pode ser feito por forças é expresso pelo decréscimo do que ele chamou de energia livre, hoje conhecida como Função Potencial de Helmholtz. Concluiu que: se a energia livre de um sistema é mantida a temperatura e volume constantes num valor mínimo, então o sistema está em equilíbrio termodinâmico.
<b>1884 Boltzmann</b>	<p>Mostrou teoricamente a lei empírica de Stefan, combinando conceitos da Termodinâmica com fundamentos da Teoria do Campo Eletromagnético de Maxwell. Conhecida como a Lei de Stefan – Boltzmann na expressão matemática.</p> $\rho T = aT^4$ <p>Nesse trabalho, a radiação é tratada como um gás e a ela é então associada uma entropia. A ideia de uma pressão de radiação, expressa como um terço da densidade de energia devida a Maxwell, utilizada na demonstração de Boltzmann.</p>
<b>1892 Diesel</b>	Desenvolveu um motor de quatro tempos, cujo funcionamento obedece o Ciclo de Diesel. Os motores atuais a óleo diesel operam de forma aproximada segundo este ciclo.
<b>De 1880 a 1920, foram realizados estudos publicados por Newton, de uma lei empírica no sentido de compreender a transferência de calor por convecção</b>	
<b>1900 Planck</b>	Apresentou o conceito de quantum de energia. Usando uma estatística particular para comportamentos discretos da energia, encontrou uma expressão analítica para a distribuição espectral da radiação de corpo negro. Esse trabalho além de contribuir na base da Teoria Quântica, deu origem a Termodinâmica Estatística Moderna.
<b>Desenvolvimentos a partir do século XX (após 1901) – apenas alguns fatos</b>	
<b>1902 Gibbs</b>	Propõe a designação Mecânica Estatística e a formalizou nas condições de equilíbrio e introduziu o conceito de Ensembles.
<b>1905 Poincaré</b>	Levantou a questão sobre a definição de temperatura e de calor e a respeito dos enunciados das duas primeiras leis da Termodinâmica.

<p><b>1906</b> <b>Teorema de Nernst</b></p>	<p>Na vizinhança do zero absoluto, num processo isotérmico, todas as transformações em um líquido ou sólido cristalino puro ocorrem sem variação da entropia. Muitos consideraram esse teorema como uma forma alternativa de expressar a terceira lei da Termodinâmica.</p>
<p><b>1908</b> <b>Kamerlingh Onnes</b></p>	<p>Conseguiu produzir o hélio no estado líquido.</p>
<p><b>1909</b> <b>Carathéodory</b></p>	<p>Apresentou uma estrutura lógica alternativa para a Termodinâmica. Sua teoria baseava-se apenas em definições de variáveis mensuráveis.</p>
<p><b>1911</b> <b>Planck</b></p>	<p>Formulou a Terceira Lei da Termodinâmica da seguinte maneira: Além de sua variação, a própria entropia de toda substância sólida ou líquida em equilíbrio é nula.</p>
<p><b>1912</b></p>	<p>Todos os cristais perfeitos têm a mesma entropia no zero absoluto. Como a entropia neste caso é nula no zero absoluto, implica que podemos estabelecer uma escala absoluta para seus valores. Os principais cientistas responsáveis pela formulação foram Nernst e Planck.</p>
<p><b>1927 a 1937</b> <b>Gustav Simon</b></p>	<p>Mostrou que o Teorema de Nernst não é tão genérico, mas que se restringe apenas aos processos isotérmicos reversíveis. Os resultados teóricos de Nernst e Planck incentivaram os físicos a realizarem experimentos buscando atingir na prática, o zero absoluto. A experiência tem mostrado, no entanto que, quanto mais se aproxima do zero absoluto, fica mais difícil continuar resfriando o material. Assim, foi formulado o Princípio da Inatingibilidade do Zero Absoluto: É impossível reduzir a temperatura do sistema a zero absoluto por meio de um número finito de processos. Na prática, já se conseguiu produzir hélio líquido a temperatura de <math>T = 0,001\text{K}</math>. Pode-se mostrar que esse princípio é equivalente à Terceira Lei da Termodinâmica. Ele é compatível com o resultado de Carnot, de que o rendimento de uma máquina térmica não pode nunca ser de 100%. Se assim o fosse, a fonte fria teria estar a zero absoluto.</p>

## **ANEXO B – Interrogatório com o calor**

E o que são o frio e o calor? Que tal colocarmos os dois no banco dos réus?

Pensamos em dispô-los frente a frente, mas... Veja por que desistimos.

O elemento calor atendeu à intimação. Já o outro preferiu esquivar-se. E, pasmem, um depoimento decisivo nos surpreendeu!

Veja na íntegra do interrogatório com o calor:

\_ Qual é seu nome?

\_ Calor.

\_ Então é você que provoca as secas, algumas queimadas e outros tantos acontecimentos?

\_ É...mas também sou responsável pelas chuvas...

\_ Como? Quer dizer que você é culpado pelas cheias, pelas enchentes?

\_ Sim. No fundo sou.

\_ Tentamos marcar um encontro entre você e o frio, mas, como pode ver, ele não apareceu.

\_ Eu sabia que ele não viria.

\_ Como você sabia? Ele o avisou?

\_ Não, não...Ele não existe! Nunca existiu? Na verdade, sou o responsável pelas geadas, pelas tempestades de neve, etc.

\_ O quê? Como você pode esquentar e esfriar?

\_ Não se espante. Posso explicar como tudo acontece. Mas talvez fosse melhor começar por um caso em particular. O senhor já deve ter se esquentado, pela manhã, com a chegada dos primeiros raios de sol, não é?

\_ Sim claro. Principalmente nas manhãs de verão.

\_ É também já deve ter pego um dia de inverno, com o céu encoberto, em que sentiu os pés gelarem.

\_ Claro que sim. Mas por que tantas perguntas?

\_ Pois bem, sou o responsável por todas essas situações. Chego diariamente em grande quantidade na Terra, vindo do sol. Na verdade, uma grande estrela, cuja a superfície apresenta uma temperatura de 6000°C. É muito quente.

\_ Se você vem de um lugar em que a temperatura é de 6000°, é razoável que você possa esquentar. Mas e sobre as geadas e a sensação de frio? Como isso é possível?

\_ Calma, eu chego lá. O sol não me envia sozinho, em bandos. Todos nós aquecemos, mas alguns fazem outras coisas além disso. Uns vêm com a função de colorir o mundo na forma de luzes: vermelha, laranja, amarela, verde, azul, anil e violeta. Outros não são visíveis como a luz, mas tem a capacidade de esquentar muito a pele humana, como a radiação infravermelha. E ainda há a radiação ultravioleta, que em excesso pode fazer mal aos seres vivos, pois modifica o código genético das células.

\_ Espere um momento. Quer dizer que você e a radiação solar são a mesma coisa?

\_ nesse caso, sim...Mas nem sempre isso ocorre.

\_ Você está me deixando confuso. Afinal de contas, quem é você? Até agora não me disse como pode produzir geadas e frio.

\_ Desculpe se estou complicando as coisas. Vou tentar explicar melhor. Na realidade, as pessoas me associam com as mudanças de temperatura dos corpos, mesmo que isso nem sempre seja verdade. Quando uma chama aquece uma panela com água, por exemplo, dizem que estive lá. O mesmo ocorre se no lugar da chama for colocado carvão em brasa.

\_ Agora estou me lembrando de alguns relatos antigos, nos quais as pessoas afirmavam que, ao pôr um corpo quente em contato com um frio, havia passagem de um fluído do primeiro para o segundo. Então você é esse tal fluído!

\_ Essas histórias são muito antigas...As pessoas nem lembram mais delas.

\_ Não é bem assim. Muita gente ainda lembra disso. Acreditava-se que você se escondia no fogo e de lá seguia para a toda a vizinhança, esquentando tudo ao seu redor. Havia até quem dissesse que, ao se instalar nos corpos, você aumentava o peso deles. Você era chamado por alguns de calórico.

\_ Tudo engano. Não sou um fluído nem nada de material. É que as pessoas são curiosas e, ao tentarem compreender os fenômenos envolvendo as sensações de quente e frio, usam informações e ideias disponíveis na época. Percebiam que, ao receber calor, uma barra de ferro ganhava algo. Esse “algo” deveria ser um tipo de matéria e, portanto, o corpo aquecido tinha seu “peso” aumentado.

\_ É, e depois, pararam de falar desse tal calórico.

\_ Pararam porque, entre outras coisas, ao “pesarem” alguns corpos que ganhavam calor viram que o peso não variava.

\_ Esse resultado deve ter sido inesperado. Como os estudiosos da época reagira a isso?

\_ A natureza é cheia de surpresas. A todo momento ela desafia, exigindo novas ideias. A reação de muito foi abandonar a ideia de fluído e adotar outra. Outros insistiram na existência do calórico, porém, como um fluído sem massa.

- Tudo bem. Já entendi como você esquentas coisas e que não é um fluído. Mas estou ficando irritado com sua má vontade em responder minha pergunta: como consegue fazer gelo?

\_ Espere um pouco. Não falei isso. Afinal, não sou uma geladeira. Disse que também sou responsável pelas coisas frias. Mas é por omissão!

\_ Por ação ou por omissão, para mim dá no mesmo! Pode ir se explicando...E sem rodeios!

\_ Pois bem. Vamos voltar à radiação solar. Qualquer uma das radiações, ao ser absorvida pelos objetos, aumenta a vibração de suas moléculas. É uma magnífica transformação de energia! Essa vibração que as moléculas ganham provoca o aumento de temperatura do corpo.

\_ Muito interessante...

\_ Ao ficarem quentes, os objetos transformam-se numa eficiente fonte de calor. E aí estou eu novamente, entrando em cena com cara nova.

\_ Tudo bem, tudo bem. Só que você ainda não explicou como pode esfriar as coisas...

\_ Estou chegando lá. Se o sol não enviasse uma quantidade enorme de radiação para a Terra, de onde as moléculas da superfície terrestre ganhariam energia para vibrar? Se não vibrassem, permaneceriam frias. Quanto menos vibrarem, mais baixa será a temperatura do corpo que elas constituem. Ou sejam o corpo que elas constituem. Ou seja, o corpo que não ganha calor permanece gelado.

\_ E os objetos que são estão quentes?

\_ Pois é. Os corpos que já se encontram com temperaturas elevada podem esfriar ao perder calor, isto é, ao cedê-lo para a vizinhança. Sou eu caindo fora da situação.

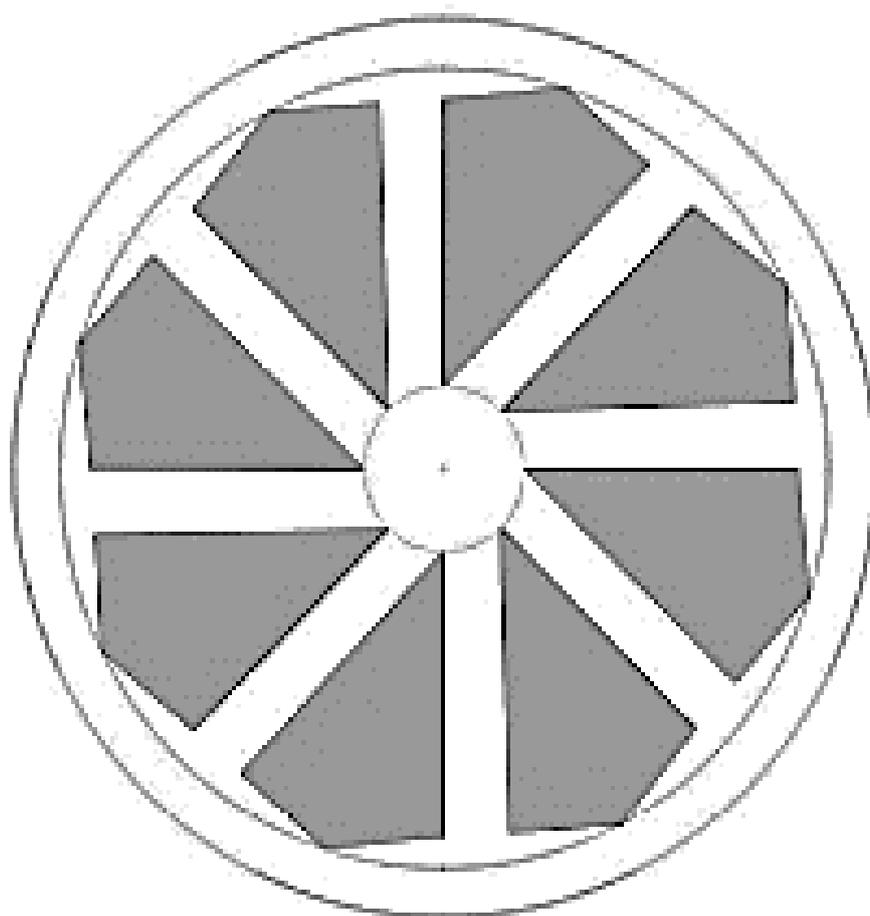
\_ É um verdadeiro crime de omissão deixar essas moléculas com pouco ou sem movimento algum!

\_ Não é possível comentar todos ao mesmo tempo!

\_ Quer dizer que o frio não existe?

\_ Isso mesmo. O que existe é o calor, uma maravilhosa sensação que o senhor não vê, mas sente na própria pele! Minha ausência deixam os corpos frios. Que tal conhecer-me ainda melhor?

**ANEXO C - Molde do tampo da luminária do abajur de convecção**



Disponível em: Manual do mundo- <https://www.youtube.com/watch?v=AEd6USvIPNc>