

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

ALESSANDRA DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E  
TEMPERATURA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

MEDIANEIRA  
2018



## UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Alessandra da Silva

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

Orientador: Shiderlene Vieira De Almeida  
Coorientador: Fabio Rogerio Longen

MEDIANEIRA  
04/2018

# FICHA CATALOGRÁFICA

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

**S586u**

Silva, Alessandra da

Uma proposta de ensino para o estudo de calor e temperatura no 5º ano do ensino fundamental / Alessandra da Silva – 2018.

96 f. : il. ; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientadora: Shiderlene Vieira de Almeida.

Coorientadora: Fabio Rogerio Longen.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Termodinâmica. 2. Física - Experiências. 3. Ensino de Física - Dissertações. I. Almeida, Shiderlene Vieira de, orient. II. Longen, Fabio Rogerio, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Por

**ALESSANDRA DA SILVA**

Essa dissertação foi apresentada às catorze horas, do dia vinte e seis de abril de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa Física no Ensino Fundamental, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – Polo Medianeira, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Shiderlene Vieira de Almeida (Orientadora – MNPEF)

---

Profa. Dra. Elizandra Sehn (Membro Interno – MNPEF)

---

Profa. Dra. Amanda de Mattos Pereira Mano (Membro Externo – UNESPAR)

A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

Dedico este trabalho à minha família,  
meus pais Santo e Rejane, pelos  
momentos de ausência e paciência  
durante todo esse tempo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças em cada momento deste trabalho.

Agradeço imensamente o apoio incondicional de minha família, principalmente meus pais, minha irmã e meu querido Luciano.

Agradeço a minha orientadora Professora Dra. Shiderlene Vieira de Almeida, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço ao meu coorientador Professor Dr. Fabio Rogerio Longen que me auxiliou neste trabalho me orientando nessa caminhada, assim como os demais professores que fazem parte do programa de Pós-Graduação do MNPEF do polo Medianeira/PR.

Aos meus colegas de turma pelas trocas de experiências durante este tempo, bem como meus amigos que sempre me apoiaram nessa caminhada.

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

## RESUMO

### UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Alessandra da Silva

Orientador: Shiderlene Vieira De Almeida  
Coorientador: Fabio Rogerio Longen

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

Através de uma sequência didática é possível trabalhar conceitos de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental, articulando conceitos chave e desenvolvendo atividades que permitam ao aluno refletir sobre tais conceitos, tornando a aprendizagem significativa. As palavras Calor e Temperatura são utilizadas diariamente para expressar sensações térmicas, mas não se busca compreender os significados intrínsecos ligados a elas, e quando meramente expostas ao aluno podem ter ideias mais distantes do pensamento científico. Porém, com situações-problema, atividades lúdicas e experimentais é possível transpor os mesmos de forma que o estudante interaja com aquilo que já sabe e internalize esse novo conhecimento trazendo para si os significados físicos, bem como a interpretação dos fenômenos associados, como a definição de Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico. Diante disso, buscou-se a aplicação de um produto educacional, que consistiu na realização de atividades específicas sobre a temática em questão, realizada em uma turma de vinte alunos do quinto ano do Ensino Fundamental, com duração de oito aulas de quarenta e cinco minutos e se mostrou eficaz no seu objetivo que era a compreensão dos conceitos relacionados aos temas - Calor e Temperatura.

Palavras-chave: Sequência Didática. Calor. Temperatura. Aprendizagem Significativa. Situações-problema.

MEDIANEIRA  
2018

## **ABSTRACT**

### **A TEACHING PROPOSAL FOR THE STUDY FOR HEAT AND TEMPERATURE IN THE FIFTH YEAR OF FUNDAMENTAL EDUCATION**

Alessandra da Silva

Orientador: Shiderlene Vieira De Almeida

Coorientador: Fabio Rogerio Longen

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Through a didactic sequence it is possible to work physics concepts in the initial grades of elementary school, articulating key concepts and developing activities that allow the student to reflect on these concepts, making learning meaningful. The words Heat and Temperature are used daily to express thermal sensations, but one does not seek to understand the intrinsic meanings attached to them, and when merely exposed to the student they may not have real meaning, but with problem situations, ludic and experimental activities it is possible to transpose the so that the student interacts with what he already knows and internalizes this new knowledge by bringing to him the physical meanings as well as the interpretation of the associated phenomena, such as the definition of Heat, Temperature and Thermal Equilibrium. The application of the educational product was carried out in a group of twenty students of the fifth year of elementary school and proved effective in its objective which was the understanding of the concepts related to Heat and Temperature.

Keywords: Didactic Sequence. Heat. Temperature. Significant Learning. Problem Situations.

MEDIANEIRA  
2018



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do Termoscópio de Galileu.....	9
Figura 2: Representação do Termômetro de Mercúrio.....	11
Figura 3: Observação gráfica do ponto triplo da água.....	12
Figura 4: Exemplos de processos de transferência de Calor: condução, convecção e radiação.....	14
Figura 5: Representação esquemática de uma máquina térmica.....	18
Figura 6: Placas distribuídas aos alunos, representando os estados físicos da matéria .....	29
Figura 7: Recipiente com bolinhas usado para exemplificar a água nos três estados físicos da matéria.....	30
Figura 8: Atividade prática com as bacias sobre Equilíbrio Térmico .....	32
Figura 9: Manuseio dos termômetros pelos alunos .....	36
Figura 10: Barco à vapor construído com materiais alternativos.....	40
Figura 11: Demonstração da mini usina termoelétrica.....	41
Figura 12: Tabuleiro humano do Jogo do Saber.....	42

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 DIRETRIZES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 CALOR E TEMPERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Equilíbrio Termodinâmico e o Conceito de Temperatura .....	8
2.2.2 Escalas Termométricas e Termômetros .....	10
2.2.3 Conceito de Calor .....	13
2.2.4 Leis da Termodinâmica .....	14
<b>2.3 FUNDAMENTOS DO ENSINO DA APRENDIZAGEM.....</b>	<b>19</b>
<b>3 TRABALHANDO COM CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO FUNDAMENTAL .....</b>	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 AVALIANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>27</b>
4.2.1 Atividade 1: Diferença entre as moléculas que formam os corpos dependendo do estado físico da matéria em que se encontram.....	27
4.2.2 Atividade 2: Como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?.....	31
4.2.3 Atividade 3: Temperatura e uso dos termômetros.....	33
4.2.4 Atividade 4: Conceito de Calor.....	36
4.2.5 Atividade 5: Calor e Transformação de Energia.....	38
4.2.6 Atividade 6: Jogo do Saber.....	41

<b>4.3 VERIFICAÇÃO DO NOVO CONHECIMENTO SOBRE CALOR E TEMPERATURA.....</b>	<b>46</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>54</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é direcionado para professores do Ensino Básico – Médio e Fundamental, com ênfase na área de Física, objetivando a criação de produtos educacionais voltados ao ensino na Educação Básica, por meio de estratégias didáticas que contemplem os conteúdos relacionados com novas maneiras de ensinar.

O tema Calor e Temperatura nas séries iniciais do Ensino Fundamental são conceitos pouco explorados e ao mesmo tempo o uso das palavras “Calor” e “Temperatura” é muito usual para representar principalmente “situações quentes” sem saber o real significado de tais palavras e, sobretudo, compreender que as mesmas não possuem o mesmo significado.

Os alunos começam a acessar novas tecnologias desde cedo, com pouca idade, no quinto ano a grande maioria já utiliza celular, computador, e sabe fazer buscas em sites de pesquisa na internet, por exemplo. Poucos se atentam a compreender os fenômenos do dia a dia e buscar respostas em várias fontes. Na sala de aula, observa-se que muitos deles têm um pensamento distante do científico e sentem dificuldade para compreender o novo conhecimento proposto. Trabalha-se com diversas estratégias didáticas, visando maior interesse por parte dos estudantes, mas nem sempre o mesmo tem êxito. Ao trazer atividades que envolvem o debate, manuseio de materiais e trabalho em equipe por parte dos alunos, é possível perceber que os mesmos se sentem motivados a estudar o conteúdo proposto, buscam debater, tirar dúvidas, e compreender de fato os conceitos estudados, tornando significativa a aprendizagem.

Os conteúdos relacionados à Termodinâmica envolvem conceitos que fazem parte do cotidiano dos alunos, como Calor, Temperatura, termômetros, mas não percebem o que há por trás desses nomes além da relação com algo quente. Dentro desse panorama faz-se necessário conhecer as fontes de energias essenciais para nosso cotidiano, e trabalhar o conhecimento científico com os estudantes. A energia elétrica é algo indispensável na atualidade, mas sabe-se que muitas dessas fontes prejudicam o meio ambiente. Pensando nisso, é preciso que desde cedo os alunos compreendam conceitos como Energia, Calor e Temperatura, o que é pouco explorado nos anos iniciais do Ensino Fundamental, dentro das aulas de Ciências.

Porém, se o tema é trabalhado já nos primeiros anos do Ensino Fundamental o aluno tem o primeiro contato com esse conteúdo e começa a abrir mais sua visão de mundo, descobrindo o significado científico das coisas ao seu redor.

Através de propostas pedagógicas para o quinto ano do Ensino Fundamental o aluno é instigado a ir além do seu conhecimento habitual, fazendo-o questionar-se sobre o mundo a sua volta, no qual uma proposta sobre os conceitos de Calor e Temperatura o faz refletir sobre as atividades do seu próprio dia a dia, através de assuntos diversificados, e atividades como jogos, brincadeiras, discussões, levando-o a descobrir novas concepções sobre o mundo que o cerca.

A maioria dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental tem formação em nível superior em Pedagogia ou nível médio em Magistério, exigidos para trabalhar com as Séries Iniciais, e o tema Calor e Temperatura é mais distante de sua formação. Nas aulas de Ciências muitas vezes este tema é visto rapidamente, e, é de grande importância que desde cedo se forme o pensamento crítico dos estudantes com relação a este assunto, sendo de grande valia que o docente esteja preparado para ministrar aulas sobre o assunto.

Neste contexto, esta proposta visa apresentar uma possibilidade de ensino deste tema por meio de uma sequência didática estruturada com diversas atividades como jogos, situações problema, atividades práticas. O trabalho foi realizado em uma Escola Pública Municipal do oeste do Paraná, que atende estudantes do Pré escolar (Educação Infantil) ao 5º ano do Ensino Fundamental – Séries Iniciais no período integral. O foco do estudo foram alunos pertencentes ao quinto ano, escolhido uma turma de vinte alunos, com os quais foram trabalhadas diferentes estratégias de ensino e aprendizagem priorizando o estudante como centro principal do processo e a efetiva aprendizagem em sala de aula.

A formulação das atividades se deu após um estudo detalhado da LDB, dos PCNs e Diretrizes Curriculares Estaduais dos Anos Iniciais, de Ciências Naturais e de Física, além de uma análise breve nos livros didáticos de quarto e quinto ano utilizados pelo município. Chegou-se então a escolha do conteúdo devido aos termos “Calor” e “Temperatura”, também por estarem presentes no dia a dia dos estudantes, porém, sem saber seu real significado e muitas vezes confundindo os conceitos como um único.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 DIRETRIZES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

O Ensino de Ciências no Brasil começou com a chegada da corte portuguesa e tinha forte influência do país. Não foi prioridade até meados de 1930, onde as escolas eram frequentadas pelos filhos da elite, que ensinavam o produto da Ciência de sua época. Durante a Reforma Capanema na década de 1940, o Ensino secundário brasileiro foi organizado em dois ciclos, no qual a área de Ciências abrangia a matemática, as Ciências Naturais, a História e a Geografia. Com a modernização e o desenvolvimento econômico buscou-se um Ensino de Ciências que suprisse as necessidades do país em meio ao desenvolvimento tecnológico (PARANÁ, 2010).

Em 1961, ocorreu a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional, nº 4.024/61, que tinha no seu artigo 1º, que a Educação Nacional fosse inspirada no “preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitam utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio” (BRASIL, 1961), destacando a importância do Ensino de Ciências para o desenvolvimento do país.

Em 1971, foi sancionada a Lei nº 5.692 que fixava as diretrizes e bases para o 1º e 2º graus com o objetivo de proporcionar uma formação necessária para o desenvolvimento de todas as potencialidades do aluno e prepará-lo para o mercado de trabalho, proporcionando estudos integrados e a formação especial para a iniciação ao trabalho (BRASIL, 1971).

Esta lei foi revogada em 1996, pela Lei nº 9394/96, vigente até os dias de hoje e que estabelece as diretrizes e bases para a Educação Nacional, ressaltando em seu primeiro artigo que a educação deve vincular-se ao mundo do trabalho e a prática social (BRASIL, 1996).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são uma referência de educação para o país, a fim de orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional, sendo uma proposta flexível, adequada a cada região conforme suas necessidades e temas relevantes, sempre buscando garantir a

qualidade no ensino. Para o Ensino de Ciências Naturais nos dois primeiros ciclos do Ensino Fundamental (do primeiro ao quinto ano) é um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e as suas transformações, de grande valia para o ensino brasileiro diante do desenvolvimento da tecnologia e produção industrial, dando margem à grandes desenvolvimentos científicos, como a Termodinâmica que se desenvolve durante a Revolução Industrial (BRASIL, 1997).

De acordo com esse documento, para ensinar as Ciências Naturais é preciso que se consolide a construção de uma “estrutura geral da área que favoreça a aprendizagem significativa do conhecimento historicamente acumulado e a formação de uma concepção de Ciência, suas relações com a Tecnologia e com a Sociedade” (BRASIL, 1997, p. 31), permitindo a investigação, o debate, experimentações, comparações entre fenômenos e ideias associados ao objeto de estudo.

Os conteúdos de Ciências Naturais no Ensino Fundamental, devem considerar a grande variedade de disciplinas científicas que esta área abrange e, que devem estar no planejamento do professor. Os PCNs (BRASIL, 1997) dividem os conteúdos das Ciências em quatro blocos temáticos, sendo eles: ambiente, ser humano e saúde, recursos tecnológicos, e, Terra e Universo. O tema Energia, por exemplo, está presente no bloco ambiente, no qual discute-se fontes e transformações de energia e no bloco recursos tecnológicos desenvolvendo áreas de interesse da Física, como a eletricidade.

No segundo ciclo do Ensino Fundamental, um dos objetivos do ensino das Ciências Naturais é justamente “identificar diferentes manifestações de energia – luz, calor, eletricidade e som – e conhecer alguns processos de transformação de energia na natureza e por meio de recursos tecnológicos” (BRASIL, 1997, p. 85), sendo necessário que o docente planeje sua aula a partir desses objetivos e utilize-se de estratégias variadas para que a aprendizagem ocorra.

Nos primeiros anos do Ensino Fundamental – Séries Iniciais de primeiro a quinto ano, o estudante tem o primeiro contato com as Ciências Naturais. É nesse primeiro período que inicia seu processo de aprendizagem escolar, no qual a criança começa a adquirir o conhecimento formalizado sobre o mundo. É preciso criar estratégias que permitam sempre que a aprendizagem se concretize, para que o conhecimento seja compreendido por ele para depois ser lembrado. Para isso é importante utilizar-se de várias técnicas, como jogos, atividades experimentais,

imagens, vídeos, textos, para melhorar o ensino e a aprendizagem, caminhando junto com o desenvolvimento da criança.

As orientações pedagógicas para os anos iniciais, da Secretaria de Estado da Educação do Paraná, tratam a disciplina de Ciências como a primeira abertura para os estudantes compreenderem do que se trata o conhecimento científico, a evolução das ideias, estabelecendo relações que permitam discutir a História da Ciência.

Ainda de acordo com essas orientações, o professor deve trabalhar a disciplina de Ciências fundamentado na investigação científica, demonstrando clareza e domínio sobre o objeto de estudo, tornando a aprendizagem significativa aos estudantes, pois “ a criança é o sujeito de sua aprendizagem e, desde os primeiros anos de desenvolvimento, convive diariamente em um ambiente rodeado de fenômenos” (GUSSO et al, 2010).

Os conteúdos destacados para o Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental no Estado do Paraná abrangem noções de astronomia, matéria e suas transformações, energia e suas conversões, corpo humano e seus sistemas, e organização dos seres vivos no ambiente. Todos estes devem ser trabalhados com diferentes abordagens de conteúdo, estabelecendo relações com o cotidiano, com relações conceituais, interdisciplinares e contextuais, conflitando o conhecimento científico com variadas estratégias de ensino, abordagens problematizadoras, atividades experimentais, pesquisas, envolvendo os conceitos trabalhados, utilizando a avaliação como conceito diagnóstico no processo de ensino e aprendizagem (GUSSO et al, 2010).

No estudo da Termodinâmica, pode-se abordar com os alunos questões micro e macroscópicas, optando por trabalhar em cima de fenômenos, ou trazer uma abordagem mais conceitual utilizando o conhecimento acerca do estudo das moléculas e dos átomos e sua relação com os conteúdos que envolvem Temperatura e Calor. Assim é possível pensar em diversas maneiras de promover o contato do aluno com o conteúdo ensinado, no qual

o aluno traz para a escola alguns saberes, necessários e significativos ao desenvolvimento da prática docente em Física. Mas são saberes que necessitam ser explicitados por eles, na relação dialógica com o professor, de modo que este os problematize, colocando esses saberes frente a frente com referentes científicos da Física. Assim, sobre esses saberes se faz a análise e se reformula o pensar quando isto se faz necessário – o que geralmente necessita ocorrer (SILVA; ALVEZ, 2007, p. 6)



Com o estudo da Termodinâmica, é importante a apresentação histórica sobre o desenvolvimento das máquinas dependentes do Calor ao longo do tempo, sendo possível através disso ver temporalmente a evolução histórica do tema. Hoje dentro do ensino das máquinas térmicas é possível citar como exemplos os veículos automotores, a máquina a vapor e a turbina a vapor, o que não pode ser ensinado de maneira superficial no Ensino de Física.

## **2.2 CALOR E TEMPERATURA**

Ao longo da História da Ciência, muitos questionamentos sobre Calor e Temperatura foram realizados, tais como: o que fazia um corpo aumentar e diminuir sua Temperatura, o que seria transportado de um corpo para outro para resfriá-lo ou esquentá-lo, o que significava a denominação Calor para tratar dessa transferência, que elementos permitiam que o fogo existisse e se espalhasse tão rapidamente aquecendo os corpos ao seu redor, o que significava estas grandezas, antes mesmo de receberem estes nomes: Calor e Temperatura.

Segundo Nussenzveig (2014) existiam no final do século XVIII duas hipóteses para a explicação da natureza do Calor. A primeira e mais aceita, proposta por Antoine Lavoisier (1743-1794), que considerava o Calor uma substância fluida indestrutível, que podia ser transferido entre os corpos, que chamou de calórico. Em conflito com esta hipótese, estava a de Isaac Newton (1643-1727) que considerava o Calor como movimentos minúsculos e vibracionais de um corpo, não tão aceita pela sociedade.

O primeiro conflito com a teoria do calórico surgiu exatamente pelo fato dos experimentos não apresentarem variações no peso dos corpos estudados, e Benjamin Thomson, conhecido como Conde de Rumford (1753-1814) observou falhas na lei da conservação do calórico, levando novamente ao questionamento se o Calor não seria somente um movimento vibratório entre as partículas que formam os corpos (NUSSENZVEIG, 2014).

Muitas eram as ocorrências de fenômenos térmicos que apareciam sem uma explicação eficaz para tais observações. O fogo, por exemplo, é sem dúvida a forma mais notável de observar um fenômeno térmico. Foram muitos anos para pensar

formas para que o fogo não se perdesse em meio ao ambiente e que fosse aproveitado, o que mais tarde foi possível com o desenvolvimento das máquinas térmicas (OLIVEIRA, 2012).

Na segunda metade do século XVIII, James Watt (1736-1819) desenvolveu uma máquina a vapor, mostrando que a partir do Calor era possível obter trabalho, mas neste momento não se relacionava Calor com Energia. Foi Julius Robert Mayer (1814-1878) o primeiro a argumentar que o Calor seria uma forma de energia, devido à comparação entre energia cinética e potencial (NUSSENZVEIG, 2014).

O período conhecido como Revolução Industrial, impulsionou revoluções científicas com o intuito de aumentar a produção nas indústrias. Os métodos científicos estavam em fase de experiência e houve muitas transformações nos processos de produção. A máquina a vapor teve um papel de destaque durante a Revolução, pois possibilitou êxito na indústria pesada, além de se tornar presente nos meios de transporte. A atividade científica foi impulsionada devido aos problemas que surgiam nas indústrias, fazendo com que a área da Termodinâmica evoluísse junto com a sociedade, como a Inglaterra que tinha as principais indústrias têxteis da época e necessitava do conhecimento científico para se fortalecer (ROCHA et al, 2002).

Diariamente se convive com fenômenos térmicos, sente-se alterações de Temperatura no ambiente, se percebe mudanças climáticas, se aprende a manusear o fogo e gerar diversos tipos de trabalho a partir dele. Também se nota o resfriamento de corpos, o qual não ocorre espontaneamente e sim em contato com corpos mais frios, que acaba por se dissipar no ambiente, porém, é possível transformá-lo em trabalho útil através de máquinas térmicas que transformam parte do Calor em trabalho que pode ser convertido em outras formas de energia (OLIVEIRA, 2012).

A Temperatura, da antiguidade aos dias atuais, sempre está sendo relacionada às sensações de frio e quente, e esta foi possivelmente a primeira grandeza a ser medida na área de Termodinâmica. Vários cientistas trabalharam em prol de conseguir medir a Temperatura dos corpos, começando por Galileu Galilei (1564-1642) e seu termoscópio (Figura 1), evoluindo para os termômetros, sendo as escalas mais conhecidas as estipuladas por Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) que escolheu pontos fixos de uma mistura de líquidos e do corpo humano e dividiu o

intervalo em noventa e seis partes, escala esta que leva o seu nome e muito utilizada na Europa. A escala utilizada no Brasil, foi proposta por Anders Celsius (1701-1744), que através da observação dos pontos fixos de fusão e ebulição da água, dividiu o termômetro em cem partes iguais criando a escala que leva seu nome (ROCHA et al, 2002).

### 2.2.1 Equilíbrio Termodinâmico e o Conceito de Temperatura

Através do sentido do tato, é possível perceber em relação ao próprio corpo, se o objeto analisado é mais quente ou mais frio. Quando corpos com diferentes Temperaturas ao entrarem em contato térmico, o corpo de maior Temperatura cede Calor para o corpo de menor Temperatura até que ambos atinjam o Equilíbrio Térmico, possuindo a mesma Temperatura (TIPLER; MOSCA, 2013).

A descrição anterior refere-se a **Lei Zero da Termodinâmica**, que pode ser compreendida como: “Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então os três corpos estão em equilíbrio térmico entre si” (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 572), e através desta lei é possível definir uma escala de Temperatura.

A não ser que uma força externa atue sobre o sistema em Equilíbrio Térmico a Temperatura entre os corpos não se altera mais e através de instrumentos é possível observar mudanças nas Temperaturas dos corpos, como, por exemplo, o termoscópio (Figura 1). Este instrumento pode ser analisado considerando um gás confinado num recipiente cilíndrico onde a base permite troca de Calor e o tampo pode se mover livremente, ao colocar sobre ele certa quantidade de areia, pode-se através de um longo processo considerar a Temperatura do gás constante, sendo esta monitorada pelo termoscópio. Ao introduzir uma pequena quantidade de Calor o gás se expande havendo variação de Temperatura, se a areia for retirada, a pressão sobre o recipiente se altera e a Temperatura volta a ser a mesma, se esta quantidade de Calor introduzida for sempre pequena o processo é quase estático, ou seja, com Temperatura constante, também chamado isotérmico (OLIVEIRA, 2012).

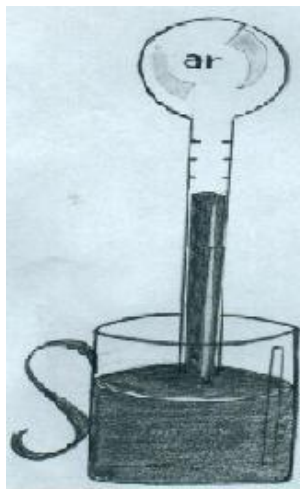


Figura 1: Representação do Termoscópio de Galileu.

Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/termosc.html>>

Segundo Nussenzveig (2014, p. 194) “o conceito de temperatura está associado a uma propriedade comum de sistemas em equilíbrio térmico”, não é possível estimar a Temperatura de um corpo pela sensação térmica provocada por ele, por exemplo, um metal aparentemente por ser um bom condutor térmico sempre aparenta estar mais frio que outros corpos como a madeira deixados no mesmo ambiente, que são considerados isolantes.

Todos os corpos tendem a encontrar o Equilíbrio Térmico entre si, e, a Temperatura de um sistema determinará se ele está ou não em Equilíbrio Térmico com outros sistemas (ZEMANSKY, 1978). Sempre que for analisado um sistema separado se aproximar e entrar em contato com outro, o estado termodinâmico dos sistemas sofrerá alterações em busca do equilíbrio termodinâmico.

Considerando que todos os corpos são formados por partículas microscópicas, com o desenvolvimento da mecânica estatística, abordando fenômenos termodinâmicos, foi possível ter a definição mais exata do que significa o termo Temperatura. Através de experimentações envolvendo Pressão, Volume e Temperatura, foi possível perceber que as mudanças de estado físico modificavam o comportamento dos átomos e moléculas que formam o corpo, e o material ao ser aquecido alterava suas propriedades mecânicas, elétricas ou magnéticas, por exemplo, quando a água passa da fase líquida para gasosa existe um aumento no grau de agitação das moléculas que a formam (ROCHA et al, 2002).

Segundo Oliveira (2012, p. 3) “o equilíbrio termodinâmico de um sistema

abrange o equilíbrio térmico e outras formas de equilíbrio, que dependem do tipo de sistema termodinâmico em estudo”, sempre se estabelecerá um fluxo de Calor do corpo mais quente colocado em contato com o corpo mais frio, até atingir o Equilíbrio Térmico.

Tratando de sistemas termodinâmicos em casos simples pode-se dizer que se trata de líquidos e gases, homogêneos, contidos em um determinado volume. Quando este sistema está em Equilíbrio Térmico é possível definir as três variáveis: Pressão, Volume e Temperatura. Alterando uma dessas variáveis, conseqüentemente as outras mudam, até que entrem em Equilíbrio Térmico novamente, ou seja, se tratando da Temperatura observada, sistemas em Equilíbrio Térmico entre si e sistemas que possuem a mesma Temperatura se equivalem (NUSSENZVEIG, 2014).

Então é possível compreender que “quando um corpo quente é colocado em contato com um corpo frio, estabelece-se um fluxo de calor do primeiro para o segundo até o instante em que eles atingem uma situação em que o fluxo cessa” (OLIVEIRA, 2012, p. 3). Nesse instante o sistema analisado estará em Equilíbrio Térmico, onde “não existem diferenças de temperatura entre partes do sistema ou entre o sistema e o seu meio exterior” (ZEMANSKY, 1978, p. 49), enquanto houver diferença de Temperatura o sistema estará trabalhando para obter o Equilíbrio Térmico.

### **2.2.2 Escalas Termométricas e Termômetros**

Os termômetros são um meio de medir a Temperatura dos corpos. O Termômetro mais conhecido na prática é o termômetro de mercúrio (Figura 2), que “consiste num tubo capilar de vidro fechado e evacuado, com um bulbo numa extremidade, contendo mercúrio, que é a substância termométrica” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 196). O volume do mercúrio varia entrando em Equilíbrio Térmico com o corpo em contato, sendo medido por meio do comprimento da coluna líquida, na qual a variação do volume de mercúrio geralmente é maior que do recipiente, demonstrando a dilatação e contração desse fluido e do seu recipiente. Também é muito utilizado o termômetro de álcool, em substituição ao de mercúrio,

além de termômetros à gás, e eletrônicos encontrados em vários locais (NUSSENZVEIG, 2014).

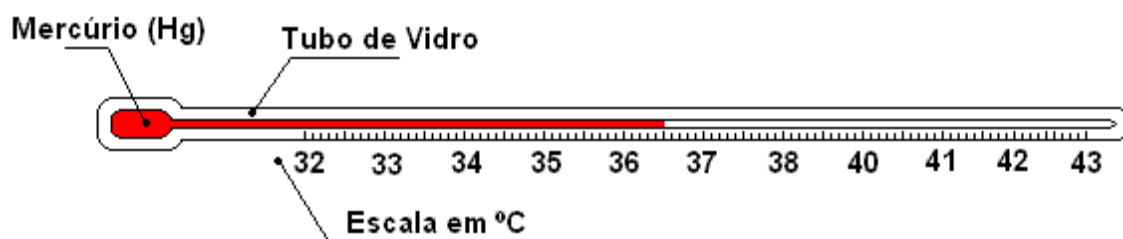


Figura 2: Representação do Termômetro de Mercúrio.

Fonte: <<http://horizonte.forumeiros.com/t230-tipos-de-termometros-fisica-8-serie-9-ano>>

Os estados físicos da matéria, o sólido, líquido e gasoso, servem de objeto de estudo para compreender as mudanças de estado físico ao alterar a Temperatura de um corpo. Por exemplo, a água em Temperatura abaixo de zero graus Celsius se encontra no estado sólido, entre um e cem graus Celsius no estado líquido e acima de cem graus Celsius no estado gasoso. As moléculas de água diferenciam-se na sua agitação ao ceder Calor da água. Quanto mais Calor é cedido, menor é o grau de agitação das moléculas da água e quanto maior Calor é cedido para a água, maior é o seu grau de agitação.

A escala Celsius foi criada a partir da determinação do ponto triplo da água (Figura 3), onde somente um ponto escolhido é fixo e a Temperatura e pressão podem coexistir em equilíbrio gelo, água líquida e vapor d'água, a partir de uma Temperatura graduada na escala Kelvin (Sistema de Unidade Internacional). Para se calibrar um termômetro na escala Celsius é comumente utilizado os pontos normais de ebulição e fusão de um certo número de substâncias (ZEMANSKY, 1978).

É possível entender através da Termodinâmica Estatística, que em um sistema existe um número  $N$  de partículas elevado, que interagem umas com as outras por meio de colisões ou forças à distância, sendo admitida a existência de moléculas indistinguíveis, que interagem com outras moléculas e com o meio (ZEMANSKY, 1978).

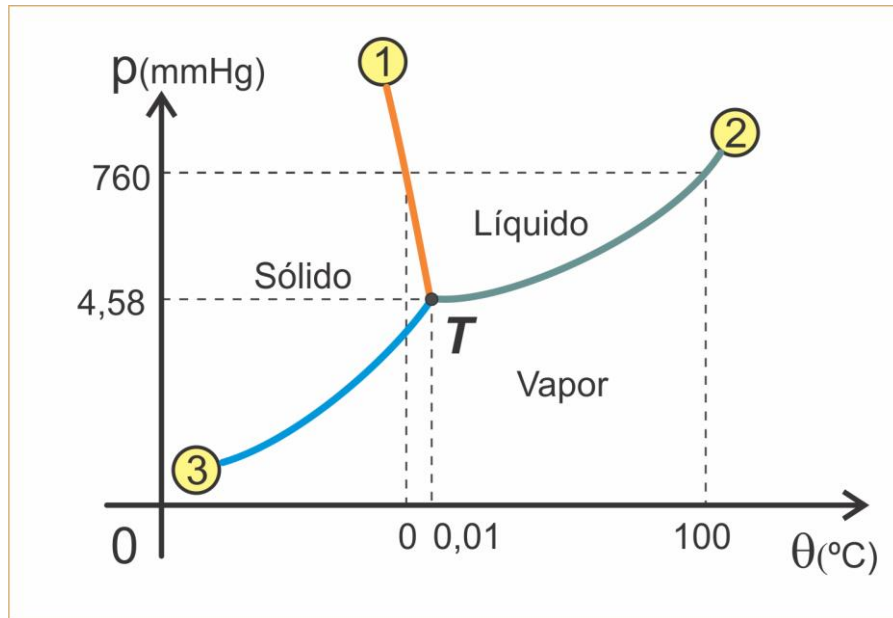


Figura 3: Observação gráfica do Ponto Triplo da Água.

Fonte: <https://fiscacuriosablog.wordpress.com/2016/06/26/ponto-triplo-da-agua/>

De acordo com a Teoria Cinética dos Gases, houve grandes avanços no meio do século XVII, porém os estudos de Daniel Bernoulli (1700-1782) permitiram a formulação de um modelo microscópico de um gás, demonstrando o comportamento do mesmo em um recipiente com um pistão móvel, sendo equilibrada a pressão por um peso. Imaginou-se que esse gás era composto por muitas partículas esféricas se movimentando em todas as direções de forma constante, isso causaria uma forte pressão contra o pistão, gerando colisões. Ao diminuir o volume, ao mesmo tempo o número de colisões aumentaria por segundo, aumentando desta forma a pressão, no qual, se a pressão fosse constante, o volume cresceria juntamente com a Temperatura, pois para ele o Calor poderia ser considerado o movimento crescente interno das partículas, gerando uma relação entre Pressão, Volume e Temperatura (NUSSENZVEIG, 2014).

Outro fenômeno que pode ocorrer com o aumento da Temperatura do corpo é a dilatação térmica, visível, por exemplo, na “ascensão da coluna de mercúrio num termômetro” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 200), ou seja, a alteração de tamanho de um corpo devido a variação de Temperatura é denominada como dilatação térmica. Este fenômeno é mais comum em metais que são excelentes condutores térmicos, diferente da madeira, borracha e lã, que são isolantes térmicos.

É válido lembrar que é mais fácil observar o aumento de Temperatura nos

corpos, do que seu resfriamento, isto porque, “um corpo não se esfria espontaneamente, a menos que seja colocado em contato com outro mais frio” (OLIVEIRA, 2012, p. 1), onde este corpo mais frio pode ser o próprio contato com o ar que estará a Temperatura ambiente, pois sempre o corpo mais quente cederá Calor para o mais frio de forma espontânea (OLIVEIRA, 2012).

### **2.2.3 Conceito de Calor**

Segundo Tipler e Mosca (2013, p. 600) “Calor é a transferência de energia em razão de uma diferença de temperatura”, ou seja, havendo dois corpos de Temperaturas diferentes, o corpo mais quente transfere energia ao entrar em contato térmico com o corpo mais frio, até atingir o Equilíbrio Térmico. Nas palavras de Serway e Jewett Jr (2012, p. 589) “Calor é um mecanismo pelo qual energia é transferida entre um sistema e seu ambiente por causa de uma diferença de temperatura entre eles. É também a quantidade de energia  $Q$  transferida por esse mecanismo”.

Assim, “a energia que vai da extremidade aquecida para a outra é denominada calor, porque se movimenta impulsionada pela diferença de temperatura entre as extremidades” (IENO; NEGRO, 2004, p. 57). É válido salientar que “o grande avanço da termodinâmica, deve-se ao entendimento do calor como a agitação da matéria ao nível microscópico” (OLIVEIRA, 2012, p. 3).

Zemansky (1978, p. 75) traz a definição de Calor como “a energia em trânsito que flui de uma parte de um sistema para outra, ou de um sistema para outro, em virtude somente de uma diferença de temperatura”, do mesmo modo, quando cessar a diferença de Temperatura entre dois sistemas em contato, esse fluxo termina. Em condições adiabáticas, onde não há contato com o meio externo, considerando dois sistemas isolados A e B, sempre o Calor recebido ou cedido pelo sistema A será o mesmo que o perdido ou ganhado pelo sistema B (ZEMANSKY, 1978).

No Sistema Internacional de Unidades (SI), o Calor é medido em Joule, porém, outra unidade de medida é muito usada, a caloria (cal), definida como “a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de um grau Celsius” (OLIVEIRA, 2012, p. 10). E, para esta Temperatura exata, para cada tipo de material denomina-se a partir desses dados seu Calor específico, que é



a “capacidade térmica específica, ou a capacidade térmica por unidade de massa” (TIPLER e MOSCA, 2013, p.600). O termo capacidade térmica pode ser definida como: “variação de energia interna necessária para aumentar em um grau a temperatura de uma amostra” (TIPLER e MOSCA, 2013, p. 600).

Através da transferência de Calor de um corpo para outro é possível obter trabalho, esta transferência pode ocorrer por três processos: condução, convecção e radiação (Figura 4). A condução que ocorre através de meios materiais, quando corpos de Temperaturas diferentes entram em contato como, por exemplo, o aquecimento de uma panela sobre o fogão a gás. A convecção que ocorre através de correntes, fluidos que absorvem Calor de um lugar e se desloca para outro, e o próprio Calor é transferido pelo movimento desse fluido, que é possível perceber ao observar o funcionamento de uma geladeira, que gera fluidos de ar quente e frio até atingir o Equilíbrio Térmico e resfriar o alimento. E a radiação que transfere Calor entre pontos diferentes, sem contato direto entre os corpos, pois se propaga em forma de radiação eletromagnética, por exemplo, a radiação solar (NUSSENZVEIG, 2014).

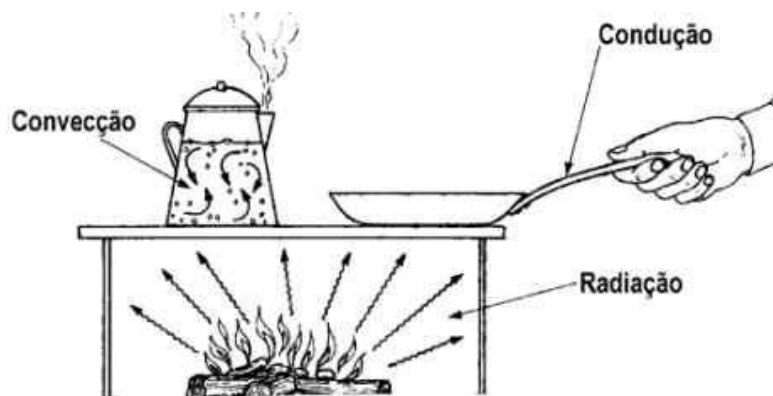


Figura 4: Exemplos de processos de transferência de Calor: condução, convecção e radiação.

Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html>

#### 2.2.4 Leis da Termodinâmica

A partir disso, se estabeleceu as leis que fundamentam o estudo da Termodinâmica, na qual a Primeira Lei trata da conservação de energia e do reconhecimento de que o Calor é uma forma de energia (NUSSENZVEIG, 2014). Além disso, pode ser entendida como “a variação da energia interna de um sistema é igual ao calor transferido para o sistema mais o trabalho realizado sobre o sistema”

(TIPLER; MOSCA, 2013, p. 607). Matematicamente:

$$Q = \Delta U + W \quad (1)$$

Onde a letra  $Q$  simboliza o Calor,  $U$  a energia interna do sistema e  $W$  o trabalho realizado, sendo a equação (1) a definição matemática para a **Primeira Lei da Termodinâmica**, sempre o Calor será positivo quando entra no sistema e negativo quando deixa o mesmo. A energia interna é uma função que contempla muitas variáveis, uma vez que é preciso analisar o sistema e ver quantas são necessárias para defini-lo. A conservação da Energia se dá justamente quando é considerada a igualdade entre a variação de energia e o trabalho adiabático, equação (2), sendo que um sistema adiabático não troca Calor com o meio externo, estando termicamente isolado. (ZEMANSKY, 1978).

$$W_{i \rightarrow f} (\text{adiabático}) = U_f - U_i \quad (2)$$

Assim, “o trabalho realizado para levar um sistema termicamente isolado de um dado estado inicial a um dado estado final é independente do caminho” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 215), assim o trabalho só depende dos estados final e inicial.

Segundo Zemansky (1978, p. 48) “quando um sistema experimenta um deslocamento sob ação de uma força, diz-se que foi realizado um trabalho, sendo a quantidade de trabalho igual ao produto da força pela componente do deslocamento paralela à força”, em uma máquina térmica o trabalho realizado pela ação do vapor movimenta aparatos deslocando-os do seu ponto inicial, interagindo com o sistema e sua vizinhança.

Juntamente as discussões feitas sobre Calor, o desenvolvimento industrial foi crescendo e as máquinas à vapor ocasionaram o melhoramento das manufaturas. A **Segunda Lei da Termodinâmica** trata das máquinas térmicas que “é um dispositivo que converte energia interna em outras formas úteis, tal como energia cinética” (SERWAY; JEWET Jr, 2012, p. 635).

O enunciado de Kelvin para explicar a Segunda Lei consiste na definição que “é impossível realizar um processo cujo único efeito seja remover calor de um

reservatório térmico e produzir uma quantidade equivalente de trabalho” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 250), ou seja, “nenhum sistema pode absorver calor de um único reservatório e convertê-lo inteiramente em trabalho sem que resultem outras variações no sistema e no ambiente que o cerca” (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 636).

Segundo Zemansky (1978, p. 48) “quando um sistema experimenta um deslocamento sob a ação de uma força, diz-se que foi realizado um trabalho”, se o sistema como um todo exercer uma força sobre o meio e a partir desta ocorrer deslocamento, ocorrerá a realização de trabalho externo. Desta forma, “um sistema termodinâmico produz trabalho quando toda energia liberada pode ser convertida no aumento da energia potencial da posição de um outro corpo” (IENO; NEGRO, 2004, p. 57).

Já a formulação segundo Clausius consiste em explicar que em “um processo cujo único resultado efetivo seja o de retirar calor de um reservatório frio e liberar a mesma quantidade de calor para um reservatório quente é impossível” (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 636). Torna-se impossível para uma máquina térmica, que operando em um ciclo, produza como único efeito o de retirada de Calor de um único reservatório e a partir deste realizar uma quantidade equivalente de trabalho, sempre ocorrerá perdas no meio do processo (TIPLER; MOSCA, 2013).

Da mesma forma, ao ocorrer a refrigeração, o refrigerador operando em um ciclo pode somente “produzir como único efeito o de retirar calor de um corpo frio e liberar a mesma quantidade de calor para um corpo quente” (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 640).

A primeira máquina à vapor foi proposta por Thomas Newcomen (1664-1729) onde o vapor d'água era utilizado para elevar a água líquida em locais baixos, como um poço. O inventor James Watt aprimorou as ideias dele e modificou sua estrutura, com o intuito de gerar mais trabalho e ser mais econômica, onde “o agente da máquina a vapor é a água, que é submetida a um processo cíclico, operando entre uma fonte quente (caldeira) que 'cede' calor e uma fonte fria que 'recebe' calor” (ROCHA et al, 2002, p. 152). Watt também utilizou um recipiente especial para que fosse possível transformar o vapor d'água em líquida novamente, o condensador, o que evitava o resfriamento do cilindro.

Segue o esquema de funcionamento da máquina a vapor: numa caldeira, a água é transformada em vapor por causa da absorção da quantidade de calor  $Q_1$  do reservatório quente (fornalha); este vapor aquecido passa pelo cilindro onde se expande, deslocando assim o pistão. Por causa da realização de trabalho, o vapor resfria, liquefazendo-se no condensador ao ceder uma quantidade de calor  $Q_2$  ao reservatório frio. Por fim, a água, que resulta do processo de condensação, é aspirada por uma bomba que a leva de volta à caldeira, recomeçando o ciclo (ROCHA et al, 2002, p. 152-153).

Assim, a utilização das máquinas a vapor se estendeu pelas indústrias, usinas termoelétricas, minas, trens e barcos a vapor, sendo reestudada por diversos cientistas a fim de aprimorar seu funcionamento e rendimento da máquina (ROCHA et al, 2002). O trem, por exemplo, obtém sua energia a partir da queima de madeira, carvão, que aquecerá a água na caldeira, assim, “a energia gerada transforma água em vapor, que propulsiona a locomotiva” (SERWAY; JEWET Jr, 2012, p. 634). Esse meio de transporte utilizado até nos dias atuais é um excelente exemplo de máquina térmica que converte parte da energia térmica em mecânica.

De maneira geral, uma máquina térmica (Figura 5) é resultado de uma substância de trabalho que realiza processos cíclicos, como por exemplo, se a substância for a água, ela passa por todas as partes da máquina térmica. Primeiramente evapora devido ao contato com a caldeira, depois se expande movimentando o pistão, e após o vapor é condensado e a água líquida retorna a caldeira. O trabalho que a máquina realiza corresponde a quantidade de Calor líquida que a máquina absorveu e o seu rendimento é justamente a razão entre o trabalho líquido realizado e o Calor absorvido na Temperatura mais alta durante um ciclo completo (SERWAY; JEWET Jr, 2012). Ao movimentar o pistão, em uma usina termoelétrica, por exemplo, este é a turbina, que a partir do seu movimento prossegue nas transformações de energia, até o produto final que é a energia elétrica.

Se uma quantidade de Calor é cedida e outra absorvida em um sistema, o trabalho é realizado por um dispositivo mecânico que obriga este sistema a percorrer um ciclo, denominado máquina térmica, que tem como objetivo fornecer continuamente trabalho ao meio externo, repetindo o ciclo inúmeras vezes.

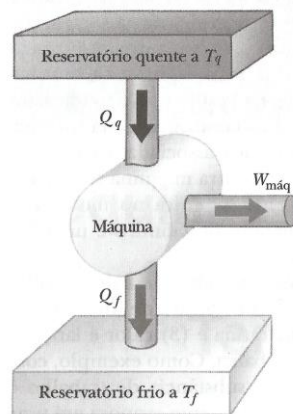


Figura 5: Representação esquemática de uma máquina térmica.

Fonte: SERWAY; JEWETT Jr, 2011.

Assim, a eficiência de uma máquina térmica, ou seja, seu rendimento depende de quanto trabalho foi produzido através do Calor absorvido no sistema. Matematicamente, a eficiência térmica da máquina é calculada pela equação (3) (ZEMANSKY, 1978):

$$\text{Rendimento}(\eta) = \frac{\text{Trabalho}(W)}{\text{Calor}(Q)} \quad (3)$$

Ao transformar Calor em trabalho são utilizados motores de combustão interna e externa. Na máquina a vapor, um gás, ou uma mistura de gases contida em um cilindro passa por um ciclo com objetivo de acionar pistão que se comunica com o eixo que gerará um movimento de rotação, elevando a sua Temperatura e pressão, gerando trabalho idealizado.

A **Segunda Lei da Termodinâmica** também questiona a irreversibilidade dos processos naturais, ou seja, a entropia do Universo. A **entropia** pode ser considerada como “uma medida da desordem e os sistemas físicos tendem para macroestados desordenados, podemos afirmar que a entropia do universo aumenta em todos os processos naturais” (SERWAY; JEWETT Jr, 2012, p. 649). Ou seja, se um copo de vidro cair ao chão e se quebrar, isto é considerado um processo natural, mas jamais espontaneamente ele voltará a ser um copo de vidro, tal antes do momento da sua queda, pois desrespeitaria a lei da conservação de energia.

Porém, os estudos de Max Planck (1858-1947) que resultaram na **Terceira Lei da Termodinâmica** nos dizem que “a própria entropia de toda substância sólida

ou líquida em equilíbrio é nula” (ROCHA et al, 2002, p. 157), sendo impossível chegar a Temperatura do zero absoluto, o que também provou que seria impossível uma máquina térmica funcionar com o máximo de sua eficiência, pois para isso a fonte fria teria que atingir o zero absoluto.

Segundo Zemansky (1978, p. 196) “a entropia de um sistema é uma função das coordenadas termodinâmicas cuja variação é igual a integral de  $dQ_R/T$  entre dois estados terminais, integrada ao longo de qualquer trajetória reversível unindo os dois estados”. Só podemos definir a variação da entropia, jamais seu valor absoluto. Em um processo reversível, a entropia é uma função de estado associada ao equilíbrio termodinâmico de um sistema (NUSSENZVEIG, 2014).

A partir da Teoria Cinética dos Gases foi possível deduzir e interpretar vários resultados, utilizando-se de parâmetros macroscópicos que caracterizam o gás, sendo a Pressão, o Volume e a Temperatura. O método de Boltzmann, por exemplo, buscou determinar a função de distribuição de velocidades partindo da lei de Halley relacionada as camadas da atmosfera, que dá a variação com altitude da pressão exercida por um gás em Equilíbrio Térmico no campo gravitacional, e, a partir disso, relacionando com a lei dos gases perfeitos é possível encontrar o número de moléculas por unidade de volume que cai exponencialmente com a altitude, chegando a função de distribuição da velocidade das moléculas de um gás em Equilíbrio Térmico à Temperatura  $T$ , ou seja, considerando a atmosfera isotérmica, tendo seus estudos finais uma aplicabilidade para casos mais gerais além do analisado em questão (NUSSENZVEIG, 2014).

É preciso compreender a definição e diferença entre os conceitos de Calor e Temperatura, considerando que Temperatura está relacionada ao grau de agitação das partículas que formam o corpo e denomina-se Calor a Energia Térmica em trânsito entre as partículas e que os conceitos se complementam, pois, para haver propagação de Calor é preciso que haja diferença entre as Temperaturas dos corpos, que somente foi possível compreender com o desenvolvimento dos estudos termodinâmicos.

## **2.3 FUNDAMENTOS DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM**

No âmbito deste trabalho, será utilizado o conceito de aprendizagem significativa, percebendo como ocorre a aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, como eles lidam com o conjunto de informações novas que recebem, como articulam com seu conhecimento prévio e, como aqueles novos conceitos tornam-se significativos, sendo este o produto final da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Uma aprendizagem significativa se dá por meio de processos de ligação entre o conhecimento anterior que o aprendiz traz consigo e o novo conhecimento a ser construído pelo aluno, voltando todas as expectativas para o ato de aprender e a disposição do estudante em querer aprender. O conhecimento a ser transmitido para o aluno, segundo a teoria de Ausubel, deve ser relacionável com outros conhecimentos, com os interesses do aprendiz, fazer sentido a ele, para que se sinta motivado a aprender (MOREIRA, 2000).

Para aprender um conteúdo que seja significativo ao estudante é preciso compreender e aprender a sua linguagem, onde não haja uma arbitrariedade, e sim os conhecimentos se somem para melhor explicação dos conceitos, sendo uma nova maneira de perceber e observar o mundo. Dentro do ensino é preciso buscar maneiras e métodos que facilitem a aprendizagem, como por exemplo, os questionamentos frequentes, onde o aluno não é somente o receptor do conhecimento, não deixando de lado o conhecimento prévio que cada estudante traz consigo, suas experiências, para assim relacionar o novo conhecimento com tudo aquilo que ele já conhece (MOREIRA, 2000, p. 20).

Na aprendizagem significativa como afirma Moreira (2000, p. 5) “o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos”. Ao mesmo tempo em que o estudante aprende, ele concilia as ideias acerca daquele conhecimento, construindo-o e produzindo-o a partir desses novos significados. O professor expõe o estudante a novas situações de ensino-aprendizagem, identificando ao mesmo tempo suas habilidades e dificuldades. Assim, pode-se afirmar que trazer significado ao contexto a ser estudado faz com que o aluno o traga para dentro da sua cultura, e reconheça ao mesmo tempo o real objetivo daquela aprendizagem:

aprendizagem significativa é aprendizagem com significado, compreensão, sentido, capacidade de transferência; oposta à aprendizagem mecânica, puramente memorística, sem significado, sem entendimento; dependente essencialmente do conhecimento prévio do aprendiz, da relevância do novo conhecimento e de sua predisposição para aprender. Essa predisposição implica uma intencionalidade da parte de quem aprende (MOREIRA, 2000, p. 6-7).

O processo de aprendizagem significativa deve buscar sua essência, interpor novas ideias a partir do que o estudante já sabe, ou seja, partir do seu conhecimento prévio, para que no seu tempo ocorra a interação entre as ideias anteriores e o novo conhecimento, onde esses novos significados se internalizem dentro da estrutura cognitiva de cada um, não de forma arbitrária e sim através de relações propostas pelo professor, para que os conceitos se tornem potencialmente significativos (AUSUBEL, 2003).

As sequências didáticas são maneiras de intervir em sala de aula com atividades que contemplam o conteúdo e são mais significativas aos estudantes. Para Zabala (1998, p. 18) sequências são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”, através destas atividades é possível criar novas estratégias que valorizem o processo de ensino e aprendizagem.

Trabalhar com sequências didáticas possibilita ao professor explorar o assunto sob diversas maneiras, possibilitando que o aluno construa o conhecimento ao longo das situações que lhe são colocadas e consiga debater os resultados, refletindo sobre os conceitos aprendidos.

Uma das possibilidades é trabalhar com situações problema, nas quais o estudante precisa analisar uma ocorrência de todos os ângulos, fazendo-o refletir sobre a situação proposta, não sendo mais um conceito fechado, mas algo amplo que o faz definir posições através da sua análise, construindo relações entre a atividade proposta e os conceitos estudados. Partindo de uma situação problema o aluno remete aquele conhecimento com algo visível, relacionado ao seu cotidiano e o faz refletir sobre como enxerga o mundo a sua volta. Desta forma, as “situações-problema permeiam todo o trabalho na medida em que o sujeito é constantemente desafiado a observar e analisar aspectos considerados importantes pelo profissional” (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000, p. 21). Neste contexto, a



intervenção do professor por meio de questionamentos faz com que o aluno elabore justificativas para defender o resultado obtido pela situação problema apresentada.

### **3 TRABALHANDO COM CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

O conteúdo selecionado para estudo foi Calor e Temperatura, partindo do pressuposto de que nos primeiros anos do Ensino Fundamental é pouco ou nem discutido em sala de aula cientificamente. Assim, os estudantes acabam por vezes tendo uma visão errônea do significado destes conceitos.

O grupo de alunos escolhidos para aplicação do produto educacional, era pertencente a uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental – Séries Iniciais da rede pública do Estado do Paraná, com vinte alunos, contemplando oito aulas de quarenta e cinco minutos. Optou-se pelo recorte da última turma das Séries Iniciais, porque segundo os documentos norteadores, trata sintetizadamente de conteúdos relacionados à Energia.

A coleta de dados se deu por meio de anotações ao longo da aplicação do produto educacional e gravação de vídeo da aplicação, com intuito de futuramente transcrever os dados nos resultados de forma qualitativa. A partir da coleta de dados foi possível analisar a eficiência do produto educacional para o Ensino de Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental, justificando o porquê de cada atividade proposta, os conteúdos relacionados, a interação dos estudantes com cada atividade, e, se realmente as atividades proporcionaram uma aprendizagem significativa.

Empiricamente, vê-se que poucos alunos nas séries iniciais têm a concepção de que Calor é uma forma de Energia Térmica e Temperatura está associada ao grau de agitação das partículas, existindo diferença de Temperatura, a Energia Térmica transita entre as partículas que formam os corpos em contato até atingir o equilíbrio. São utilizados no dia a dia termômetros para medir a febre sem questionar como tal aparelho é capaz de fazer isto, e o que realmente está acontecendo.

Havendo a compreensão de que Calor é uma forma de Energia, é possível explorar como a partir do Calor pode-se obter a energia elétrica, que os alunos conhecem e utilizam em suas casas, bem como, discutir a importância de máquinas movidas à vapor para o crescimento da sociedade.

O Calor e Temperatura estão em tudo, todo o tempo se troca Calor entre corpos de Temperaturas diferentes, busca-se isolar a Temperatura em dias de inverno, aquecer-se ao redor do fogão a lenha, trocando esta energia entre o ambiente, descobrindo como funciona aquele trem do filme, como pode a água líquida se transformar em vapor.

A partir destes questionamentos, tão presentes no cotidiano dos estudantes, que se formulou uma proposta pedagógica com o objetivo de trabalhar a definição dos conceitos de Calor e Temperatura. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática com atividades articuladas visando a aprendizagem significativa dos estudantes, e na qual as atividades se entrelaçam e se complementam em busca do conhecimento científico em torno dos conceitos principais.

Ao longo da construção das atividades buscou-se estratégias que realmente instigassem os alunos a se sentirem motivados, refletir e formar novos conceitos a partir do que já conheciam. As atividades propostas<sup>1</sup> (Tabela 1) eram de caráter simples, como observação de placas e simuladores simbolizando a estrutura da matéria nos três estados físicos, conhecer sensações como o simples toque em barras de metal e madeira e água em diferentes Temperaturas para refletir o que acontecia e confrontar com as ideias expostas. Além disso, buscou-se o manuseio de termômetros, compreendendo o que ocorre, o significado de Equilíbrio Térmico e como ele pode ser observado no dia a dia, como num simples aperto de mãos.

Tabela 1 – Atividades propostas na sequência didática

1ª atividade: Será que existe diferença entre as moléculas que formam os corpos dependendo do estado físico da matéria em que se encontram?
2ª atividade: Agora que definimos Temperatura, como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?
3ª atividade: Como medir a Temperatura dos corpos?
4ª Atividade: O que significa a palavra Calor?
5ª Atividade: Se Calor é uma forma de Energia, podemos utilizar essa Energia para movimentar barcos, transformar em energia elétrica, por exemplo?
6ª Atividade – Jogo do Saber: testando o conhecimento sobre Calor e Temperatura

Fonte: Autora

<sup>1</sup> O detalhamento das atividades encontra-se no Produto Educacional e nos APÊNDICES I, II e III.

Ao mesmo tempo buscou-se instigar a curiosidade dos estudantes trabalhando com imagens e vídeos falando sobre os conceitos de Calor e Temperatura, assim como a importante retomada a cada nova atividade de cada conteúdo que ali já tinha sido discutido.

Como uma forma de revisar todos os conteúdos, instigar o trabalho em equipe, e observar a efetiva aprendizagem dos alunos através da proposta de ensino, foi construído um jogo para finalizar a sequência didática com perguntas de múltipla escolha em que os alunos em grupo discutem as perguntas que envolvem todas as atividades e ao mesmo tempo brincam em um grande tabuleiro, no qual quem atinge a décima casa primeiro é o grupo vencedor. Desta forma, todos prestam atenção, e, é uma forma do professor revisar a cada pergunta os conceitos discutidos na sequência de atividades.

Todas as questões foram montadas observando tudo que pode ser desenvolvido através da proposta de ensino (APÊNDICE III), com foco na definição dos conceitos de Calor e Temperatura, explorando estados físicos da matéria, sensação térmica, termômetros, Equilíbrio Térmico, escalas termométricas, propagação de Calor e máquina térmicas, que aparecem ao longo da sequência didática.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 AVALIANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Em um primeiro momento foi realizada apresentação à turma, e com a proposta de ensino para trabalhar Calor e Temperatura no 5º ano do Ensino Fundamental – séries iniciais, foi exposto aos alunos, com auxílio do aparelho multimídia, as palavras “Calor” e “Temperatura”, iniciando um debate sobre o que significavam essas palavras.

A grande maioria concordou que os termos Calor e Temperatura têm significados diferentes, alguns concordaram que um explica o outro, mas num primeiro momento não sabiam exatamente porque. Os dois termos foram muito associados às condições de quente para explicar ambos os significados.

Em um primeiro momento, constatou-se que eles não sabiam a definição exata dos dois termos e associavam os dois conceitos assim como relacionavam com “*quente*”<sup>2</sup>, “*Sol*”. Em geral, nas turmas de 5º ano, os alunos já tiveram contato com a disciplina de Ciências, iniciada no 3º ano, porém de uma forma muito ampla, voltada também para a área biológica trabalhando Ecologia e Reino Animal, não aprofundando em conceitos relacionados com a Física.

Deste modo, é importante mostrar para os estudantes que tudo que é feito dentro da sequência de atividades é fundamental para a compreensão de novos conceitos que ali surgem. O professor como mediador do conhecimento sempre deve buscar estratégias que permitam atingir ao máximo a formação de seus alunos, sendo que “a maneira de organizar a aula, o tipo de incentivos, as expectativas que depositamos, os materiais que utilizamos, cada uma destas decisões veicula determinadas experiências educativas” (ZABALA, 1998, p. 29). Ao escolher uma atividade didática para ensinar determinados conceitos, é necessário pensar cada passo, para o sucesso na escolha de sua estratégia didática.

A ideia de propor um debate foi justamente para saber seus conhecimentos prévios, aquilo que eles trazem consigo do senso comum, pois desta forma é possível traçar estratégias de diálogo ao longo das atividades. Objetivando, assim

---

<sup>2</sup> Quando o texto for apresentado entre aspas e em itálico trata-se da transcrição literal das falas dos alunos.

relacionar o antigo e o novo conhecimento, sabendo quais são as definições que eles já construíram ao longo da sua aprendizagem, assimilando os conteúdos, não de forma arbitrária e sim dentro de estratégias bem articuladas, para que a partir dela seja possível ampliar essas ideias e enfatizar esses novos conceitos que estão sendo discutidos, tornando a aprendizagem significativa (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997).

Nessa conversa foi observado que, para eles, Calor e Temperatura tinham o mesmo significado, e ao mesmo tempo conflitava-se com ideias que eram conceitos diferentes, porém não sabiam dizer exatamente o que os diferenciava. A ideia de que Calor era referenciado aos dias quentes, condições quentes, foi predominante, sendo descrito como *“algo quente”*, sendo relatada sua relação com Temperaturas altas, como se Calor fosse sempre associado a essas situações.

Já o conceito de Temperatura quando questionado, obteve-se respostas associadas a *“medir a temperatura quando se está com febre”*, *“observar o corpo se está doente”*, respostas esperadas para a faixa etária a qual estava sendo desenvolvida a atividade. Associaram novamente ao termo *“quente”*, também apareceu o nome *“frio”* associado a este conceito. Um aluno respondeu *“temperatura mede o calor e frio”*, mas não soube definir Calor e frio. Ao pedir qual termo eles achavam que estava mais associado com a palavra Temperatura entre os propostos: quente, frio, Calor, agitação de partículas, predominou a opção por quente, frio e Calor e ninguém optou por agitação de partículas.

Estas ideias podem estar relacionadas ao fato dos alunos não associarem que tudo é formado por partículas, ou seja, todos os corpos que eles conhecem. Parece muito distante pensar em agitação de partículas como definição de Temperatura, afinal, significa corpos quentes e frios para a grande maioria. Internalizar a ideia de que Temperatura está associada ao grau de agitação das partículas que formam o corpo, ou seja, sua energia cinética média, sendo uma propriedade de sistemas em Equilíbrio Térmico (NUSSENZVEIG, 2014) não é simples, mas com boas estruturas de sequências didáticas torna-se possível.

## **4.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

### **4.2.1 Atividade 1: Diferença entre as moléculas que formam os corpos**

## **dependendo do estado físico da matéria em que se encontram**

A primeira atividade proposta foi intitulada: **Será que existe diferença entre as moléculas que formam os corpos dependendo do estado físico da matéria em que se encontram?** Foram mostradas algumas imagens da água nos três estados físicos da matéria indagando: Qual a diferença entre os três estados físicos da matéria? Essa pergunta tinha como objetivo abranger o conceito de Temperatura com os alunos, e ao perguntar aos alunos: existe diferença nas partículas que formam a água no estado sólido (gelo), líquido e gasoso (vapor)? Os alunos, em sua grande maioria, não respondeu à pergunta, justificando que não sabiam, uns acreditavam que sim, outros que não havia nenhuma diferença, sem saber explicar o porquê de suas hipóteses. Um aluno em específico chamou a atenção ao dizer que *“não havia diferença alguma, porque água e gelo eram feitos do mesmo material”*. A partir do momento que colocou sua opinião seus colegas se mostraram pensativos, pois realmente se gelo vira água e vice-versa como poderia ser diferente.

Com auxílio de um simulador disponibilizado gratuitamente no site da PHET - Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder<sup>3</sup>, sobre os Estados Físicos da Matéria, foi conversado com os alunos que a água é composta por moléculas e dentro de um copo com água há milhares de partículas que a compõem. Se a mesma água que enche o copo em sua forma líquida for congelada ou fervida, as moléculas que a formam são as mesmas, a diferença é o espaço ocupado por elas, considerando sua distribuição em cada estado físico da matéria.

Através do simulador os alunos podem constatar que no estado sólido as moléculas pouco se agitam e estão bem unidas e quanto mais se diminui a Temperatura, menos as partículas se agitam. Ao mudar para o estado líquido as partículas continuam próximas, porém se agitam mais em relação ao estado sólido e quanto mais se aumenta a Temperatura, maior a agitação das mesmas. Ao realizar a mudança no simulador para o estado gasoso é perceptível que as partículas estão bem espaçadas, ocupando todo o recipiente e se agitam bastante, quanto mais aumenta a Temperatura, mais as moléculas que formam a água se agitam. Com isso, pode-se concluir que, quanto maior a Temperatura maior o grau de agitação das partículas que formam o corpo, e no caso do exemplo com a água, existem os

---

<sup>3</sup> O simulador da PHET está disponível no endereço eletrônico: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics)

pontos de fusão e ebulição bem definidos, onde ocorre a mudança de estado físico.

Os alunos se mostraram atentos aos primeiros questionamentos e explicações, porém poucos perguntavam sobre o assunto, dizendo que tinham entendido a ideia do simulador. Após a explicação, foi distribuído aos alunos em grupos de cinco/seis integrantes, três placas (Figura 6) representando os três estados físicos da matéria e eles nos grupos tinham que discutir qual representava cada estado: sólido, líquido e gasoso. Após discussão expandiu-se para o grande grupo, onde todos os grupos ao mesmo tempo levantavam a placa correspondente a solicitada. A professora contava até três e todos erguiam as placas simultaneamente. Somente um grupo, dos quatro em que a turma estava disposta, errou uma das placas, levantando a que correspondia ao estado gasoso no momento do líquido. Após explicações, novamente foi perguntado e todos levantaram corretamente as placas.



Figura 6: Placas distribuídas aos alunos, representando os estados físicos da matéria

Fonte: Autora

A ideia era realmente que eles compreendessem que ao pegar uma amostra de mesmo volume da água em estados físicos da matéria diferentes, no gás haverá menos moléculas que na amostra de gelo, isso devido a agitação das partículas, que quanto maior a Temperatura maior o grau de agitação das partículas que formam o corpo, e, quanto menor a agitação das mesmas, menor será também a sua



Temperatura, trabalhando o conceito de Temperatura com os alunos.

Para melhor compreensão do conteúdo foi utilizado um recipiente transparente com bolinhas para exemplificar o que os alunos estavam vendo no simulador (Figura 7), onde as bolinhas representariam as partículas, retomando os contextos de que quanto maior o grau de agitação das partículas, maior a sua Temperatura. Assim, após estas explicações foi perguntado para os alunos se nos três estados físicos da água as moléculas que formam a água estavam posicionadas da mesma forma, e eles responderam juntos que “*não*”, e que no gás estava mais distante que no líquido, e, no sólido bem juntas uma das outras (nesse momento era agitado o pote exemplificando o que eles estavam dizendo). Questionados sobre o que era Temperatura, eles ficaram mais dispersos e com o auxílio do pote com bolinhas foi novamente discutido que quanto mais agitava as bolinhas que representava as moléculas, maior a Temperatura.



Figura 7: Recipiente com bolinhas usado para exemplificar a água nos três estados físicos da matéria.

Fonte: Autora.

É importante o aluno compreender o conceito físico de Temperatura, pois o mesmo é utilizado habitualmente no dia a dia para se referir muitas vezes a situações relacionadas ao clima, sem por vezes entender o que significa dizer a palavra Temperatura. Compreender que todos os corpos são formados por partículas e que o nível de agitação microscópica da mesma define qual será a Temperatura do corpo é um grande passo para os conhecimentos futuros na área de Termodinâmica que eles ainda vão aprender.

Assim foi definido que: Temperatura é a representação do grau de agitação das partículas que formam o corpo, que pode mudar de estado físico dependendo da

incidência ou ausência de Calor sobre o corpo, ou seja, depende do grau de agitação das moléculas que estruturam o corpo.

#### **4.2.2 Atividade 2: Como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?**

Após o primeiro objetivo alcançado, a definição do conceito de Temperatura, a próxima atividade foi denominada: **Agora que definimos Temperatura, como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?** Utilizando a seguinte situação-problema: Sobre a mesa de cada um dos grupos divididos anteriormente, foi deixado uma barra de metal e uma de plástico, e perguntado aos alunos qual dos materiais eles consideravam ter maior Temperatura. Esta atividade objetivava compreender a diferença entre um condutor e um isolante térmico e o que significa sensação térmica, além de introduzir o termo Equilíbrio Térmico.

Ao perguntar para os alunos: Para você, um pedaço de madeira e um pedaço de metal sobre uma mesa, possuem Temperaturas iguais ou diferentes? Predominou a resposta que *“o metal tem menor temperatura”*. Apenas seis alunos consideraram que a *“madeira tinha menor temperatura”*, nesse primeiro momento sem tocar em nenhum dos objetos, somente refletindo do que conheciam no dia a dia.

A primeira impressão para os alunos era que o metal era mais frio e o plástico mais quente. Foi questionado aos alunos se eles acreditavam que o plástico tinha maior Temperatura que o metal, e eles responderam que *“sim”*. Então surgiu uma questão problema: Vocês imaginariam a possibilidade de as duas barras estarem sob a mesma Temperatura? Após o questionamento, houve dúvida, mas responderam que *“não”*, porém não se pronunciaram o porquê da resposta. Assim, foi explicado que como as barras estavam sobre a mesa, as mesmas têm contato com a mesa e o ambiente e se nada interferir todas estarão a mesma Temperatura. Para convencer os alunos, que se demonstraram desconfiados destas ideias, todos foram chamados para outra atividade.

Com três bacias sobre a mesa, uma com água quente, outra Temperatura ambiente e uma com água gelada foi pedido aos alunos para que colocassem uma das mãos na água quente e uma das mãos na água fria e simultaneamente depois

de alguns instantes colocassem as duas mãos na bacia com água a Temperatura ambiente e perceber o que acontecia (Figura 8). Após cada estudante fazer a atividade, voltavam ao seu grupo para discutir o que tinha acontecido. No grande grupo então foi perguntado o que aconteceu e grupo por grupo foi fazendo suas considerações, que se mostraram muito similares entre todos os grupos, em geral falaram que *“a água quente esquentou a mão e a água gelada esfriou a mão e quando colocaram na água ambiente ficou morninho tudo”*. Então foi discutido com os alunos que, o que realmente acontecia era a transferência de Calor do corpo mais quente para o corpo mais frio até entrar no que denominamos Equilíbrio Térmico, e novamente foi explicado o que acontecia com as mãos em cada situação em relação aos recipientes com água em diferentes temperaturas, deixando claro este novo conceito aos alunos.

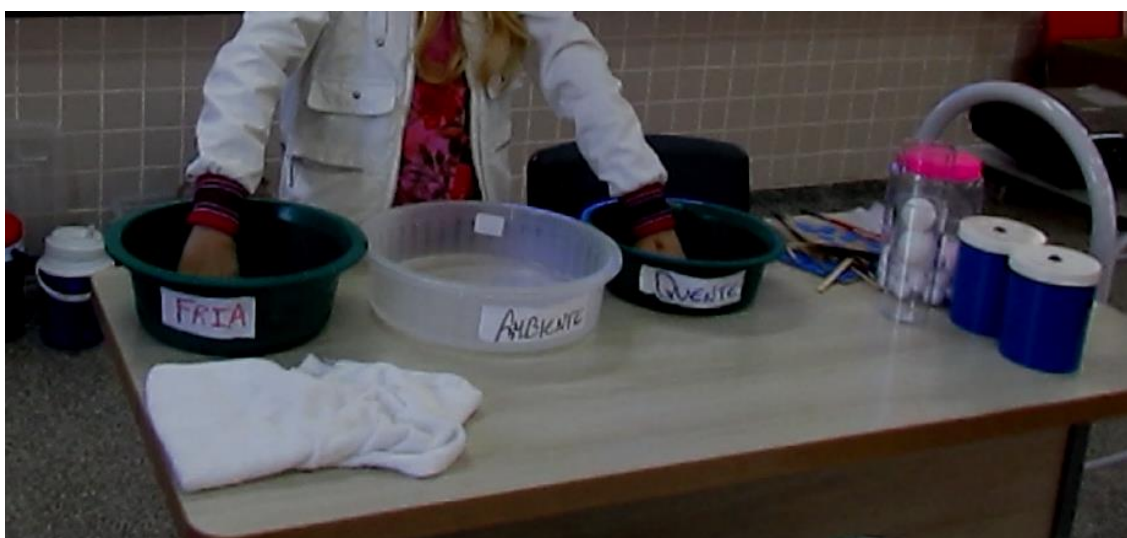


Figura 8: Atividade prática com as bacias sobre Equilíbrio Térmico.

Fonte: Autora.

Os alunos demonstraram dúvidas ao falar sobre os conceitos, então foi explicado que quando a mão que mergulhou na água quente, “esquentou”, foi a água que passou Calor para a mão, e a mão que mergulhou na água fria, foi a mão que passou Calor para a água. Nos dois casos ambas entraram em Equilíbrio Térmico com a água, ou seja, ficaram a mesma Temperatura que a água. E quando as duas mãos mergulham juntas na água a Temperatura ambiente, a mão que estava quente passou Calor para a outra mão e para a água até que todos ficaram a mesma Temperatura, o que chamamos de Equilíbrio Térmico.

Importante compreender que o aluno é o centro de aprendizagem, ele precisa observar e refletir sobre o que está acontecendo em cada atividade, onde o professor intermedeia a atividade, lançando novos desafios e questionamentos. Quando o aluno percebe que a Temperatura da água influencia seu toque de mão, ele também compreende que algo deve passar entre os corpos para que seja possível esquentar ou resfriar um corpo, e até mesmo a ideia de tomar banho quando se está com febre, justamente para “diminuir a temperatura”.

O professor como mediador nesse processo, dá instrumentos que facilitem a análise dos estudantes, lança questionamentos como desafios a serem respondidos, que talvez o estudante sozinho não conseguiria resolver, pois muitas vezes sentem sensações diferentes na água em diferentes Temperaturas, como no banho, por exemplo, sem elencar os fenômenos que estavam envolvidos no simples toque na água, e com a ajuda do professor começam a refletir sobre estes aspectos.

Voltou-se então para a dinâmica com as barras de metal e plástico, explicando que como não havia contato externo com as barras, só mesa e ambiente, elas deveriam estar em Equilíbrio Térmico com o ambiente, por isso as duas estariam a mesma Temperatura. Questionou-se por parte dos alunos, porque então a barra de metal era mais gelada, sendo contextualizado que o metal é um bom condutor térmico, sendo assim, o Calor se propaga rapidamente por ele, já o plástico, assim como a madeira, lã, borracha, entre outros, é um isolante térmico, ou seja, isola a Temperatura do corpo, assim o Calor demora mais para se propagar, por isso a impressão de quente e frio nas barras.

Nesse momento demonstrou-se o conceito de Equilíbrio Térmico, que era o objetivo da atividade, retomando com os alunos que corpos com Temperaturas diferentes quando entram em contato, o corpo mais quente cede Calor para o corpo mais frio até atingirem a mesma Temperatura, ou seja, entrar em Equilíbrio Térmico.

#### **4.2.3 Atividade 3: Temperatura e uso dos termômetros**

Após o estudo do conceito de Temperatura e Equilíbrio Térmico, foi dado início a terceira atividade, denominada: **Como medir a Temperatura dos corpos?** Com o objetivo de compreender o funcionamento dos termômetros.

A partir dessas ideias foi perguntado aos alunos se eles sabiam como medir a

Temperatura de um corpo. Todos responderam “*com o termômetro*”. Perguntou-se aos alunos: Você saberia explicar como o termômetro mede a Temperatura do corpo? Explique o porquê? Eles relataram respostas como “*aparelho que mede se o corpo está quente ou gelado*”, “*quando está quente sobe e quando está frio desce*”, “*mostra se estamos com febre*”. Estas foram as respostas mais citadas por todos, sem saber explicar o que havia dentro do tubo de vidro que permitia saber a Temperatura do corpo.

Nesse momento, os alunos já haviam discutido que a Temperatura estava associada a agitação de partículas que formam um corpo, mas era estranho à primeira vista pensar como era possível um líquido dentro de um vidro informar a Temperatura do corpo, como saberia fazer isso, todo mundo já tinha visto um termômetro em momentos febris, mas como relacionar aos conceitos o que estava acontecendo quando ele entrava em contato com a pele? Ninguém sabia explicar!

É importante o professor trazer situações - problema em novos contextos, generalizando os conceitos, permitindo que os alunos possam voltar a refletir sobre as atividades já realizadas sob um ponto de vista diferente, onde a nova atividade apresentada na sequência complementa a anterior e os conceitos se somam, recuperando os conteúdos simultaneamente. Também auxilia na construção do conhecimento, direcionando o olhar dos alunos para os desafios propostos, aumentando seu envolvimento e domínio sobre os conteúdos estudados (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2000).

Passou-se a discutir sobre a Temperatura média do corpo humano, que é aproximadamente  $36^{\circ}\text{C}$  (trinta e seis graus Celsius), e que Celsius é a escala de Temperatura utilizada no Brasil, criada a partir da divisão do tubo de vidro em cem partes iguais a partir do ponto de fusão da água (momento que água em estado sólido <gelo> se transforma em líquida) que marca  $0^{\circ}\text{C}$  (zero graus Celsius) e pelo ponto de ebulição da água (momento em que a água líquida se transforma em vapor) que marca  $100^{\circ}\text{C}$  (cem graus Celsius), ou seja, desses dois pontos se divide o restante do tubo em cem partes. Neste momento foi mostrado o termômetro de mercúrio utilizado em laboratórios que mede de  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $110^{\circ}\text{C}$ , e com auxílio de recipientes com água à diferentes Temperaturas mostrou-se de perto aos alunos a oscilação da coluna de mercúrio ao entrar em contato com a água, onde os mesmos puderam manusear o termômetro e verificar a oscilação durante o contato térmico

com a água em variadas Temperaturas e também medindo a Temperatura do seu próprio corpo.

Os alunos questionaram o que tinha dentro do termômetro e foi explicado para eles que o termômetro é um tubo de vidro graduado, dividido em cem partes e dentro existe um metal, que se encontra no estado líquido, chamado mercúrio, sendo um ótimo condutor de Calor, e, quando esse metal se encontra com a fonte fria ele se comprime, e com a fonte quente se dilata. Pela graduação do tubo é possível saber a Temperatura de outro corpo, uma vez que o termômetro entra em Equilíbrio Térmico com o corpo em contato. Os estudantes vivenciaram então porque a coluna de mercúrio subia na água quente e comprimia na água fria e depois de alguns instantes parava de se movimentar, afinal, entrava em Equilíbrio Térmico, conceito já abordado anteriormente.

É importante compreender o estudo dos termômetros, pois é um instrumento utilizado no dia a dia, e quando os alunos têm oportunidade de interagir com esse aparelho, entender o que está realmente acontecendo, o que significa entrar em Equilíbrio Térmico a aprendizagem se torna significativa, o aluno interage com seus conhecimentos do dia a dia, resgata os conteúdos já estudados, relacionam com a medição de febre quando estão doentes, tornando os conceitos mais próximos de sua realidade e menos abstratos. Trazer novos significados para os conteúdos que já estão internalizados na mente dos alunos gera grandes desafios, por isso se torna importante partir de demonstrações concretas, trazendo os novos conhecimentos a partir da relação com o que o aluno já sabe, interagindo com o novo conceito para que de fato este seja significativo (AUSUBEL, 2003).

Durante o manuseio dos alunos com os termômetros (Figura 9) as grandes dúvidas surgiram exatamente quando ele entrava em Equilíbrio Térmico com o corpo em contato, alguns perguntaram “*porque o mercúrio depois de um tempo parava de se mover?*”, ou seja, se colocava ele na água ele subia ou descia e depois parava. Esta foi a chance de retomar novamente os conceitos já estudados sobre Temperatura e Equilíbrio Térmico, reafirmando que o mercúrio “parava” quando entrava em Equilíbrio Térmico, ou seja, estava a mesma Temperatura do corpo em contato, sendo possível através da escala graduada perceber qual era sua Temperatura naquele momento, e também explicando que rapidamente podia mudar a escala do termômetro se outro corpo interferisse na medição, já que Temperatura

estava relacionada com o grau de agitação das partículas que formavam o corpo que tendiam a se agitar mais ou menos devido a transferência de Calor (ainda não havia sido explicado o conceito de Calor, os alunos relacionavam com o seu conhecimento prévio sobre o assunto).



Figura 9: Manuseio dos termômetros pelos alunos.

Fonte: Autora.

Os alunos se mostraram entusiasmados ao manusear o termômetro, todos queriam ver a variação de corpos quentes e frios em contato. Foi explicado também que o termômetro que a maioria tem em casa geralmente varia de 34 a 43 °C, pois o mesmo tem por objetivo medir a Temperatura do corpo, e, como sua média é 36°C um corpo não ultrapassa estas Temperaturas. Também foi falado da existência de outros tipos de termômetros como os de álcool, muito usado em laboratórios, de forma breve como curiosidade a mais para os estudantes.

#### 4.2.4 Atividade 4: Conceito de Calor

Após o estudo do conceito de Temperatura, Equilíbrio Térmico e termômetros, foi dado início a quarta atividade, denominada: **O que significa a palavra Calor?**

Com objetivo de compreender o conceito de Calor, nas atividades anteriores já havia sido citada algumas vezes a palavra Calor, porém sem falar sobre seu conceito. Os alunos também não pediram o que era, mas todos disseram ter ouvido e usado a palavra Calor em alguma situação cotidiana.

Ao questionar: Mas o que significa o termo Calor? Os alunos relacionaram em um primeiro momento com *“quente”* e *“Sol”*. Perguntado se poderia ser considerado como energia, a maioria disse que sim, por conta da Energia do Sol, e que *“calor é quando está quente”*, *“dia ensolarado tem muito calor”*, *“calor é quente”*, *“quando a temperatura está alta”*, todos conheciam essa palavra, e todos definiam-na somente como sinônimo de quente.

Explorado os conhecimentos prévios sobre o conceito de Calor, foi lembrado com os alunos a atividade das bacias, lembrando que naquele momento a mão colocada na água quente, esquentou, e, no momento foi explicado que a água passava Calor para a mão até entrar em Equilíbrio Térmico, lembrando a atividade e os conceitos. Solicitado que de dois em dois dessem as mãos, foi perguntado quem tinha a mão mais quente, e, passados alguns instantes o que acontecia, obtendo respostas como *“a minha mão também está ficando quentinha”*, reafirmando que era isso que acontecia com a atividade das bacias, as Temperaturas se igualavam porque entravam em Equilíbrio Térmico, permitindo esse fenômeno graças a transferência de Calor de um corpo para o outro.

Os alunos ainda estavam articulando as ideias, os conceitos aprendidos e a relação com as atividades, como poderia passar Calor? O objetivo era os alunos chegarem ao conceito de Calor, experimentando atividades que permitissem essa transferência de energia de um corpo para o outro, onde através do que eles conheciam da palavra Calor, surgisse um novo significado, interagindo o antigo e novo conhecimento, interiorizando essas novas informações.

Foi apresentado a eles um vídeo sobre esse conceito, intitulado: O Calor: Desenho animado<sup>4</sup>, exemplificando o conceito de Calor e suas formas de propagação. Ao final do vídeo foi discutido que as formas de propagação são por condução, como exemplo, uma panela esquentando água no fogão. O fogo conduz Calor para a panela e a água, aumentando sua Temperatura, através da convecção, como por exemplo, ao ligar o ar condicionado na sala de aula em um dia muito

---

<sup>4</sup> Disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=fNWwz8AI9Ro&t=18s>



quente o ar frio por ser mais denso que o ar quente desce para o inferior da sala de aula, gerando correntes de ar quente e frio até todo o ambiente entrar em Equilíbrio Térmico, e, através da radiação, que é o que acontece com o Sol, que aumenta a Temperatura do nosso corpo, por exemplo, devido a radiação solar, sem ter contato direto com o corpo que receberá a transferência de Calor.

Assim, foi argumentado: Se Temperatura é o grau de agitação das partículas que formam um corpo, e o Calor passa de um corpo com maior Temperatura para um corpo de menor Temperatura, como tudo isso se relaciona? Simples, porque Calor é uma forma de Energia! Muitos alunos com cara de espanto nesse momento. É importante a retomada de ideias durante a sequência didática, pois desta forma o aluno consegue relacionar o conhecimento já adquirido com o novo conhecimento, e nesse momento o papel do professor é essencial no desenvolvimento de novas estratégias, tendo domínio tanto do conteúdo que está sendo mediado por ele, como das metodologias que são apropriadas para que se possa realizar a transposição didática<sup>5</sup> de forma coerente. É necessário expor experiências concretas que se relacionam com o meio dos alunos, transpondo os conceitos que estariam em nível abstrato para a faixa etária em estudo, em conteúdos compreensíveis, criando estratégias que facilitam esta compreensão, estruturando novos conceitos a partir dos conhecimentos já existentes (AUSUBEL, 2003).

Explicou-se então que nunca se passa Temperatura de um corpo para o outro, e sim Calor. O Calor é a energia térmica em trânsito entre as partículas. Sempre que houver corpos que entrem em contato com Temperaturas diferentes, haverá propagação de Calor até atingir o Equilíbrio Térmico, havendo transferência do corpo de maior Temperatura para o de menor Temperatura.

Foi retomado então com os alunos os conceitos de Calor e Temperatura, utilizando o recipiente com bolinhas (Figura 7) para relembrar o conceito de Temperatura e, através da ideia do aperto de mãos para relembrar o conceito de Calor e Equilíbrio Térmico. No final do primeiro dia, foram realizadas quatro atividades da sequência didática, deixando uma pergunta para os alunos refletirem em casa: Se Calor é uma forma de Energia, podemos utilizar essa Energia para movimentar barcos, indústrias, transformar em energia elétrica, por exemplo?

---

<sup>5</sup> Transposição didática: transforma-se o conhecimento científico em conhecimento escolar (CORDEIRO; PEDUZZI, 2013).

#### 4.2.5 Atividade 5: Calor e Transformação de Energia

No segundo dia antes de iniciar a atividade foi retomado os conceitos já discutidos com os alunos, envolvendo Temperatura e Calor, e, começou a aula com a pergunta deixada no primeiro encontro: **Se Calor é uma forma de Energia, podemos utilizar essa Energia para movimentar barcos, indústrias, transformar em energia elétrica, por exemplo?**

Os estudantes observam os fenômenos do dia a dia e vão, a partir disso, criando significados para estes fenômenos, através do contato com outras pessoas, dos meios de comunicação e se deparam com muitas informações e cabe a escola/professor resgatar estas ideias, ressignificá-las e trabalhá-las da forma correta, não dando margem a equívocos que o aluno pode levar ao longo de toda a sua escolarização. A prática educativa deve levar em conta essas informações, avaliando os problemas práticos, criando propostas afim de resolvê-los, transformando-o através de estratégias, estabelecendo relações interativas, integrando todos os aspectos positivos e negativos dentro da sala de aula, articulando atividades para o maior sucesso do ensino e aprendizagem (ZABALA, 1998).

A partir do que eles conheciam, com a pergunta lançada eles relataram que já haviam ouvido que o Calor podia gerar energia elétrica, mas não tinham ideia de como isto acontecia. Perguntado a eles, se eles já tinham ouvido falar que existiam trens e barcos movidos à vapor, ninguém respondeu nada. Com auxílio de uma imagem de trem, mostrando suas peças de funcionamento, foi explicado que na fornalha é colocado o combustível (madeira, carvão, por exemplo) e este fornece Calor a caldeira, que está cheia de água e a alta Temperatura muda de estado físico do líquido para o gasoso. Este vapor se for direcionado, como no caso do trem, pode girar as suas rodas, assim como movimentar as pás de uma embarcação, por exemplo.

Para ajudar na compreensão dos conteúdos foram mostrados pequenos vídeos e imagens de máquinas que funcionam a vapor, como usinas termoelétricas, barcos, trens. Para exemplificar foram utilizados barquinhos montados com materiais alternativos (ANEXO I) para que fosse possível compreender o funcionamento de

um barco de maneira simples. Muito entusiasmados, todos queriam chegar bem perto do barco, para ver seu funcionamento (Figura 10). É importante a participação ativa do aluno durante atividades demonstrativas, onde o estudante pode construir o seu próprio conhecimento ao se aproximar mais dos conceitos através destas práticas, não sendo um mero observador, mas se questionar o que de fato ocorre e as relações com os conceitos. De acordo com Zabala (1998, p. 29) “ a maneira de organizar a aula, o tipo de incentivos, as expectativas que depositamos, os materiais que utilizamos, cada uma destas decisões veicula determinadas experiências educativas”, tudo que fazemos em sala de aula pode ser significativo e ajudar na formação daquele conceito para o estudante.

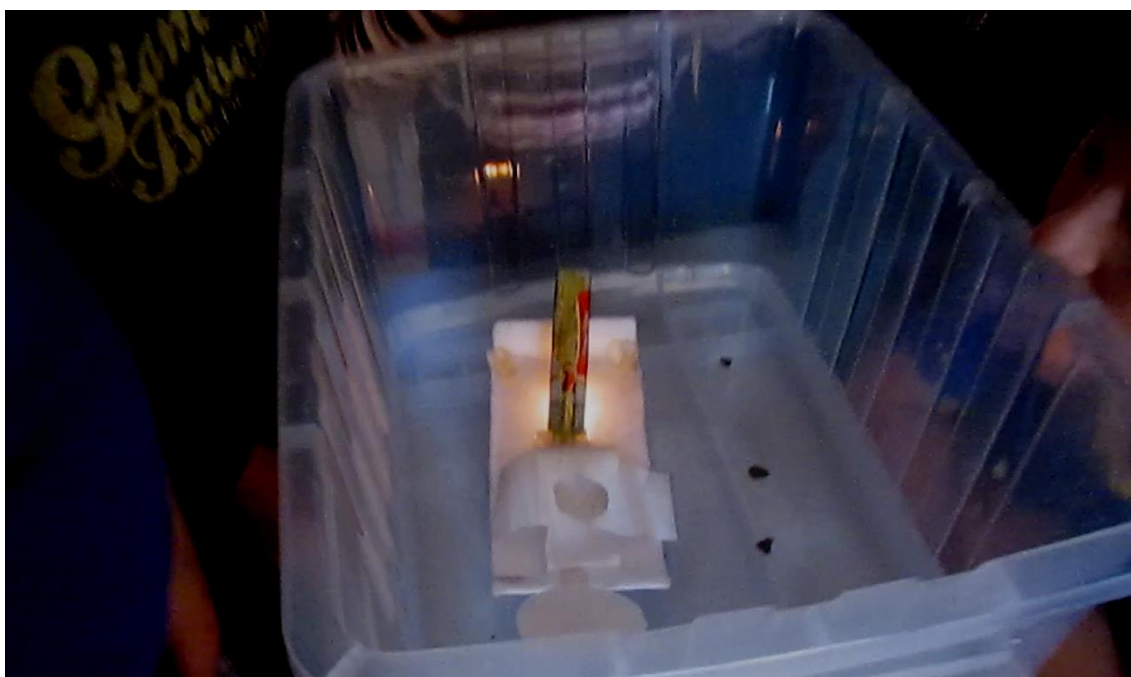


Figura 10: Barco à vapor construído com materiais alternativos

Fonte: Autora.

Da mesma forma como o barco, também é possível gerar energia elétrica, através de usinas termoelétricas que aproveitam o Calor como fonte de energia. Foi mostrada a imagem da primeira máquina térmica, a máquina de Heron, utilizada na antiguidade para colocar uma esfera de metal com água dentro em rotação quando o vapor escapava pelos orifícios da mesma, também imagens de usinas termelétricas em detalhes, explicando seu funcionamento, após, com o aparato experimental construído com materiais alternativos (ANEXO II), foi mostrado como

de fato o vapor pode gerar outros tipos de energia.

Os alunos ao observarem o funcionamento da mini usina termoeétrica (Figura 11) ficaram muito curiosos, perguntaram “*como que pode girar o cata-vento?*”, “*tem mesmo só água dentro da latinha?*”, “*como sai tão forte o vapor de dentro da latinha?*”. A partir da demonstração foi possível explicar novamente o conceito de Calor e como ocorrem as transformações de energia, explicando os componentes de uma máquina a vapor e como é possível a energia térmica (Calor) se transformar em energia cinética (giro do cata-vento), falando de conservação de energia, mostrando a importância do Calor para o funcionamento de usinas termoeétricas, assim como trens e embarcações. Trabalhar com máquinas térmicas no Ensino Fundamental – séries iniciais é um grande desafio, pois envolve diversos conceitos além de Calor e Temperatura que se optou por não abordar com os alunos, onde este conteúdo foi aplicado de forma mais demonstrativa, como um modo de perceber que Calor é uma forma de Energia e suas aplicações.



Figura 11: Demonstração da mini usina termoeétrica

Fonte: Autora.

#### 4.2.6 Atividade 6: Jogo do Saber

Após a observação das máquinas térmicas, divididos em quatro grupos deu-se início a sexta atividade da sequência didática intitulado: **Jogo do Saber: testando o conhecimento sobre Calor e Temperatura**. Este jogo consiste em quarenta questões sobre o conteúdo estudado ao longo das cinco atividades anteriores sobre os conceitos de Calor, Temperatura, Equilíbrio Térmico e Máquinas Térmicas, jogado com um grande tabuleiro humano (Figura 12), ou seja, as marcações estão no chão e os alunos são as peças que se movimentam no tabuleiro. Os alunos iam avançando ao longo da trilha conforme acertavam as

questões. O professor atua como mediador do jogo, os alunos sorteiam a questão, leem em voz alta e o professor lê as alternativas, se acertam o grupo avança uma casa num total de dez casas e se erra passa a questão para o próximo grupo no sentido horário até ser respondida a questão corretamente <sup>6</sup>.



Figura 12: Tabuleiro Humano do Jogo do Saber

Fonte: Autora

Como o objetivo era revisar todos os conteúdos, a cada carta se retomava os conceitos envolvidos, as cartas contemplavam todas as atividades feitas na sequência didática, em três níveis de dificuldade: fácil, médio e difícil (QUADRO 1). Era uma maneira de verificar o quanto os alunos internalizaram esses conceitos. O aluno que sorteava deveria responder sozinho, se não soubesse poderia discutir em grupo, assim espontaneamente discutiam sobre todos os conceitos e buscavam uma solução, pois ninguém queria perder o jogo.

Os níveis foram montados a partir do nível de dificuldade que cada conteúdo relacionado a Calor e Temperatura têm, a forma como é colocada aos estudantes, o nível de conhecimento científico e o aprofundamento dentro da sequência didática. Por exemplo, o conteúdo de máquinas térmicas é um conteúdo abordado de forma mais dinâmica e visual, sem detalhamento matemático e aprofundamento teórico,

---

<sup>6</sup> O jogo na íntegra está contido nos apêndices I, II e III.

logo se torna diante destes aspectos e pelo próprio nível de dificuldade, mais difícil para os estudantes responder as cartas, devido a complexidade para o nível de aprendizagem trabalhado.

As perguntas relacionadas aos estados físicos da matéria e sensações térmicas foram respondidas com mais facilidade, especificamente as cartas de número 2, 9, 11, 21, 22, 23, 24, 25 e 39 eram relacionadas ao conteúdo. Os alunos tiveram maior dificuldade para responder a carta de número 25 que tratava da mistura de líquidos em Temperaturas diferentes, ficando mais difícil de associarem que na água quente as partículas estão mais agitadas e tendem a ocupar a parte superior de um recipiente e a água fria a parte inferior, passando pelos quatro grupos para ser respondida. Passou por dois grupos a carta de número 9 que tratava do Equilíbrio Térmico entre dois corpos diferentes dispostos sobre o mesmo ambiente. Num primeiro instante ficou difícil associar que todos estão a mesma Temperatura, pois estão no mesmo ambiente devido as sensações térmicas que os materiais provocam. As demais perguntas foram respondidas com facilidade e foi possível retomar os conteúdos relacionados a distribuição das partículas nos estados físicos da matéria e sensações térmicas.

Em relação as cartas sobre o conceito de Temperatura, uso de termômetros e Equilíbrio Térmico também se mostraram fáceis de responder, identificando que os estudantes agregaram bastante conhecimento sobre estes conceitos. As cartas associadas a Temperatura são: 3, 4, 5, 6, 10, 14, 17, 20, 26, 27, 29, 30 e 38. Com exceção da carta 30, todas as outras cartas foram respondidas na primeira chance, destaca-se que a carta de número 30 expôs uma situação problema relacionada aos corpos de materiais diferentes estarem a mesma Temperatura quando estão no mesmo ambiente, muito semelhante a carta 9, percebendo que os alunos tiveram maior dificuldade para compreender que mesmo que corpos aparentem ser mais quentes ou frios devido suas condições de condutores ou isolantes térmicos, num mesmo ambiente entram em Equilíbrio Térmico, devendo ser maior enfatizado as atividades que tratam deste tema.

Por outro lado, a carta de número 3, que no momento que o jogo foi montado pensou-se que seria uma questão difícil, por perguntar a definição científica do conceito de Temperatura, mostrou-se de fácil escolha para os alunos, avaliando que este conceito foi realmente melhor enfatizado com os estudantes. Os alunos

respondiam com muita facilidade questões relacionadas aos termômetros e suas escalas e ao próprio conceito de Temperatura pedido de diferentes formas em várias cartas, retomando o conteúdo com todos durante o jogo, enfatizando cada conceito.

Sobre o conceito do Calor as cartas procuravam ressaltar o significado deste termo e os alunos, na grande maioria, respondeu-as com facilidade. As cartas relacionadas a este conceito eram: 1, 7, 8, 18, 19, 28, 36, 37. Uma carta que na elaboração do jogo foi considerada fácil, era a carta de número 36, porém os alunos tiveram dificuldade em respondê-la, uma vez que abordava o conteúdo de propagação de Calor por condução, assunto trabalhado mais oralmente e com exemplos rápidos. A carta de número 7 que abordava transferência de energia, por usar termos mais científicos também se notou dificuldade em responder que se tratava da definição de Calor. A carta de número 18 que perguntava sobre o que é uma fonte de Calor também se mostrou de nível intermediário ao ser perguntada pelos estudantes, onde a maioria ficou em dúvida em duas alternativas.

As cartas que envolviam conceitos relacionados com as máquinas térmicas, eram as cartas de números: 12, 13, 15, 16, 31, 32, 33, 34, 35 e 40. Foi constatado que esse tema foi o mais difícil para os alunos, o que eles menos conseguiram responder na primeira oportunidade, o que já era esperado por tratar de um conteúdo mais complexo e passado de forma mais breve durante a sequência didática. Em relação as cartas envolvendo o aquecimento da água líquida, transformação para o vapor e geração de trabalho foi melhor interpretado pelos alunos, mas com relação as transformações de energia, como a carta de número 16, foi de difícil compreensão, assim como as cartas de número 31, 32, 33, 34 e 35 que tratavam de partes do processo de máquinas térmicas e funcionamento, que após os alunos saberem a resposta correta, foi revisado este tema com eles para que compreendessem cada uma das respostas.

O conteúdo de máquinas térmicas ao ser trabalhado no Ensino Fundamental – séries iniciais torna-se um grande desafio, pois o mesmo tem um nível de aprofundamento matemático maior. Trabalha conceitos amplos como Energia e quando se faz a transposição didática para o público alvo, voltado para a compreensão dos conceitos de Calor e Temperatura é preciso um estudo de que conceitos abordar nesse primeiro momento. Como o objetivo de trabalhar máquinas térmicas era voltado à compreender que Calor é uma forma de Energia, e assim

como outras pode ser transformada, verifica-se que o mesmo foi alcançado, e que o fato dos alunos terem mais dificuldade para responder as questões desta parte no jogo, pode ter ocorrido por haver muitas informações em meio a materiais experimentais, onde eles se entusiasmam para ver o barco à vapor e a mini usina termelétrica funcionando e se dispersam dos conceitos. Talvez um trabalho maior com imagens de máquinas térmicas antes de mostrar os aparatos experimentais seja uma opção para melhor êxito nas respostas do Jogo do Saber.

Mesmo com a análise de que o nível das cartas na elaboração do jogo se mostrou um pouco diferente na sua aplicação, se optou por manter as cores dos níveis originais, porque as respostas dependem muito de como o professor media o conteúdo ao longo da sequência didática. No quadro 1, é possível perceber de forma sintetizada quais cartas fazem parte de cada nível e os conceitos relacionados.

O quadro 2, demonstra o nível com que os alunos responderam as cartas, após a observação da aplicação do Jogo do Saber, quais cartas para eles se mostraram de nível fácil, médio e difícil. Através do quadro 1 e 2 é possível observar que apesar de, na elaboração do Jogo do Saber algumas cartas devido ao nível de profundidade dos conceitos serem consideradas mais difíceis, a forma como é trabalhada com os estudantes pode tornar mais clara as ideias sobre tais definições.

QUADRO 1 – Níveis do Jogo do Saber

Definições/conceitos	CARTAS	FÁCIL	MÉDIO	DIFÍCIL
Estados Físicos da Matéria / sensações térmicas	2, 9, 11, 21, 22, 23, 24, 25 e 39	2, 21, 24	11, 23, 39	9, 22, 25
Temperatura / termômetros / Equilíbrio Térmico	3, 4, 5, 6, 10, 14, 17, 20, 26, 27, 29, 30 e 38	5, 6, 14, 17, 20, 26, 27, 29, 38	4, 10, 30	3
Calor	1, 7, 8, 18, 19, 28, 36 e 37	1, 19, 28, 36, 37	7, 8, 18	
Máquina Térmicas	12, 13, 15, 16, 31, 32, 33, 34, 35 e 40	12, 13, 15	34, 35	16, 31, 32, 33,40

Fonte: Autora



QUADRO 2 – Níveis do Jogo do Saber após a aplicação do produto educacional a partir das respostas dos alunos

Definições/conceitos	CARTAS	FÁCIL	MÉDIO	DIFÍCIL
Estados Físicos da Matéria / sensações térmicas	2, 9, 11, 21, 22, 23, 24, 25 e 39	2, 11, 21, 24, 39	9, 22, 23	25
Temperatura / termômetros / Equilíbrio Térmico	3, 4, 5, 6, 10, 14, 17, 20, 26, 27, 29, 30 e 38	3, 5, 6, 14, 17, 20, 26, 27, 29, 38	4, 10,	30
Calor	1, 7, 8, 18, 19, 28, 36 e 37	1, 19, 28	8, 18, 37	7, 36
Máquina Térmicas	12, 13, 15, 16, 31, 32, 33, 34, 35 e 40	12, 13, 15	40	16, 31, 32, 33, 34, 35

Fonte: Autora

### 4.3 VERIFICAÇÃO DO NOVO CONHECIMENTO SOBRE CALOR E TEMPERATURA

Após a aplicação das seis atividades propostas na sequência didática, os alunos foram reunidos novamente na sala de aula, para discussão sobre tudo que foi trabalhado nessa sequência didática. A primeira pergunta feita a eles era, se as palavras Calor e Temperatura tinham o mesmo significado, somente um aluno concordou, o restante da turma afirmou que são diferentes. Perguntou-se então se Calor era considerado uma forma de Energia, a resposta foi unânime, todos disseram que sim, o que no início havia gerado dúvidas, constatou-se que a definição foi bem internalizada pelos alunos.

Então se perguntou com o que Temperatura estava associado, colocando no quadro as opções: quente, frio, Calor, agitação de partículas, outra resposta. Foi explicado que eles poderiam escolher mais de uma resposta, depois de eles pensarem, onze levantaram a mão considerando que Temperatura estava associada a palavra quente, 10 associaram com a palavra frio, 7 associaram com a palavra Calor, e 13 falaram que a palavra Temperatura está associada ao termo agitação de partículas. No momento de verificação dos conhecimentos prévios nenhum aluno associou com este termo, e passaram a conhecer o mesmo devido ao estudo dentro

da sequência didática.

Como foi trabalhado os estados físicos da matéria a nível microscópico, foi perguntado aos alunos se existia diferença na forma como as partículas estão distribuídas, no estado sólido, líquido e gasoso. Dos 20 alunos, 14 disseram que sim, 4 não sabiam e 2 disseram que não. Ao ser perguntado para argumentarem o porquê da resposta, eles disseram *“porque no sólido elas estão mais juntas”, “a agitação deixa a temperatura mais alta afastada demais, e sólido juntos”*. Já os que falaram não argumentaram que as partículas eram a mesma. Depois de explicar novamente a pergunta todos entenderam que pedia como as partículas estavam distribuídas na água por exemplo, nos três estados, retomando com eles que a agitação depende da Temperatura do corpo.

Próxima pergunta feita a eles, foi se um pedaço de madeira e um pedaço de metal sobre a mesa possuíam a mesma Temperatura, ou eram diferentes. A maioria (12) disseram ser diferente e 8 falaram ser igual. Verifica-se que ainda ficou confuso diferenciar a questão de sensação térmica com Temperatura real, e foi retomado com os alunos que o metal sempre aparenta estar mais frio porque é um condutor térmico diferente da madeira que é um isolante, mas que corpos em contato, por exemplo, na sala as barras em contato só com a mesa e o ar, tendem a entrar em Equilíbrio Térmico.

Finalizando a sequência didática foi perguntado novamente o que para eles significava as palavras Calor e Temperatura, e alguns responderam que Temperatura é *“o grau de agitação de partículas”, “uma forma de dizer quando está frio e quente”* e mais respostas semelhantes à estas. Como no início só referenciavam a Calor, sem saber explicar o porquê, e que era sinônimo de quente, verifica-se a mudança na forma dos alunos se expressar sobre esse conceito, expondo novas ideias sobre o mesmo.

Para definir a palavra Calor, os alunos falaram que é *“uma energia”, “quando está muito quente”, “é quando alguma coisa encosta em você e, você fica com a mesma temperatura”, “uma forma de energia que pode ser transformada”*, com exceção da definição que associa o termo com a palavra quente, as outras definições em primeira conversa não faziam parte do conhecimento dos alunos, apesar de já conhecerem a palavra Calor.

A associação de alguns conceitos ainda se mostrou difícil, pois é necessário

uma interação e tempo maior com o objeto de conhecimento, pois não é uma atividade que dá conta de toda a informação. A sequência didática proposta buscou através de novas estratégias/atividades definir com os alunos os conceitos de Calor e Temperatura e suas propriedades. Foi verificado que ficou claro para a maioria dos alunos que Calor é uma forma de Energia que se propaga de um corpo para outro devido a diferença de Temperatura, e eles puderam constatar que no dia a dia existem o tempo todo situações que envolvem estes conceitos e agora conseguem compreender o que está por trás do abraço que esquenta, do aperto de mãos, do movimento do trem, da verificação se estão com febre pelo termômetro, e principalmente da diferença dos termos Calor e Temperatura.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para trabalhar conteúdos de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental, é preciso articular o conteúdo com estratégias didáticas lúdicas, que prendam a atenção dos alunos, e os faça querer compreender o que está por trás das atividades que lhes são propostas.

Através das sequências didáticas é possível articular uma série de atividades que contemplam a explicação de vários conceitos, onde todas se somam ao final do conjunto e são de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que o estudante busque através daquilo que já sabe interpretar esses novos conhecimentos propostos, fazendo com que a aprendizagem tenha significado para ele.

Os conceitos de Calor e Temperatura são palavras comuns do cotidiano principalmente para se referir a situações de enfermidade (estados febris) e as sensações térmicas, mas não se compreende que os mesmos possuem definições diferentes e qual o seu significado científico, tudo que através do conhecimento e estudo da Física e da área da Termodinâmica pode oferecer.

Ao elaborar o produto educacional objetivou-se trabalhar os conceitos e definições de Calor e Temperatura de forma que todo o tempo dentro da sequência didática os alunos interagissem, trocassem conhecimentos, sempre partindo do que ele já sabe para apresentar o novo conhecimento, de maneira que eles pudessem internalizar aquilo que lhes era apresentado, tornando a aprendizagem significativa.

Ao longo da aplicação do produto educacional, houve grande interação entre todas as atividades, troca de ideias, questionamentos que levaram a reflexão sobre estes novos conceitos e aquilo que eles tinham de conhecimento sobre o significado de Calor e Temperatura, construindo novas ideias unindo o prévio ao novo conhecimento, compreendendo que as definições ajudam a entender os fenômenos do dia a dia.

Poder manusear termômetros, sentir sensações térmicas, observar aparatos experimentais faz com que aumente a proximidade dos conceitos entre os estudantes e através do Jogo do Saber é possível perceber o quanto a sequência didática faz diferença entre o prévio e o novo conhecimento. Os estudantes

resgatam o conhecimento a cada novo passo que dão dentro da sequência didática, e podem refletir e debater suas dúvidas em conjunto a fim de internalizar para si o conhecimento científico.

Trabalhos como este podem contribuir para o gosto pela Física, visto que muitas vezes o aluno já chega no Ensino Médio com impressões equivocadas sobre a área, e dessa forma desde o início da trajetória escolar, o estudante já tem uma visão do quanto a Física é importante nas descobertas do dia a dia e explicações dos fenômenos diários. Nesta sequência didática foi perceptível o interesse dos alunos em compreender o que significava Calor e Temperatura, que medir a febre com um termômetro é muito mais que um simples dado e foi preciso estudos para a invenção de tal aparato.

A construção das atividades buscou estratégias que fossem fáceis para qualquer professor montar com a sua turma, materiais acessíveis, onde é possível perceber que ao longo da sequência didática os alunos vão internalizando o conhecimento para si. Cada nova atividade fazia relação com as atividades anteriores o que fazia os próprios estudantes inter-relacionarem as ideias, mesmo que o tempo planejado era curto, e utilizando-se de materiais alternativos é possível trabalhar Física desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, respeitando a forma de pensar em cada faixa etária, mas mostrando um mundo de conhecimento muito maior do que eles esperam.

Em pesquisas futuras é possível abordar mais especificamente o conteúdo de máquinas térmicas e a partir dessas atividades trabalhar as Leis da Termodinâmica e a Teoria Cinética dos Gases. Será que haverá tantas dificuldades nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio se desde cedo for trabalhado Física e sua interpretação dos fenômenos do Universo com estratégias didáticas variadas ampliando o gosto pela Física e tornando a aprendizagem realmente significativa?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto, 1 ed. Paralelo Editora Lda, 2003. p. 41-104.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 4024/61**, de 20 de dezembro de 1961. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1961.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 5692/71**, de 11 de agosto de 1971. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1971.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/ SEMTEC, Brasília, 1997.

CORDEIRO, Marinês Domingues ; PEDUZZI, Luiz O. Q.. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Online), v. 35, p. 3602-1-3602-11, 2013.

GUSSO, Angela Mari et al. **Ensino fundamental de nove anos**: orientações pedagógicas para os anos iniciais. Curitiba, PR: Secretaria de Estado da Educação. Editora Eletrônica: Fernando Caetano Costa M.E, 22 ed. 2010. 176p.

IENO, Gilberto; NEGRO, Luiz. **Termodinâmica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Siicoli; PASSOS, Norimar Christe. **Aprender com Jogos e Situações – Problema**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. Versão revisada e estendida de conferência proferida no **III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa (Peniche), 2000. Publicada nas Atas desse Encontro, pp. 33-45, com o título original de Aprendizagem significativa subversiva. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso.10.fev.2018.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. pp. 19-44, 1997.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica, 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5.ed. São Paulo: Blucher, 2014.

OLIVEIRA, Mario José. **Termodinâmica**, 2. ed. ed. rev. e ampl. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. [Curitiba]: Governo do Estado do Paraná, 2010.

PHET. **Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder**. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

ROCHA, José Fernando M. (Org.) et al. **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

SERWAY, Raymond A; JEWETT Jr, John W. **Princípios de física: movimento ondulatório e termodinâmica**. Cengage Learning, São Paulo, 2011.

SERWAY, Raymond A; JEWETT Jr, John W. **Física para cientistas e engenheiros: Oscilações, Ondas e Termodinâmica**. v.2. Tradução da 8ª edição norte americana: Cengage Learning, 2012.

SILVA, Sandra Mara Elias Gomes da, ALVES, João Amadeus Pereira. **Mapas conceituais e a transformação de objetos técnicos em equipamentos geradores:** subsídios para a aprendizagem significativa, Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), proposto pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR), 2007. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/41-4.pdf>>. Acesso.05.fev.2018.

TIPLER, Paul A; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros Vol. 2:** Eletricidade e Magnetismo, Óptica.6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** Como ensinar; tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998, 224p.

ZEMANSKY, Mark W. **Calor e Termodinâmica.** 5 ed. Traduzido por Benedito Carlos Pinto Preda. Editora Guanabara Dois S.A: Rio de Janeiro, 1978.



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

ALESSANDRA DA SILVA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA  
NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

MEDIANEIRA  
2018

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA  
NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Alessandra da Silva

Orientador: Shiderlene Vieira De Almeida  
Coorientador: Fabio Rogerio Longen

MEDIANEIRA  
04/2018

# UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE CALOR E TEMPERATURA NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Alessandra da Silva

## TUTORIAL

Caro professor, essa proposta de ensino tem como intuito auxiliar na aprendizagem dos conceitos de Calor e Temperatura em sala de aula, visando sua aplicação para o Ensino Fundamental – Séries Iniciais, especialmente elaborado para o 5º ano.

Neste manual, você encontrará uma sequência didática e sugestões de outras atividades que podem ser realizadas em sala de aula.

Baseado no conceito de Sequência Didática, são apresentadas atividades ordenadas, estruturadas e articuladas, com o objetivo de favorecer a aprendizagem sobre os temas Calor e Temperatura (ZABALA, 1998).

Boa aprendizagem a todos!



## SUMÁRIO

<b>1ª Atividade:</b> Será que existe diferença entre as moléculas que formam os corpos dependendo do estado físico da matéria em que se encontram? .....	58
<b>2ª Atividade:</b> Agora que definimos Temperatura, como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?.....	61
<b>3ª Atividade:</b> Como medir a Temperatura dos corpos?.....	65
<b>4ª Atividade:</b> O que significa a palavra Calor?.....	67
<b>5ª Atividade:</b> Se Calor é uma forma de Energia, podemos utilizar essa Energia para movimentar barcos, transformar em energia elétrica, por exemplo?.....	70
<b>6ª Atividade:</b> Jogo do Saber: O conhecimento sobre Calor e Temperatura.....	73
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	76
<b>ANEXO I-</b> Montagem do barco à vapor.....	77
<b>ANEXO II-</b> Montagem da Mini Usina Hidrelétrica.....	80
<b>APÊNDICE I-</b> Tabuleiro Jogo do Saber.....	82
<b>APÊNDICE II-</b> Regras do Jogo do Saber.....	83
<b>APÊNDICE III-</b> Cartas do Jogo do Saber.....	84
<b>APÊNDICE IV-</b> Gabarito do Jogo do Saber.....	94

**1ª Atividade: Será que existe diferença entre as moléculas que formam os corpos dependendo do estado físico da matéria em que se encontram?**

*\* Tempo estimado: aproximadamente 2 aulas (45 minutos cada).*

*Objetivo:*

Compreender a distribuição das moléculas que formam os corpos nos três estados físicos da matéria

*Introdução:*

Os estados físicos da matéria - sólido, líquido e gasoso - diferenciam-se quanto ao modo de distribuição das moléculas ao formar o corpo. No estado sólido as partículas encontram-se mais unidas; no líquido estão pouco mais dispersas; no estado gasoso estão bem dispersas. Assim, pode-se ver diariamente que objetos no estado sólido tem forma definida, no estado líquido pode mudar de forma, aparentando a forma do recipiente, e, no estado gasoso as partículas ocupam todo o espaço que encontram.

Para mudar de um estado físico para o outro é preciso receber ou ceder Calor, aumentando ou diminuindo a Temperatura dos corpos. Um cubo de gelo, por exemplo, ao receber Calor aumenta sua Temperatura e pode passar do estado sólido para o líquido, assim as partículas que estavam unidas começam a se agitar com o aumento da Temperatura. Desta forma, é possível compreender Temperatura como o grau de agitação das partículas que formam o corpo, quanto menor a Temperatura, menor a agitação das moléculas.

*Materiais Necessários (para uma turma entre 20 a 24 alunos com 5 ou 6 alunos em cada grupo):*

- 12 placas de simulação de estados físicos da matéria construída com

materiais alternativos como papelão e papel E.V.A - 4 referentes ao estado sólido, 4 referentes ao estado líquido e 4 referentes ao estado gasoso;

- Simulador disponibilizado gratuitamente pela PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder, sobre os Estados Físicos da Matéria na internet no site: [https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_en.html);
- 1 recipiente transparente (de preferência de plástico) com bolinhas de isopor pequenas dentro, aproximadamente 30 bolinhas;
- Imagens de gelo, água líquida e vapor de água.

*Procedimento:*

Mostre imagens aos alunos da água nos três estados físicos da matéria e discuta com eles as imagens, debatendo qual a diferença entre elas. Divida a turma em quatro grupos. Primeiramente distribua as placas que simbolizam os estados físicos da matéria para os grupos (Figura 1), uma de cada estado: sólido, líquido e gasoso. (Se for viável o professor pode construir com os alunos as placas). E pergunte: Vamos imaginar que essas placas são copos tampados, e dentro deles tem água, uma no estado sólido, outra no líquido e outra no estado gasoso, vocês saberiam dizer qual é cada uma?

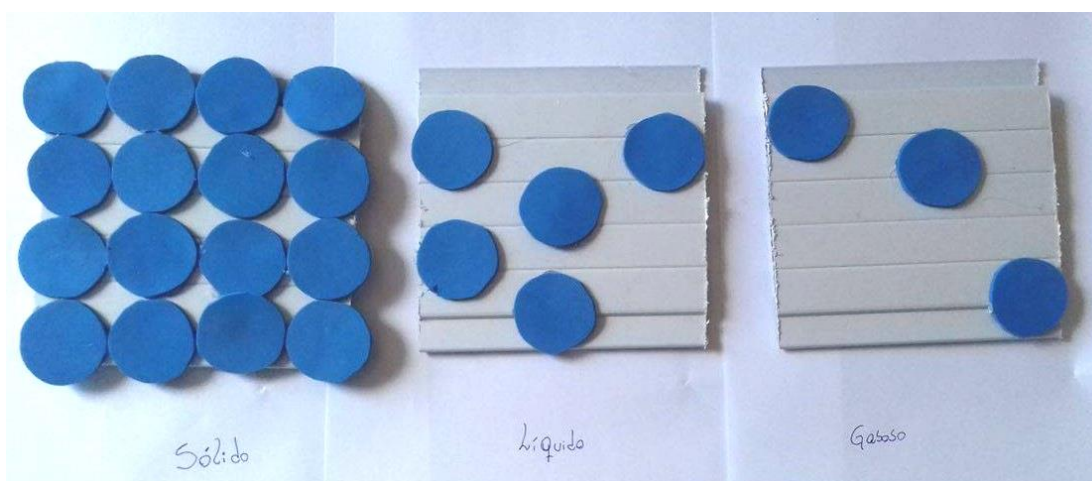


Figura 1: Placas que ilustram como as partículas se distribuem nos três estados físicos da matéria.

Fonte: Autora

Lembre-se: É preciso debater com os alunos e retomar sempre que possível os conceitos, para que todos compreendam que a água, assim como todas as outras coisas do Universo, são formadas por partículas. Se achar necessário utilize mais imagens explicitando a formação da matéria.

Espera que todos falem sobre suas ideias, questionamentos e com auxílio do simulador (Figura 2) sobre os Estados Físicos da Matéria, mostre o comportamento das moléculas que formam a água em cada estado físico. Discuta de modo que percebam que o grau de agitação das partículas muda de acordo com o estado físico, apesar de serem do mesmo material. Discuta que no estado sólido a água é gelo e sua Temperatura é baixa e suas moléculas pouco se agitam, e estão bem unidas. No estado gasoso a água é vapor e tem Temperatura elevada e suas moléculas se agitam mais, ocupando todo o espaço do recipiente.

Pergunte novamente: Vamos imaginar que essas placas são copos tampados, e dentro deles tem água, uma no estado sólido, outra no líquido e outra no estado gasoso, vocês saberiam dizer qual é cada uma?

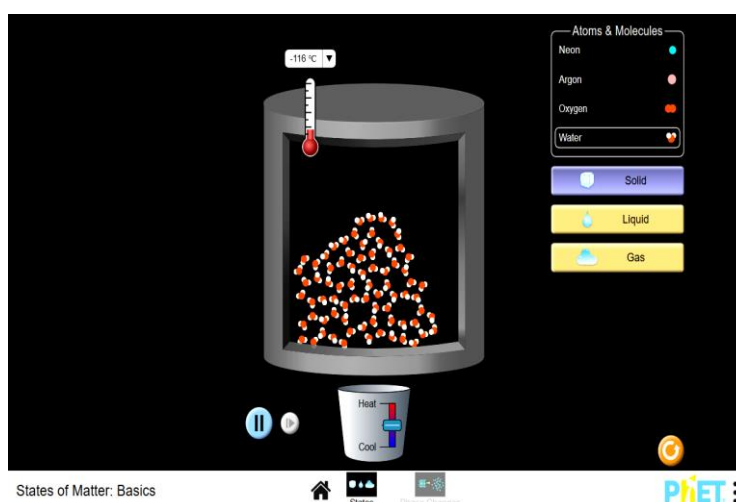


Figura 2: Simulador disponibilizado pela PhET sobre os Estados Físicos da Matéria.

Fonte: PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder.

Importante: Solicite para todos levantarem ao mesmo tempo as placas em ordem: sólido, líquido e gasoso. Caso algum grupo erre, deverá voltar ao simulador e explicar novamente, até que todos concordem com as placas e as respectivas representações das mudanças de fase.

Com auxílio do recipiente com bolinhas (Figura 3), explique que este representa um copo com água, explique que as bolinhas representam as moléculas da água e quanto mais se agitam, maior será o aumento da Temperatura da água, assim: Temperatura pode ser compreendida como o grau de agitação das partículas que formam o corpo, quanto menor a Temperatura, menor a agitação das moléculas.



Figura 3: Pote com bolinhas para simular um copo com água visualizando as moléculas que a formam.

Fonte: Autora

Dica: Complemente com fotos de situações cotidianas em que encontramos a água e outros materiais em diferentes estados físicos da matéria.

## **2ª Atividade: Agora que definimos Temperatura, como saber qual material tem maior Temperatura: é o metal ou é a madeira?**

\* *Tempo estimado:* aproximadamente 2 aulas (45 minutos cada).

*Objetivo:*

Compreender o conceito de Equilíbrio Térmico

*Introdução:*

A Temperatura pode ser compreendida como o grau de agitação das



partículas de um corpo, quanto maior a Temperatura, maior o grau de agitação das suas partículas. Dois corpos que não estão à mesma Temperatura, ao entrar em contato tendem ao equilíbrio, ou seja, todo corpo que entra em contato com outro, possuindo Temperaturas diferentes, tendem ao que denominamos de Equilíbrio Térmico. Sempre o corpo de maior Temperatura cederá Calor para o corpo de menor Temperatura até atingirem o equilíbrio.

Por exemplo, duas barras de tamanho semelhante, metal e madeira respectivamente, se encontram sobre uma mesa, onde o único contato é a mesa e o ambiente, estão em Equilíbrio Térmico com o meio, ou seja, ambas possuem a Temperatura ambiente. Ao tocarmos nas barras, porém, o metal parece estar mais “frio” que a madeira. Isto acontece devido a sensação térmica, que faz-nos pensar que o metal tem menor Temperatura. Tal fato se deve porque o metal é um bom condutor térmico, o Calor é conduzido rapidamente por ele. Já a madeira é um isolante térmico, tende a isolar a Temperatura, assim como cobertores, casacos, que isolam a Temperatura do nosso corpo, nos mantendo aquecidos.

*Materiais Necessários:*

- 4 barras de madeira (ou plástico) e 4 barras de metal;
- 3 bacias pequenas (tamanhos próximos que caiba a mão dentro);
- Garrafas térmicas com água quente, água gelada e água Temperatura ambiente;

*Procedimento:*

Divida a turma em quatro grupos de número parecido. Distribua para cada grupo uma barra de madeira (pode ser usada barra de plástico) e uma barra de metal (Figura 4) sobre a mesa e solicite para que não as toquem. Somente por meio da observação das barras, pergunte aos alunos se saberiam dizer qual teria maior Temperatura. Espere as respostas, questionando o porquê possuem essa opinião. Solicite para tocarem com as mãos nas barras e elencarem qual tem maior e menor Temperatura. Após discutirem, levar em conta todas as conclusões - espera-se que a grande maioria considere que o metal tem menor Temperatura, é mais “frio” - questionar: Vocês acreditam que estas barras sobre a mesa estavam a mesma

Temperatura? Esperar o argumento de todos, e antes de responder, propor uma nova brincadeira para provar o que está sendo dito.



Figura 4: Barras de metal, madeira e plástico.

Fonte: Autora

Colocar sobre a mesa do professor três bacias (Figura 5). Na primeira colocar água quente (em torno de 40°C), na bacia do meio água em Temperatura ambiente (tirada da torneira) e na última, água bem gelada. Pedir para que um componente de cada grupo venha participar da dinâmica. Se houver tempo é possível fazer com todos os alunos da turma. O professor deve pedir para o aluno colocar uma das mãos na água quente, e a outra na água gelada por um minuto aproximadamente e após isso, simultaneamente, colocá-las na bacia do meio com a água em Temperatura ambiente. O aluno deve voltar ao seu grupo e contar o que aconteceu. Quando todos terminarem a dinâmica, pedir para os grupos explanarem com todos o que aconteceu. Espera-se que se chegue a conclusão de que a mão quente foi esfriando e a mão gelada esquentando.

Dica: O professor pode fazer primeiro para demonstrar aos alunos.

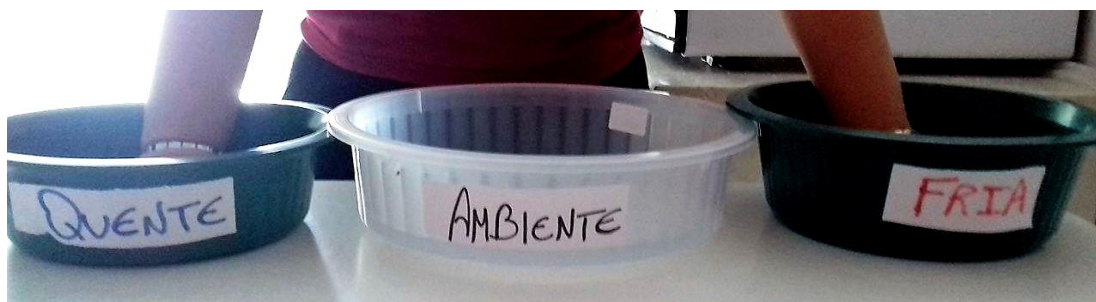


Figura 5: Experimento com as bacias e água em diferentes Temperaturas.

Fonte: Autora

O professor perguntará porque o fato ocorreu: o que faz a mão que estava na água quente esquentar também? E a mão que está na água gelada esfriar? Por que ao colocar as mãos na bacia do meio, sentimos sensações estranhas (esquenta, esfria as mãos!). Espere que os alunos respondam, até surgir ideias como: A mão que estava na água quente, quando colocada na bacia do meio foi esquentando a água e a mão gelada, ou a mão que estava gelada esfriou a que estava quente.

Seguindo os argumentos dos alunos, comente que aconteceu com eles: um fenômeno chamado de Equilíbrio Térmico, que consiste em o corpo de maior Temperatura passar ou ceder Calor para o corpo de menor Temperatura até se igualarem, ou seja, estarem em equilíbrio. Sempre o corpo com maior Temperatura tende a passar Calor para o corpo de menor Temperatura.

No caso da mão, ao ser colocada na água quente, a água passou Calor para a mão. Já a mão que foi colocada na água gelada passou Calor para a água, e, quando simultaneamente são colocadas na bacia do meio, com água em Temperatura ambiente, a mão que está mais quente tende a passar Calor para a água da bacia e a mão gelada, até que todo o sistema (mãos e água) estejam a mesma Temperatura. Isso é Equilíbrio Térmico!

Após, o professor deve questionar novamente a atividade das barras de metal e madeira, perguntando se os alunos entenderam porque ele havia dito que estavam na mesma Temperatura, explicando novamente o conceito de Equilíbrio Térmico. Uma vez as barras sobre a mesa, ambas estão em Equilíbrio Térmico com o ambiente, e, neste caso, a madeira parece ter maior Temperatura porque ela é um bom isolante térmico e o metal parece ter menor Temperatura, pois é um bom condutor térmico e a sensação térmica causa essa ideia, mas os corpos sempre tendem a estar em equilíbrio com o ambiente que estão inseridos.

Dica: Ao falar de isolante térmico, explique que cobertores, casacos somente isolam a Temperatura do corpo humano, não deixando o corpo ter contato com o ambiente, por isso dá-se a impressão de se esquentar, mas na verdade o que acontece é que se está isolando a Temperatura! Em geral, os alunos têm bastante dificuldade em compreender sensação térmica, pois nessa faixa etária estão muito

presos ao concreto, ao aparente, é preciso trabalhar com calma e reforçar sempre os conceitos estudados.

### **3ª atividade: Como medir a Temperatura dos corpos?**

\* *Tempo estimado:* aproximadamente 1 aula (45 minutos).

*Objetivo:*

Compreender o funcionamento dos termômetros

*Introdução:*

Os termômetros são um meio de medir a Temperatura dos corpos. O Termômetro mais conhecido na prática é o termômetro de mercúrio, que “consiste num tubo capilar de vidro fechado e evacuado, com um bulbo numa extremidade, contendo mercúrio, que é a substância termométrica” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 196), onde o volume do mercúrio varia entrando em Equilíbrio Térmico com o corpo em contato, sendo medido por meio do comprimento da coluna líquida, dentro do tubo de vidro.

Como o mercúrio é um metal, é um ótimo condutor de Calor, que quando se encontra com uma fonte fria se comprime, e dilata quando tem maior Temperatura, até atingir o Equilíbrio Térmico. Devido à graduação do tubo, é possível saber a Temperatura do corpo que está em contato com ele. A Escala Celsius é a mais utilizada no Brasil, pode ser calibrado o termômetro nesta escala termométrica a partir dos pontos de fusão (0°C) e ebulição (100°C) da água, onde se demarca estes pontos fixos e divide-se o restante do tubo em cem partes iguais. Também existem outras escalas como a Fahrenheit (inglesa) e a escala Kelvin utilizadas nos laboratórios no mundo todo.

*Materiais necessários:*

- 4 termômetros de mercúrio;
- Vídeo: “A diferença entre Calor e Temperatura – vídeos educativos para as

crianças”, disponível no endereço eletrônico:  
<https://www.youtube.com/watch?v=vN1SRqgERvo>;

*Procedimento:*

Divida a turma em quatro grupos de número parecido. Após as discussões sobre Temperatura e Equilíbrio Térmico perguntar aos alunos se eles sabem uma forma de medir a Temperatura. Espera-se que respondam termômetros. Se ninguém falar termômetros, fale que a forma mais eficaz de saber a Temperatura de um corpo é através dos termômetros.

Dica: Para instigar a curiosidade, conte aos alunos que a Temperatura média do corpo humano é trinta e seis graus Celsius ( $36^{\circ}\text{C}$ ), e, é por essa Temperatura que nos guiamos para saber se estamos com febre, por exemplo!

Para complementar a explicação, entregue um termômetro de mercúrio para cada grupo (Figura 6), e peça para eles medirem a Temperatura de materiais diversos, por exemplo, copos de água à diferentes Temperaturas. Solicite para eles observarem atentamente a elevação e a contração da coluna de mercúrio quando o termômetro entra em contato com os corpos. Eles também podem medir a Temperatura de um colega do grupo, após o manuseio dos termômetros, pergunte a todos o que eles perceberam.

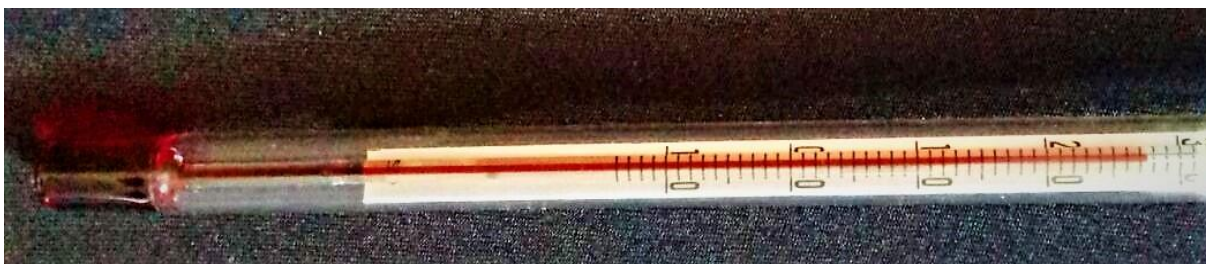


Figura 6: Termômetro de laboratório graduados na escala Celsius.

Fonte: Autora

Junto com as ideias elencadas, comente com os alunos que o termômetro é

feito de vidro, e dentro do tubo graduado eles podem perceber um líquido, é o mercúrio. Como o mercúrio é um metal, é um ótimo condutor de Calor, que quando se encontra com uma fonte fria se comprime, e dilata quando tem maior Temperatura, até atingir o Equilíbrio Térmico. Graças à graduação do tubo é possível saber a Temperatura do corpo que está em contato com ele.

Curiosidade: Além dos termômetros de mercúrio, existem termômetros de álcool, a gás, digitais, e podem ser encontrados em vários locais para a venda.

Para complementar a explicação, pode-se passar um vídeo explicando a diferença entre o Calor e a Temperatura, com exemplos lúdicos sobre o assunto. O vídeo sugerido é intitulado “A diferença entre Calor e Temperatura – vídeos educativos para as crianças”.

É importante deixar claro aos alunos que os corpos em geral dilatam quando sua Temperatura aumenta, pois, as partículas se agitam mais, o mercúrio em contato com o corpo se dilata e sobe pelo tubo do vidro, marcando na escala graduada a Temperatura do corpo. Também que a Escala Celsius é a mais utilizada no Brasil, e que existem outras escalas, como a Fahrenheit (inglesa) e a escala Kelvin utilizada nos laboratórios no mundo todo.

#### **4ª Atividade: O que significa a palavra Calor?**

*\*Tempo Estimado:* 1 aula (45 minutos).

*Objetivo:*

Compreender o conceito de Calor

*Introdução:*

Calor é compreendido como a energia térmica em trânsito entre as partículas

quando existe uma diferença de Temperatura. Sempre que houver dois corpos de Temperaturas diferentes, o corpo mais quente transfere energia ao entrar em contato térmico com o corpo mais frio, até atingir o Equilíbrio Térmico.

Através da transferência de Calor de um corpo para outro é possível obter trabalho. Esta transferência pode ocorrer por três processos: condução, convecção e radiação. A condução que ocorre através de meios materiais, quando corpos de Temperaturas diferentes entram em contato. A convecção que ocorre em fluidos, e o próprio Calor é transferido pelo movimento desse fluido. E a radiação que transfere Calor entre pontos diferentes sem contato direto entre os corpos, pois se propaga em forma de radiação eletromagnética (NUSSENZVEIG, 2014).

#### *Materiais Necessários:*

- Vídeo: “O Calor: Desenho animado”, disponível no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=fNWwz8AI9Ro&t=18s>;

#### *Procedimento:*

A palavra Calor é comumente utilizada para se referir ao aumento da Temperatura, falamos em receber e ceder Calor. Mas o que significa o termo Calor? Deixe que os alunos falem o que entendem por Calor, quais as relações que fazem com o seu cotidiano, pergunte se Temperatura e Calor tem o mesmo significado e depois de ouvir a conclusão dos alunos, pergunte: Podemos dizer que Calor é uma forma de Energia?

Deixar os alunos falarem, tentar relacionar com o que aprenderam e falaram sobre Temperatura e após a discussão dizer que: O Calor é a Energia térmica em trânsito entre as partículas, ou seja, Calor é a quantidade de energia transferida de um corpo para outro quando há uma diferença de Temperatura entre eles.

Dica: Volte a discutir a atividade das bacias com águas em Temperaturas diferentes, ou a refeça (2ª atividade) e diga que quando as mãos se encontram simultaneamente na bacia do meio, a mão quente transferiu Calor tanto para a água a Temperatura ambiente e também para a mão gelada até entrarem em equilíbrio.

Jamais se passa Temperatura de um corpo para outro, somente Calor! Sempre que existir diferença de Temperatura, os corpos em contato tendem ao equilíbrio e isso somente ocorre porque existe transferência de Calor do corpo mais quente, para igualar a Temperatura.

Se Calor é uma forma de Energia, pode se transformar em outra? Deixar os alunos responder. Ao aquecer a água dentro de uma caldeira, por exemplo, esta água que está no estado líquido vai aumentar sua Temperatura e mudar de fase para o gasoso. O vapor que sai da caldeira, se direcionado, pode gerar alguma forma de trabalho, por exemplo, movimentar um trem.

Vamos pensar mais um pouco? Se você pedir para os alunos segurarem as mãos de seus colegas, o colega que estiver com a mão mais “quente” cederá Calor para o outro, para atingirem o Equilíbrio Térmico.

Como sugestão passe um vídeo sobre a definição de Calor, para ficar claro sobre o assunto. O vídeo sugerido é intitulado: O Calor: Desenho animado.

Nesta fase retome as atividades realizadas até o momento e pergunte para os alunos se eles, agora, saberiam dizer o que significa os termos: Calor e Temperatura.

Observação: Se eles responderem com dificuldade, utilize o recipiente com bolinhas de isopor (1ª atividade) para explicar novamente o conceito de Temperatura, que é definido como o grau de agitação das partículas que formam o corpo e, revise o conceito de Calor, falando sobre os apertos de mãos dados, enfatizando que Calor é uma forma de energia térmica em trânsito entre as partículas que formam um corpo.



## **5ª Atividade: Se Calor é uma forma de Energia, podemos utilizar essa Energia para movimentar barcos, transformar em energia elétrica, por exemplo?**

\* *Tempo estimado:* aproximadamente 2 aulas (45 minutos cada).

*Objetivo:*

Compreender que o Calor é uma forma de Energia que pode ser transformada e gerar Trabalho;

Entender o conceito de Trabalho.

*Introdução:*

Calor é a Energia térmica em trânsito entre as partículas. A Lei da Conservação da Energia define que a Energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. O Calor pode ser transformado em outras energias, através da produção de trabalho.

Um sistema termodinâmico produz trabalho quando a Energia térmica liberada se converte em outros tipos de Energia, como a Potencial, associada ao estado de repouso de um corpo, a Energia Cinética associada ao estado de movimento de um corpo. Por exemplo, para movimentar uma turbina, onde o vapor produzido a partir do aquecimento da água, é convertido na elevação da energia potencial de posição do corpo, assim ao liberar energia pela turbina dizemos que foi realizado trabalho.

Em uma máquina térmica, cujo objetivo é realizar trabalho a partir do Calor, a caldeira é onde a água será transformada em vapor, utilizando o Calor obtido através da queima de um combustível. A pressão da água que entra na caldeira é igual à pressão com que o vapor sai, se esse vapor for direcionado contra uma superfície sólida pode provocar movimento, por exemplo, em uma turbina. A turbina é compreendida como a máquina que transforma a energia do vapor em trabalho mecânico, realizando diversas atividades a partir deste processo (IENO; NEGRO, 2004).

*Materiais Necessários:*

- Um barquinho feito com materiais alternativos (disponível como montá-lo no Anexo I);
- Uma mini usina termelétrica feita com materiais alternativos (disponível como montá-la no Anexo II).
- Imagens ou vídeos de trens e navios movidos à vapor;
- Imagens e vídeos sobre o funcionamento da usina termelétrica e das usinas existentes no mundo.

*Procedimento:*

A partir da introdução, e dos questionamentos sobre os conceitos aprendidos (questione-os!), deixe os alunos falarem suas ideias, retomando que a Energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada, esta é a Lei de Conservação de Energia! Se o Calor é uma forma de energia pode ser transformado em outras formas, como em Energia Mecânica (soma da energia de repouso de um corpo mais a energia de movimento do mesmo), movimentando locomotivas, barcos, e também a energia elétrica que chega nas casas e são transformadas em tantas outras, como a Energia luminosa ao acender uma lâmpada.

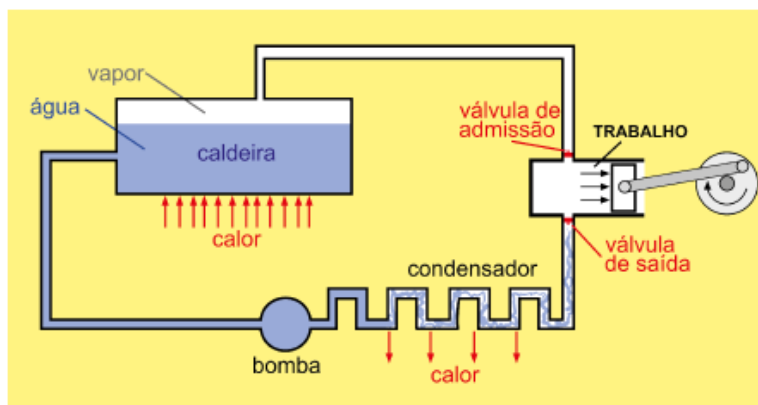


Figura 7: Esquema de funcionamento de uma máquina à vapor.

Fonte: <http://www.ciencianarua.uevora.pt/2013/2013.php>

Pergunte: Você sabia que através do Calor podemos gerar trabalho, energia elétrica? Deixar os alunos discutirem. Mostrar imagens ou vídeos de trens e navios movidos à vapor. Pedir se os alunos sabem como funciona um trem, utilizando uma imagem (sugestão: Figura 7). Falar que o fogo da queima do combustível faz com que a água da caldeira mude de estado físico para o vapor e este por sua vez impulsiona o movimento de válvulas, pistões, rodas, gerando trabalho. Explicando que neste momento a energia térmica proveniente do Calor se transforma em Energia Mecânica para movimentar a roda.

A partir da ideia do trem questionar que os barcos também podem funcionar a vapor, pois da mesma forma que o trem, existem embarcações que possuem caldeiras que permitem que o Calor seja a fonte de energia inicial para movimentar o barco, acionando suas rodas na água (pás) através do vapor direcionado a elas. Neste momento é sugerido mostrar o barco à vapor, que pode ser montado pelo professor para demonstração aos alunos, se pertinente, e possível pode inclusive ser montado pelos alunos com auxílio do professor (Figura 8).



Figura 8: Barco à vapor construído.

Fonte: Autora

Após a discussão sobre o funcionamento dos trens e embarcações, perguntar: E a Energia Elétrica como pode ser gerada a partir do Calor?

Com auxílio de um esquema de uma usina termelétrica (exemplo: Figura 9), explicando que a fonte quente, como o fogo, por exemplo, a partir da queima, é possível aumentar a Temperatura da água que está na caldeira, e o vapor ser direcionado a turbina, onde a energia térmica é transformada em mecânica e a partir

desta pode ser transformada em energia elétrica. Apresente aos alunos cada componente importante da usina e qual sua função. Mostrar também a imagem da primeira máquina térmica, a máquina de Heron, utilizada na antiguidade para colocar uma esfera de metal com água dentro em rotação quando o vapor escapava pelos orifícios da mesma ao ser esquentada, realizando trabalho mecânico. Após utilize vídeos e imagens de usinas termelétricas mostrando seu funcionamento.



Figura 9: Mini usina elétrica construída com materiais alternativos.

Fonte: Autora

Sugestão: Se possível construa a mini máquina térmica (ANEXO II), para melhor exemplificar o funcionamento com os alunos, sempre permitindo a discussão constante para que sejam sanadas todas as dúvidas.

### **6ª Atividade: Jogo do Saber: testando o conhecimento sobre Calor e Temperatura.**

*\*Tempo estimado: 2 aulas (45 minutos cada)*

*Objetivo:*

Constatar o aprendizado dos alunos ao longo das aulas sobre Calor e Temperatura

*Materiais Necessários:*

- 4 tabuleiros pequenos ou 1 tabuleiro gigante; (APÊNDICE I)
- Regras e um Gabarito com as respostas das cartas; (APÊNDICE II e APÊNDICE IV)
- 4 jogos de cartas (ou 1 jogo se jogar com o tabuleiro gigante); (APÊNDICE III)
- 4 peões para o jogo (construídos com materiais alternativos, no caso dos tabuleiros pequenos para ser jogados nos grupos);

*Procedimento:*

O jogo tem por objetivo a retomada de todos os conteúdos que foram trabalhados ao longo da sequência didática, sendo composto cada jogo por 40 questões que envolvem todo o conteúdo trabalhado, gabarito, tabuleiro e peões.

Sugere-se ao professor, criar um tabuleiro humano, com 4 carreiras de dez passos, para jogar com todos os alunos da turma, onde eles são as próprias peças do tabuleiro (Figura 10), divididos em quatro grupos de proporção igual, onde o professor é o apresentador do jogo, lendo as perguntas e mediando o jogo.

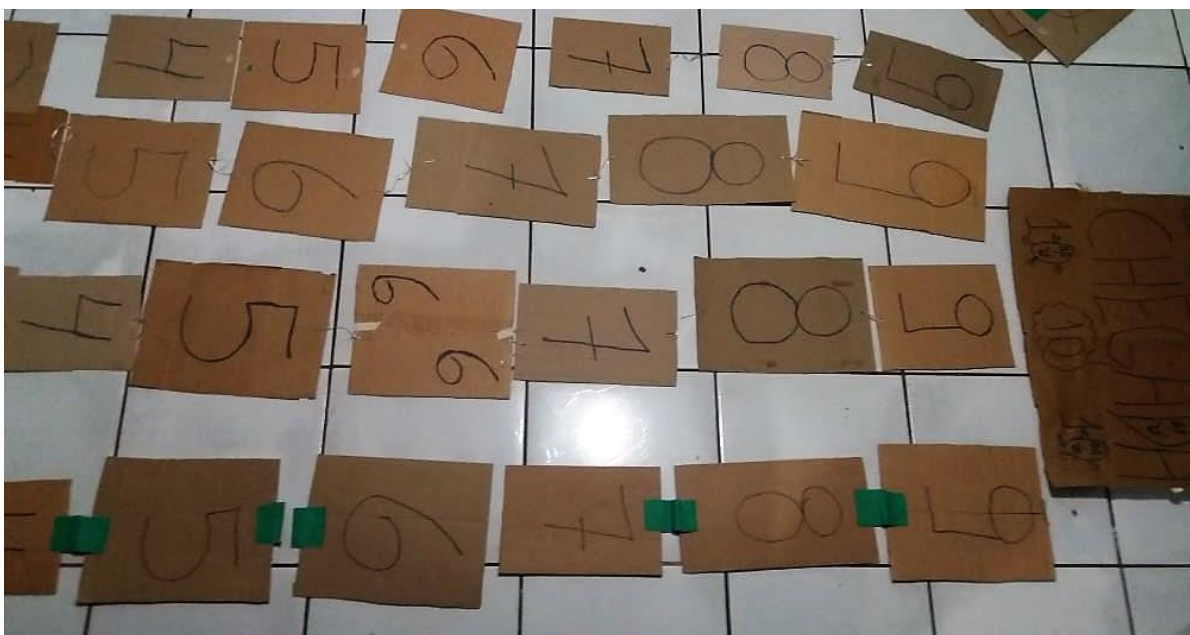


Figura 10: Tabuleiro do Jogo do Saber

Fonte: Autora

Caso não seja possível a ideia do tabuleiro humano, sugere-se a impressão de vários tabuleiros, para que os alunos se reúnam em grupos menores para jogar, onde um será o apresentador e detentor do gabarito e os outros avançam no tabuleiro conforme o acerto das respostas. Os próprios alunos podem montar um tabuleiro a partir da explicação do professor.

Importante: As perguntas devem ser todas respondidas, assim cada vez que um integrante erra, passa-se automaticamente para outro grupo, até que a pergunta seja respondida corretamente. Para melhor organização sugere-se que sempre ocorra no sentido horário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IENO, Gilberto; NEGRO, Luiz. Termodinâmica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica, 2: fluidos, oscilações e ondas, calor.** 5.ed. São Paulo: Blucher, 2014.

OLIVEIRA, Mario José. **Termodinâmica**, 2. ed. ed. rev. e ampl. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

PHET. **Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder.** Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

PORTAL DO PROFESSOR: Disponível no endereço eletrônico: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40796>; Acesso em: 19 mar. 2018.

ROCHA, José Fernando M. (Org.) et al. **Origens e evolução das ideias da física.** Salvador: EDUFBA, 2002.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** Como ensinar; tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998, 224p.

## ANEXO I

### Montagem do Barquinho à Vapor

Adaptado do vídeo do Manual do Mundo: Como fazer um barquinho à vapor (barquinho pop, pop), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QHcXqpYGJ8M> e do site Como Construir um Barquinho Pop-Pop: <http://www.instructables.com/id/Como-construir-um-barquinho-pop-pop/>.

Sugere-se assistir ao vídeo e observar no site as fotos da montagem passo a passo do barquinho!

Materiais necessários:

- 1 Latinha de alumínio (de refrigerante, por exemplo)
- 1 pedaço de isopor (sugere-se bandejas de isopor que usualmente vem em embalagens de macarrão)
- 2 canudinhos (que dobram em uma das pontas)
- Velas de aniversário pequenas
- Acessórios: Cola quente, Cola Epox, Tesoura, fita crepe, régua de madeira, folha sulfite.

Montagem:

Corte a parte superior e inferior da latinha, deixando só a parte do meio da latinha (forma de tira). Dobre a latinha deixando pequeno deslocamento entre um lado do alumínio e o outro. Cole com fita crepe a dobra. Pegue a régua de madeira e passe sobre a dobra para ficar bem fixado e reto. Recorte de forma retangular a tira de alumínio, proporção: largura 3 cm e comprimento 10 cm. Dobre os lados direcionando-os para o centro da placa de alumínio e a extremidade inferior (escolha um lado e dobre as duas extremidades para o mesmo lado, em torno de 0,5 cm de cada lado). Verifique se ficou plana a superfície.

Coloque os dois canudinhos dentro da latinha, deixando o lado dobrável para



fora. Com a cola Epox cole todas as superfícies da latinha, permitindo que a única abertura seja a dos canudinhos para entrada de água. Lembre-se e cole muito bem para não deixar escapar o ar entre as dobras da latinha, e cole também os canudinhos na latinha para que não se movimentem. Deixe secar bem, e após seco teste em um copo de água se está vedado, assoprando o canudinho, se aparecer bolhas de água é preciso vedar novamente, até isto não acontecer mais. Incline o canudinho que ficou fora da latinha com relação a tira de alumínio, em torno de 60 graus. Cole os dois canudinhos com cola quente para que fiquem próximos ao sair da latinha.

Desenhe um molde de barco na bandeja de isopor e recorte. Pegue a montagem latinha e canudinho e com a régua deixe o canudinho que sai da latinha com comprimento aproximado de 10 cm. Faça uma abertura no molde do barco no isopor, para passar o canudinho próximo à frente do barco, (perto de um terço do comprimento total, bem pequeno para que só passe os canudinhos!). Com a cola quente fixe melhor a latinha com os canudinhos no molde de isopor. Para o apoio das velinhas, pegue um pedaço da latinha que sobrou e faça um molde que abrace a velinha e abaixo do molde deixe uma tira de alumínio para fixar a velinha. Deixe a velinha com um terço do seu tamanho original, com o molde em mãos coloque o molde com a vela logo atrás da estrutura da latinha. Vai esquentar a água dentro da latinha, deve ficar próximo! Utilize elásticos para prender os canudinhos no molde de isopor. Encha os canudinhos com água, deixando a parte que está dentro da latinha cheio. Acenda a velinha e coloque na água.

Pronto, seu barco está montado!

Explicação:

A água dentro do canudinho vai aquecer, quando o fogo da velinha esquentar a latinha, ela em maior Temperatura, possui um grau maior de agitação de suas partículas, assim se expande, e ao sair do canudinho movimentar o barco!



Figura 10: Barco à vapor construído.

Fonte: Autora

## ANEXO II

### Mini Usina Termoelétrica

Adaptado do Portal do Professor, disponível no endereço eletrônico:  
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40796>

#### Materiais:

- 2 latinhas de alumínio cerca de 250 ml (de refrigerante), uma para a caldeira e outra para fazer o suporte
- 1 prego fino para furar a latinha, fósforos, algodão, álcool
- Bloco de madeira para suporte
- Um cata-vento, pode ser de plástico, ou qualquer material leve (Figura 11)
- Uma seringa comum de plástico de qualquer tamanho, para colocar água dentro da latinha

#### Procedimento

Com o prego fure a latinha e despeje o conteúdo em outra vasilha, copo. Com a seringa encha a latinha de água, cerca de 80 ml de água. Construa um suporte que agente Temperatura alta, onde será colocado algodão com álcool para ser a fornalha. Fixe a latinha no suporte de madeira, ficando em torno de 1 cm acima do suporte onde será colocado a chama (fogo). Fixe o cata-vento no bloco de madeira, posicionando-o de modo que o vapor ao sair da latinha incida diretamente nas hélices forçando-as a girar. Ao colocar a fornalha sob a latinha, acenda-a com um palito de fósforo, e com o fogo controlado (pequeno) espere a água da latinha esquentar, que nesse caso representa a caldeira, e quando a água ferver, começará a evaporar, e o vapor (Calor produzido) direcionado moverá a hélice do cata-vento, simbolizando o processo de uma usina termelétrica, onde o vapor proveniente da caldeira, é direcionado para a turbina (pistão) e o movimenta, transformando Energia térmica em energia cinética.

Observação: Faça o teste antes da aula para saber se a chama não será alta podendo machucar os alunos. Certifique-se também que a chama é suficiente para ferver a água, caso não, teste com uma chama maior. Chame os alunos em pequenos grupos para observar o experimento, fica melhor para observar e o professor tem maior visão sobre todos ao redor. Lembre-se que está sendo trabalhado com fogo!

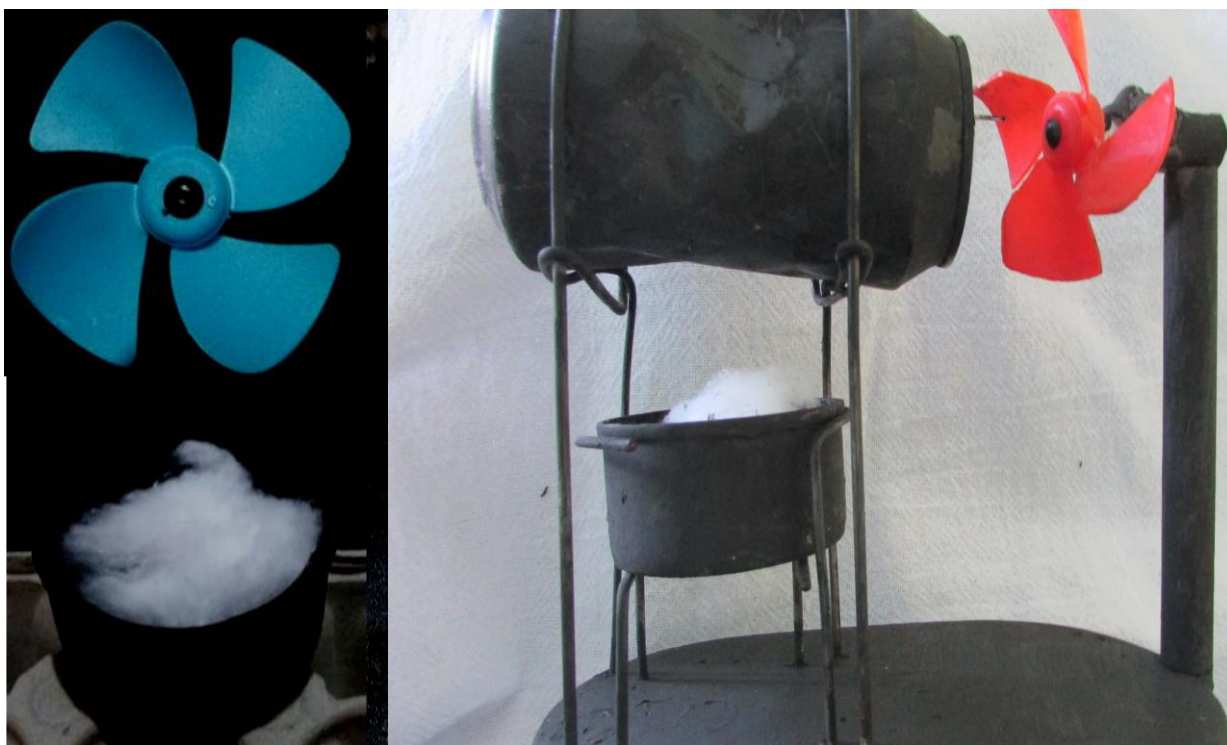
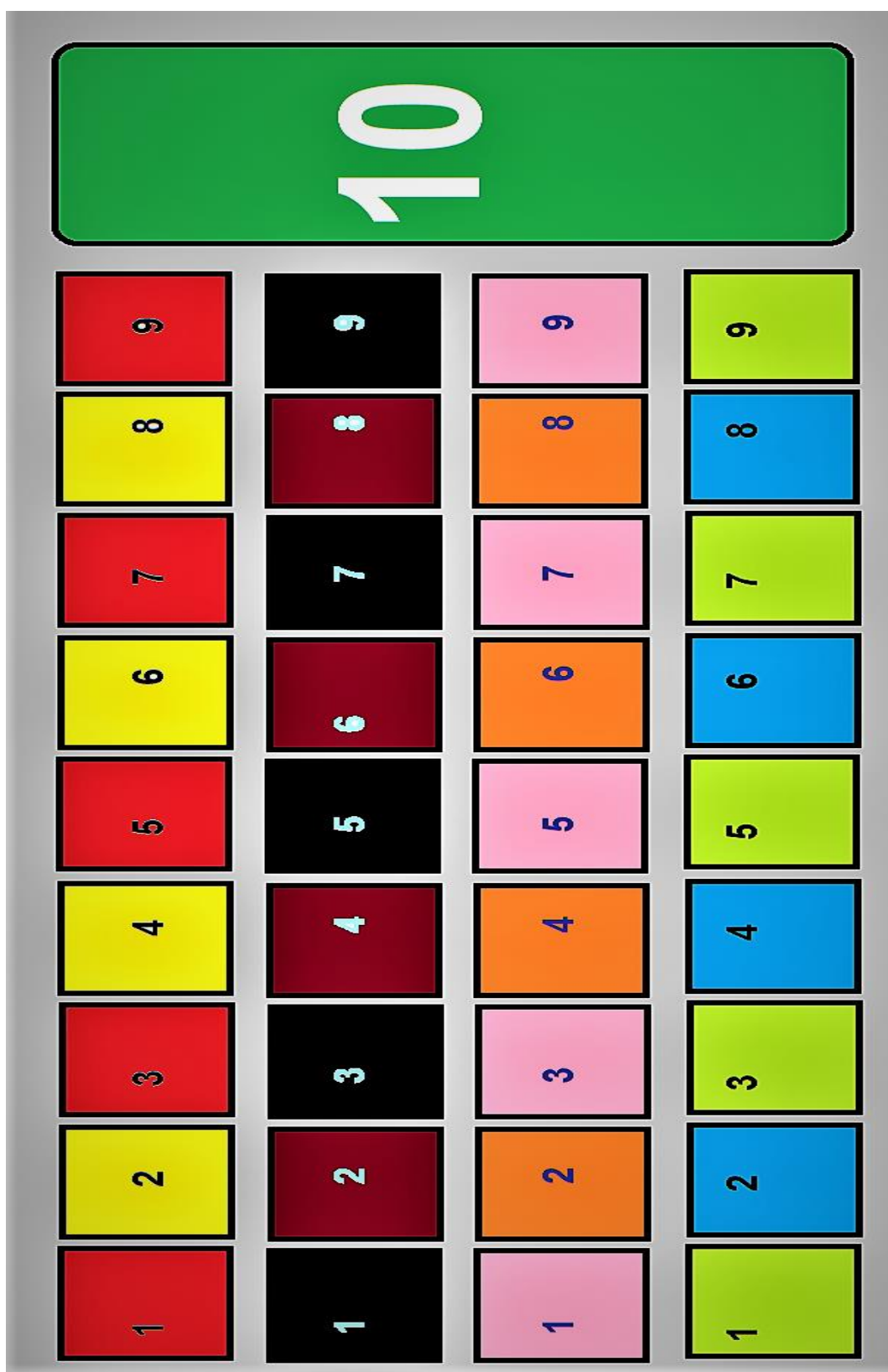


Figura 11: Cata-vento usado/ caldeira com algodão/ Mini usina termelétrica montada.

Fonte: Autora

APÊNDICE I – Tabuleiro do Jogo do Saber



## APÊNDICE II – Regras do Jogo do Saber

1. Certifique-se que possui tabuleiro, gabarito e as 40 cartas pertencentes ao jogo (se for fazer tabuleiro humano, desenhe-o antes da aula, ou imprima vários, dependendo da quantidade de alunos da turma).
2. Utilize um critério (pode ser um dado) para definir o grupo/jogador que começa, e, a partir dele o jogo ocorre sempre no sentido horário, ou seja, se o jogador 2 começar o próximo será o jogador 3, depois jogador 4 e por último jogador 1.
3. As cartas devem ser embaralhadas e o jogador retirar a carta de leitura.
4. O apresentador lê a carta e é detentor do gabarito (abaixo). A carta possui quatro alternativas, se o primeiro não acertar, a mesma deve ser passada para o próximo jogador (sentido horário) e assim sucessivamente até que a carta seja respondida corretamente. Lembre-se que o mais importante é o conteúdo, por isso é necessário que todos conheçam a resposta correta.
5. Mesmo que outro jogador tenha respondido, devido ao erro de jogador da vez, a próxima carta sempre será sorteada na sequência do último que pegou a carta, independente de quem respondeu.
6. Se jogado em grupo, pode-se optar por cada rodada um membro diferente responder à pergunta.
7. O primeiro a alcançar a última casa (10) vence o jogo. Observação: caso isso ocorra rapidamente, sugere-se fazer segundo, terceiro lugar para que ocorra a leitura do maior número de cartas possível.

### APÊNDICE III – Cartas do Jogo do Saber

<p>1 - Como é possível definir Calor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) É um dos quatro elementos essenciais do planeta;</li><li>b) É a energia térmica em trânsito entre as partículas;</li><li>c) É a troca das partículas de um corpo;</li><li>d) É o movimento de elétrons de um corpo;</li></ul>	<p>2 - Como as partículas estão distribuídas no estado sólido:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Todas bem unidas;</li><li>b) Todas bem separadas;</li><li>c) Pouco dispersas;</li><li>d) Neste estado existe uma única grande partícula;</li></ul>
<p>3 - Temperatura pode ser definida como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) A grandeza física associada ao estado de movimento ou à agitação das partículas que compõem os corpos;</li><li>b) A grandeza física associada ao estado de repouso das partículas que compõem os corpos;</li><li>c) À agitação das partículas que compõem os corpos, exceto para os sólidos;</li><li>d) A grandeza física associada ao estado de movimento dos sólidos e repouso dos líquidos;</li></ul>	<p>4 - Moléculas muito agitadas são características de corpos com:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Temperaturas baixas;</li><li>b) Temperaturas altas;</li><li>c) Sem temperatura;</li><li>d) Sem calor;</li></ul>

<p>5-Dispositivo usado para medir Temperatura é chamado de:</p> <p>a) Injeção;</p> <p>b) Marcador;</p> <p>c) Cronômetro;</p> <p>d) Termômetro;</p>	<p>6- Quando dois ou mais corpos de Temperaturas diferentes entram em contato, tendem a entrar em:</p> <p>a) Conflito Térmico;</p> <p>b) Sequência Térmica;</p> <p>c) Equilíbrio Térmico;</p> <p>d) Separação Térmica;</p>
<p>7- A transferência de energia de um objeto ou sistema para outro, em razão, da diferença de Temperatura entre eles, é chamado de:</p> <p>a) Temperatura;</p> <p>b) Calor;</p> <p>c) Sensação Térmica;</p> <p>d) Máquina Térmica;</p>	<p>8- A energia térmica transitando de um sistema para o outro, onde um dos sistemas cede energia e o outro recebe é o que chamamos de:</p> <p>a) Calor;</p> <p>b) Temperatura;</p> <p>c) Equilíbrio;</p> <p>d) Positivo e Negativo;</p>



<p>9 - Imagine dois corpos diferentes: madeira e ferro, sobre uma mesa, o que podemos dizer sobre a sua Temperatura:</p> <p>a) A madeira tem Temperatura maior;</p> <p>b) O ferro tem Temperatura maior;</p> <p>c) A mesa tem Temperatura maior que os dois corpos;</p> <p>d) Todos tem a mesma Temperatura;</p>	<p>10 - Por que podemos dizer que dois corpos diferentes: borracha e metal em um mesmo ambiente possuem a mesma Temperatura:</p> <p>a) Porque são feitos do mesmo produto;</p> <p>b) Porque eles foram esquentados por outro corpo;</p> <p>c) Porque todos os corpos tendem a entrar em Equilíbrio Térmico;</p> <p>d) É impossível isso ocorrer;</p>
<p>11 - Qual a diferença das partículas que formam o corpo do estado gasoso para o estado sólido:</p> <p>a) No estado sólido as partículas estão mais dispersas;</p> <p>b) No estado gasoso as partículas estão muito unidas;</p> <p>c) Não existe diferença elas se comportam igual nos dois estados;</p> <p>d) No gasoso estão dispersas e no sólido unidas;</p>	<p>12 - Uma máquina térmica é aquela que precisa de _____ para ocorrer.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Água;</p> <p>b) Sol;</p> <p>c) Calor;</p> <p>d) Vento;</p>

<p>13 - Na máquina térmica a partir do aquecimento da caldeira, o _____ faz com que gire a turbina.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Fogo;  b) Vento;  c) Líquido;  d) Vapor;</p>	<p>14 - Os termômetros mais comuns encontrados no nosso dia a dia são os de:</p> <p>a) Água;  b) Mercúrio;  c) Bolinhas de isopor;  d) Areia;</p>
<p>15 -Qual dos meios de transportes abaixo pode ser considerado uma máquina térmica:</p> <p>a) Carro;  b) Motocicleta;  c) Trem;  d) Ônibus;</p>	<p>16 - Através de uma usina termoelétrica é possível transformar a energia térmica em energia _____ e posteriormente em energia elétrica.</p> <p>Qual a palavra que completa a frase?</p> <p>a) Térmica;  b) Mecânica;  c) Elétrica;  d) Solar;</p>

<p>17 - Para um corpo mudar do estado líquido para o gasoso é preciso ocorrer:</p> <p>a) Aumento da Temperatura do corpo;</p> <p>b) Diminuição da Temperatura do corpo;</p> <p>c) Congelamento do corpo;</p> <p>d) Mudança na forma do corpo;</p>	<p>18 -Podemos caracterizar fonte de Calor como:</p> <p>a) Todo elemento que resfria o corpo;</p> <p>b) Todo elemento que muda a forma do corpo;</p> <p>c) Todo elemento capaz de produzir aumento na Temperatura de um corpo;</p> <p>d) Todo elemento capaz de produzir diminuição na Temperatura de um corpo;</p>
<p>19 -Qual das alternativas abaixo são todas fontes de Calor:</p> <p>a) Sol, fogueira, gelo;</p> <p>b) Gelo, aquecedor, sol;</p> <p>c) Vela, gelo, sol;</p> <p>d) Sol, vela, fogueira;</p>	<p>20 - Qual a escala de unidade de medida do termômetro mais usada no Brasil?</p> <p>a) Kelvin;</p> <p>b) Celsius;</p> <p>c) Gramas;</p> <p>d) Litros;</p>

<p>21 - Os três estados físicos da matéria são:</p> <p>a) Sólido, gelo e gasoso;</p> <p>b) Gelo, líquido e vapor;</p> <p>c) Maciço, água e vapor;</p> <p>d) Sólido, líquido e gasoso;</p>	<p>22 - O estado da matéria em que os átomos têm ligações mais fracas do que substâncias sólidas e vibram mais livremente, porém sua ligação é mais forte que nos gases é:</p> <p>a) Sólido;</p> <p>b) Gasoso;</p> <p>c) Líquido;</p> <p>d) Vibrante;</p>
<p>23- Quando as forças de ligação entre as partículas que formam o corpo são quase nulas e seus constituintes ficam separados por distâncias muito grandes, dizemos que o corpo está no estado:</p> <p>a) Líquido;</p> <p>b) Gasoso;</p> <p>c) Sólido;</p> <p>d) Cristalino;</p>	<p>24 - Porque se guardarmos líquidos “gelados” em caixas de isopor demora mais para esquentarem?</p> <p>a) Porque o isopor é um bom condutor de Calor;</p> <p>b) Porque o isopor é feito de gelo;</p> <p>c) Porque o isopor é um isolante térmico;</p> <p>d) Porque o isopor é um condutor térmico de alta qualidade;</p>

<p>25 - Quando colocamos sobre um chá quente água gelada o que deve ocorrer:</p> <p>a) A água gelada tende a ocupar a parte inferior do copo e o chá a parte superior até entrar em equilíbrio;</p> <p>b) A água gelada tende a ocupar a parte superior do copo e o chá a parte inferior até entrar em equilíbrio;</p> <p>c) A água gelada tende a ocupar a parte superior do copo e o chá a parte inferior porém não entram em equilíbrio;</p> <p>d) A água gelada tende a ocupar a parte inferior do copo e o chá a parte superior porém não entram em equilíbrio;</p>	<p>26 - Dois corpos ao entrar em contato tendem ao Equilíbrio Térmico, onde o corpo de _____ Temperatura passa Calor para outro corpo até se igualarem.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Menor;</p> <p>b) Igual;</p> <p>c) Maior;</p> <p>d) Equivalente;</p>
<p>27 - Para medir a Temperatura de um corpo utilizamos termômetros, pois os mesmos entram em _____ Térmico com o corpo, mostrando pela haste metálica a sua Temperatura.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Calor;</p> <p>b) Energia;</p> <p>c) Período;</p> <p>d) Equilíbrio;</p>	<p>28 - Calor é uma forma de _____ em trânsito entre partículas, passando do corpo com maior Temperatura para o corpo de menor Temperatura.</p> <p>Qual a palavra completa a frase?</p> <p>a) Energia;</p> <p>b) Estado;</p> <p>c) Sensação;</p> <p>d) Vibração;</p>

<p>29 - Os números no termômetro indicam a Temperatura em graus _____, unidade de medida adotada no Brasil.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Celsius;</p> <p>b) Fahrenheit;</p> <p>c) Kelvin;</p> <p>d) Gasosos;</p>	<p>30 - Quando a Temperatura está alta, você sente Calor, e quando a Temperatura está baixa, você costuma dizer que sente frio. Mas a sensação de frio decorre do fato de:</p> <p>a) Você estar num ambiente em que a Temperatura está mais elevada em relação a Temperatura do seu corpo;</p> <p>b) Seu corpo e o ambiente estarem a mesma Temperatura;</p> <p>c) Devido ao aquecimento do seu corpo;</p> <p>d) Você estar num ambiente em que a Temperatura está mais baixa em relação a Temperatura do seu corpo;</p>
<p>31 - Em uma máquina térmica a caldeira é aquecida transformando a água em vapor que movimentará qual peça da máquina?</p> <p>a) Fornalha;</p> <p>b) Vapor;</p> <p>c) Pistão;</p> <p>d) Condensador;</p>	<p>32 - Em uma máquina térmica ideal a água em estado gasoso (vapor) ao se encontrar com a fonte fria (água fria) acontece uma mudança de estado físico, do gasoso – líquido, este processo é chamado de:</p> <p>a) Condensação;</p> <p>b) Vaporização;</p> <p>c) Sublimação;</p> <p>d) Fusão;</p>

<p>33 - As principais etapas do funcionamento de uma máquina à vapor são:</p> <p>a) Fornalha – caldeira – vapor – pistão – cilindro;</p> <p>b) Rodas – caldeira – vapor – pistão – cilindro;</p> <p>c) Fornalha – cata-vento – vapor – pistão – cilindro;</p> <p>d) Rodas– caldeira – cata-vento – pistão – cilindro;</p>	<p>34 - Na antiguidade sabia-se que o Calor podia ser usado para produzir vapor e este era capaz de realizar trabalho mecânico. Esta ideia foi utilizada por um inventor grego que construiu um dispositivo onde o vapor formado pelo aquecimento da água, ao escapar pelos orifícios colocava em rotação uma esfera de metal, este inventor chamava-se:</p> <p>a) Watt;</p> <p>b) Carnot;</p> <p>c) Heron;</p> <p>d) James;</p>
<p>35 - Segundo a lei da conservação de Energia:</p> <p>a) A Energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada;</p> <p>b) A Energia pode ser criada e destruída, mas não transformada;</p> <p>c) A Energia pode ser criada, mas não pode ser destruída, apenas transformada;</p> <p>d) A Energia não pode ser criada somente destruída;</p>	<p>36 - Uma barra metálica ao ser aquecida por uma chama, o Calor se transfere por:</p> <p>a) Indução;</p> <p>b) Eletricidade;</p> <p>c) Condução;</p> <p>d) Condensação;</p>

<p>37 - Dizemos que uma pessoa sente frio quando:</p> <p>a) Ganha Calor do meio ambiente;</p> <p>b) Realiza uma corrida;</p> <p>c) Aumenta sua Temperatura corporal;</p> <p>d) Perde Calor para o meio ambiente;</p>	<p>38 - Qual a Temperatura normal do ser humano em média:</p> <p>a) 32° C;</p> <p>b) 36° C;</p> <p>c) 40° C;</p> <p>d) 39° C;</p>
<p>39 - Uma peça de metal e um pedaço de madeira, estão no mesmo ambiente, à mesma Temperatura. Porém, o metal nos dá a sensação de estar mais frio, isso ocorre porque o metal é:</p> <p>a) Um isolante térmico;</p> <p>b) Um termômetro natural;</p> <p>c) Um condutor térmico;</p> <p>d) Tem propriedades de baixar a Temperatura dos corpos;</p>	<p>40 -Para gerar energia elétrica, através de uma usina termelétrica, é necessário que o vapor proveniente da caldeira coloque a _____ em rotação, e este movimento é transmitido ao gerador de energia elétrica.</p> <p>Qual palavra completa a frase?</p> <p>a) Caldeira;</p> <p>b) Turbina;</p> <p>c) Água;</p> <p>d) Esfera;</p>



## APÊNDICE IV - Gabarito das Cartas do Jogo do Saber

- VERDE – NÍVEL FÁCIL; VERMELHO – NÍVEL MÉDIO; PRETO – NÍVEL DIFÍCIL

Ao imprimir as cartas, sugere-se que o professor cole atrás uma cartolina para a carta ter maior durabilidade, é indicado também a frente de cada carta uma cor, para que o professor possa definir os níveis das perguntas, fácil – médio e difícil. Assim quando o aluno sortear pode saber o nível de dificuldade da sua carta. O professor pode também optar por utilizar uma única cor!

1- (VERDE) b) É a energia térmica em trânsito entre as partículas;
2- (VERDE) a) Todas bem unidas;
3- (PRETO) a) A grandeza física associada ao estado de movimento ou à agitação das partículas que compõem os corpos;
4 – (VERMELHO) b) Temperaturas altas;
5 – (VERDE) d) Termômetro;
6 - (VERDE) c) Equilíbrio Térmico;
7 – (VERMELHO) b) Calor;
8 – (VERMELHO) a) Calor;
9 - (PRETO) d) Todos têm a mesma Temperatura;
10 – (VERMELHO) c) Porque todos os corpos tendem a entrar em Equilíbrio Térmico;
11 – (VERMELHO) d) No gasoso estão dispersas e no sólido unidas;
12 – (VERDE) c) Calor;

13 – (VERDE) d) Vapor;
14 – (VERDE) b) Mercúrio;
15 – (VERDE) c) Trem;
16 – (PRETO) b) Mecânica;
17 – (VERDE) a) Aumento da Temperatura do corpo;
18 – (VERMELHO) c) Todo elemento capaz de produzir aumento na Temperatura de um corpo;
19 – (VERDE) d) Sol, vela, fogueira;
20 – (VERDE) b) Celsius;
21 – (VERDE) d) Sólido, líquido e gasoso;
22 – (PRETO) c) Líquido;
23 – (VERMELHO) b) Gasoso;
24 – (VERDE) c) Porque o isopor é um isolante térmico;
25 – (PRETO) b) A água gelada tende a ocupar a parte superior do copo e o chá a parte inferior até entrar em equilíbrio;
26 – (VERDE) c) Maior;
27 – (VERDE) d) Equilíbrio;
28 – (VERDE) a) Energia;
29 – (VERDE) a) Celsius;
30 – (VERMELHO) d) Você estar num ambiente em que a Temperatura está mais baixa em relação a Temperatura do seu corpo;

31 – (PRETO) c) Pistão;
32 – (PRETO) a) Condensação;
33 – (PRETO) a) Forno – caldeira – vapor – pistão – cilindro;
34 – (VERMELHO) c) Heron;
35 – (VERMELHO) a) A Energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada;
36 – (VERDE) c) Condução;
37 – (VERDE) d) Perde Calor para o meio ambiente;
38 – (VERDE) b) 36° C;
39 – (VERMELHO) c) Um condutor térmico;
40 – (PRETO) b) Turbina;