



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT) em implantação  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE TERMOLOGIA: DA  
TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL**

Letícia Francisca de Almeida Nestali

CATALÃO  
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

Leticia Francisca de Almeida Nestali

#### 3. Título do trabalho

Aquecendo o Conhecimento nas Aulas de Termologia: Da Teoria à Prática Experimental

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM  NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo. Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;

- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **LETÍCIA FRANCISCA DE ALMEIDA NESTALI, Discente**, em 27/07/2023, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jalles Franco Ribeiro Da Cunha, Professor do Magistério Superior**, em 27/07/2023, às 14:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3921016** e o código CRC **39DF16C6**.

LETÍCIA FRANCISCA DE ALMEIDA NESTALI

**AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE TERMOLOGIA: DA TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica. Linha de pesquisa: Física no Ensino Médio.

**Orientador:** Professor Doutor Jalles Franco Ribeiro da Cunha.

CATALÃO  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Nestali, Letícia Francisca de Almeida  
AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE  
TERMOLOGIA : DA TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL / Letícia  
Francisca de Almeida Nestali. - 2023.  
111, f.

Orientador: Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto  
de Física, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
em Rede, Catalão, 2023.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, fotografias, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras.

1. Ensino de física. 2. Calorimetria. 3. Experimentação. I. Cunha,  
Jalles Franco Ribeiro da, orient. II. Título.

CDU 621.03



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 02 da sessão de Defesa de Dissertação de **LETÍCIA FRANCISCA DE ALMEIDA NESTALI**, que confere o título de **Mestra em Ensino de Física**, na área de concentração **Física na Educação Básica**.

Aos seis dias do mês de março de dois mil e vinte três, a partir das 10:00 horas por videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE TERMOLOGIA: DA TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL**” nas dependências da Universidade Federal de Catalão, onde os programas de pós-graduação stricto sensu em funcionamento encontram-se provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás, em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, já sendo realizada a transferência da Biblioteca Digital de Dissertações e Teses (BDTD). Assim, justificase os nomes das instituições neste documento, uma no cabeçalho (UFG), outra no corpo do texto (UFCAT). Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Jalles Franco Ribeiro da Cunha (PPGEF/UFCAT)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor Norton Gomes de Almeida (Instituto de Física/UFG)**, membro titular externo; **Professor Doutor Marcionilio Teles de Oliveira Silva (PPGEF/UFCAT)**, membro titular interno. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata ( x ) **Aprovada** ( ) **Reprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo **Professor Doutor Jalles Franco Ribeiro da Cunha**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos seis dias do mês de março de dois mil e vinte três.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Jalles Franco Ribeiro Da Cunha, Professor do Magistério Superior**, em 24/03/2023, às 11:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 28/03/2023, às 21:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Norton Gomes De Almeida, Professor do Magistério Superior**, em 30/03/2023, às 12:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3613221** e o código CRC **53F192E2**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.015808/2023-68

SEI nº 3613221

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Orientador Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha, pela dedicação e acompanhamento no desenvolvimento deste trabalho.

À saudosa Prof<sup>a</sup>. Dra Ana Rita Pereira que, a princípio, me orientou na qualificação do mestrado e se fez presente na minha graduação me apoiando no desenvolvimento de inúmeros projetos.

Ao meu esposo Bruno Nestali de Deus, pelo apoio e incentivo em não me deixar desistir em meio às adversidades.

À direção do Colégio Estadual Gilberto Arruda Falcão, por autorizar a aplicação do produto educacional para os estudantes da 2<sup>a</sup> série.

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

## RESUMO

### AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE TERMOLOGIA: DA TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL

Letícia Francisca de Almeida Nestali

Orientador: Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha

Por meio de nossa prática docente temos visto em nosso dia a dia o crescente desinteresse dos estudantes do ensino médio pela disciplina de matemática e de ciências naturais, que usam a matemática como linguagem, em especial a Física. Esse comportamento fundamenta-se no fato destes alunos saírem do ensino fundamental sem o devido domínio dos conceitos matemáticos elementares (razão e proporção, grandezas direta e inversamente proporcionais, equações etc.), cálculos aritméticos básicos (adição, subtração, divisão e multiplicação), leitura de gráficos e tabelas e leitura e interpretação textual. Desta forma, o principal objetivo desta pesquisa é a análise do real efeito proporcionado pelo uso da experimentação como ferramenta pedagógica no processo de aprendizagem significativa dos discentes do ensino médio. Partimos da concepção de que a atividade experimental é uma maneira de propiciar o estabelecimento de uma ligação entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas. Neste contexto, sugere-se estratégias de ensino dos conteúdos de calorimetria, por meio da aula prática, como forma a desenvolver o interesse dos educandos em conhecer e compreender conteúdos importantes de física e a participarem das discussões fomentadas em sala de aula acerca dos assuntos trabalhados. Os métodos pedagógicos adotados têm como pretensão conduzir os escolares a identificar os fenômenos físicos relacionados à calorimetria em seu cotidiano, vendo que são largamente aplicados em situações de nosso dia a dia, em maior ou menor grau, em boa parte das vezes sem a assimilação de que são conceitos científicos importantes. Logo, por meio deste trabalho, mostraremos que tanto a devida inteligência dos conceitos físicos inerentes em cada fenômeno quanto a adequada leitura matemática, com o rigor que lhe é exigido, são significativos e indissociáveis, e que, portanto, a parte “chata e difícil”, é a linguagem utilizada para descrever os fenômenos da natureza. De tal sorte que, para ensinar conteúdos de calorimetria reproduziremos uma sequência didática baseada no lúdico (atividades que proporcionam entretenimento e interação social) através da confecção de maquetes e experimentos simples, com materiais de fácil acesso, podendo ser reproduzidos fora do ambiente escolar. Os resultados dessas atividades serão experimentados e explicados pelos alunos em sala de aula para os colegas.

**Palavras-chave:** ensino de física, calorimetria, experimentação.

## ABSTRACT

### HEATING UP KNOWLEDGE IN THERMOLOGY CLASSES: FROM THEORY TO EXPERIMENTAL PRACTICE

Leticia Francisca de Almeida Nestali

Advisor: Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha

Through our daily teaching practice we have seen the growing lack of interest of high school students in mathematics and natural sciences, which use mathematics as a language, especially Physics. This behavior is based on the fact that these students leave elementary school without the proper command of elementary mathematical concepts (ratio and proportion, direct and inverse proportional magnitudes, equations, etc.), basic arithmetic calculations (addition, subtraction, division and multiplication), reading graphs and tables, and reading and interpreting texts. Thus, the main objective of this research is to analyze the real effect provided by the use of experimentation as a pedagogical tool in the meaningful learning process of high school students. We start from the conception that experimental activity is a way to provide the establishment of a connection between the world of objects, the world of concepts, laws and theories, and the world of symbolic languages. In this context, we suggest strategies for teaching the content of calorimetry, through practical classes, as a way to develop the students' interest in knowing and understanding important physics content and to participate in the discussions fostered in the classroom about the issues worked on. The pedagogical methods adopted have the intention of leading students to identify physical phenomena related to calorimetry in their daily lives, seeing that they are widely applied in our everyday situations, to a greater or lesser extent, most of the time without the assimilation that they are important scientific concepts. Therefore, through this work, we will show that both the proper understanding of the physical concepts inherent in each phenomenon and the proper mathematical reading, with the rigor that is required, are significant and inseparable, and that, therefore, the "boring and difficult" part is the language used to describe the phenomena of nature. In order to teach the content of calorimetry we will reproduce a didactic sequence based on playfulness (activities that provide entertainment and social interaction) through the making of models and simple experiments, with easily accessible materials that can be reproduced outside the school environment. The results of these activities will be experienced and explained by the students in class to their classmates.

**Keywords:** physics teaching, calorimetry, experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de termoscópio do tipo usado por Galileu.	33
Figura 2 - Esquema geométrico entre as escalas Celsius, Fahrenheit, Réamur e Kelvin	36
Figura 3 - Esquema envolvendo uma barra unidimensional para variações moderadas de $\Delta T$ .	37
Figura 4 - Esquema envolvendo uma barra unidimensional para variações de comprimento $\Delta L$ .	37
Figura 5 – Esquema envolvendo uma chapa metálica bidimensional para variações com um orifício em seu centro	38
Figura 6 - Esquema modelar das forças entre átomos vizinhos em um material no estado sólido.	38
Figura 7- Gráfico da Energia Potencial (U) da ‘mola’ U(x).	39
Figura 8 - – Modelo de um sistema percorrido por um ciclo (a) trabalho mecânico (b) trabalho realizado pelo calor	43
Figura 9 - Esquema cíclico com mudança de estado	44
Figura 10 - Diagrama da variação de temperatura em função do calor	47
Figura 11 - Diagrama esquemático do fluxo de energia de uma máquina térmica	49
Figura 12 - Digestor a vapor de Denis Papin (1679).	50
Figura 13 - Representação da Eolípila	51
Figura 14 - Modelo esquemático simplificado da máquina de Savery.	52
Figura 15 - Máquina de Newcomen	53
Figura 16 - Máquina de James Watt, de 1763.	54
Figura 17 - Motor rotativo Boulton & Watt.	54
Figura 18 - Representação do ciclo de Carnot no diagrama pressão x volume	55
Figura 19 - Diagrama apresentado por Carnot no “Refléxions”	56
Figura 20 - Diagramas apresentados por Clapeyron em referência aos trabalhos de Sadi Carnot	<b>Erro!</b>

**Indicador não definido.**

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVO.....	14
3.1 Objetivo Geral.....	14
3.2 Objetivos Específicos.....	14
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	14
4.1 Breve abordagem histórica do ensino de física na educação brasileira .....	14
4.1.1. O Ensino de Física no Brasil – do período colonial à Era Vargas .....	15
4.1.2. A Lei de Diretrizes e Bases da educação brasileira.....	17
4.1.3. O Ensino de Física Pós regime Militar.....	19
4.1.4. O ensino de Física a partir da LDB de 1996 .....	19
4.1.5 A experimentação no ensino de física.....	20
4.1.6 O papel do professor no desenvolvimento da aprendizagem por meio da experimentação.....	23
4.1.7 Contribuição histórica do pensamento pedagógico de David Ausubel .....	23
4.1.8 Contribuição de David Ausubel à educação.....	25
4.1.9 Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa .....	26
4.1.10 Conceitos subsunçores e as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa .....	28
4.1.11 Tipos de aprendizagem significativa.....	30
4.1.12 Assimilação .....	30
4.1.13 Variáveis de aprendizagem, reconciliação e diferenciação .....	31
4.1.14 Ausubel e o processo de ensino-aprendizagem.....	33
5. O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	35
5.1. Calorimetria .....	35
5.2. Termometria – breve abordagem histórica .....	35
5.3. Relação matemática entre as escalas.....	38
5.4. Dilatação e contração térmica.....	38
5.4.1. Dilatação Linear .....	38
5.4.2. Dilatação Superficial .....	40
5.4.3. Dilatação Volumétrica.....	40
5.5. Definição de calor .....	42
5.6. Capacidade Térmica.....	42

5.7.	Capacidade térmica com a pressão constante .....	44
5.8.	Capacidade térmica a volume constante .....	44
6.	RESULTADOS DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	45
6.1.	CONFECÇÃO/MONTAGEM DAS MAQUETES DOS EXPERIMENTOS.....	45
6.1.1.	Experimento 1: Termômetro caseiro .....	46
6.1.2.	Experimento 2: Experimento do John Locke .....	47
6.1.3.	Experimento 3: Chave e cadeado .....	48
6.1.4.	Experimento 4: Lâmina bimetálica.....	49
6.1.5.	Experimento 5: Balão à prova de fogo .....	50
6.1.6.	Experimento 6: Balão na garrafa .....	51
6.1.7.	Experimento 7: Isolante térmico.....	53
6.1.8.	Experimento 8: Derretendo gelo com sal .....	55
6.1.9.	Experimento 9: Aquecendo naftalina .....	56
6.1.10.	Experimento 10: Percevejos na barra metálica.....	57
6.1.11.	Experimento 11: Cachoeira de fumaça.....	58
6.1.12.	Experimento 12: Cata-ventos .....	60
6.1.13.	Experimento 13: Experimento da vela .....	62
6.2.	PROJETO GOIÁS-TEC NO ENSINO MÉDIO .....	64
6.3.	RESULTADOS OBTIDOS .....	64
6.4.	AVALIAÇÃO PESSOAL ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	66
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	67
8.	REFERÊNCIAS .....	69
	APRESENTAÇÃO .....	74

## 1. INTRODUÇÃO

Estamos vivendo umas das maiores transformações já experimentadas pelo homem: a “Revolução Tecnocientífica”, que, segundo Praia *et al.* (2002), tem mudado nossa concepção acerca do mundo que nos rodeia. O advento da internet faz com que as informações “viagem à velocidade da luz”, criando a necessidade do imediatismo. Nesse contexto, tem-se feito confusão entre informação e conhecimento. No entanto, o questionamento que podemos fazer é acerca da alfabetização científica, pois vemos crianças com menos de cinco anos de idade com celulares e *tablets* nas mãos, manuseando-os com enorme facilidade e familiaridade, será que é necessário embasamento científico para fazer parte desta revolução? Ora, a alfabetização científica nunca foi tão importante quanto nos dias atuais, pois, num universo que promove o acesso quase ilimitado à informação exige que o indivíduo seja capaz de avaliar criteriosamente o que é relevante, sabendo discernir informação de conhecimento útil e aplicável às circunstâncias da vida. Na última década vivenciamos o fenômeno das chamadas “*fake News*”, que consiste em inverdades, que circulam a uma alta velocidade nesta dinâmica. A respeito da interação entre conhecimento, informação e aprendizagem Bondía (2002) faz a seguinte ponderação: “[...] aprender não significa adquirir e processar informação”; “[...] a informação não faz outra coisa que cancelar nossas possibilidades de experiência” (BONDÍA, 2002, p.22).

Nosso ensino, infelizmente, possui uma estrutura que contribui para estudantes não críticos e nem questionadores, pois há um enorme contingente de informações, totalmente desconexas com a realidade e cotidiano do aluno. No que diz respeito ao Ensino de Física, minha vivência de sala e como graduanda em Física, tem me mostrado que os estudantes apresentam enormes dificuldades em relacionar os conteúdos aprendidos em sala de aula com os fenômenos físicos presentes em suas vidas. Essa questão está intimamente associada à divisão dos currículos e a conseqüente fragmentação do ensino, interferindo decisivamente no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, o conhecimento científico que não é assimilado pelo aluno em situações presentes no seu dia a dia faz com que este apresente mais dificuldades em compreender seu significado teórico. Ou, nas próprias palavras de Freire (1997): para compreender a teoria é necessário experimentá-la. Assim, é essencial à aprendizagem significativa, que o educando consiga relacionar teoria e prática. O ensino de Ciências Naturais tem a incrível vantagem de poder utilizar a experimentação como ferramenta na demonstração e comprovação de fenômenos naturais, no nosso caso, físicos, e sua relação com o cotidiano do educando.

Infelizmente, o que temos visto no decorrer dos anos é um Ensino de Física baseado em decorar fórmulas e aplicá-las a exercícios fechados, sem contextualização à realidade. Isso

faz com que o ensino se torne maçante, gerando a necessidade de um ensino mais atraente e menos monótono, no qual o aluno desperte o gosto pela educação científica.

Considerando o que foi dito acima, propomos um produto educacional que utiliza o lúdico com o objetivo de abordar e ensinar conceitos de calorimetria, que são amplamente utilizados tanto em situações do dia a dia (que vão desde o simples ato de preparar um café) quanto em diversos equipamentos e aparelhos (geladeiras, panela de pressão, motores). Sendo assim o produto incide no estudo e aplicações de conceitos dos fenômenos associados ao calor, tais como escalas termométricas, expansão e contração térmica, condução térmica, transição de fases da matéria e estudo dos gases.

A assimilação do conteúdo é assegurada por meio da realização de experimentos, onde todos os alunos, num total de doze pessoas, confeccionaram maquetes funcionais que utilizem conceitos de calorimetria, de caráter demonstrativo. Os quais foram apresentados e compartilhados entre os alunos da turma.

As propostas de experimentos de calorimetria apresentadas neste produto educacional são de fácil construção, feitas com materiais alternativos, os quais podem ser facilmente encontrados em casas de ferramentas e outros são até mesmo recicláveis. Foram abordados os seguintes conteúdos: Termometria, condução térmica, estados físicos da matéria, dilatação e contração térmica, estudo dos gases e irradiação térmica. Os experimentos foram desenvolvidos em grupos, os quais foram apresentados aos demais colegas na forma de mostra científica.

O produto educacional foi testado com alunos de uma sala de aula de 2º ano do ensino médio (faixa etária de 15/16 anos). Estes alunos compõem a geração digital anteriormente mencionada. Fazem parte de uma geração que não está acostumada a montar seus próprios brinquedos e/ou equipamentos, faltando-lhes esta habilidade. A atividade prática propiciou a estes a oportunidade da reflexão acerca do fazer e aprender Ciência.

Quanto à estrutura deste trabalho, deu-se da seguinte forma: os capítulos 2 e 3 apresentam, respectivamente, a justificativa e os objetivos que norteiam este trabalho; o capítulo 4 destinou-se a uma apresentação sucinta do arcabouço teórico que sustenta o desenvolvimento desta pesquisa. Inicialmente foi traçado um paralelo da evolução do Ensino de Física no Brasil e a evolução da educação brasileira, como um todo e o conseqüente papel do professor no processo de ensino-aprendizagem por meio da experimentação. Nesse contexto, apresentados quais são as bases teóricas que patrocinam o ensino por meio da atividade prática, utilizando da filosofia e pedagogia do pensador estadunidense David Ausubel; no capítulo 5, foi explicitado a metodologia adotada na construção desse trabalho; o capítulo 6 aborda o desenvolvimento e aplicação do produto educacional na unidade escolar. E, por fim, no capítulo 7 fizemos nossas

considerações finais acerca do trabalho realizado com pretensões em apresentar as perspectivas futuras sobre o projeto desenvolvido.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A escolha metodológica de ensinar os conceitos relacionados a calor por meio da experimentação se justifica em função de apresentar mudanças consideráveis, quando comparada às metodologias tradicionais de ensino de outras áreas da física. Essa mudança se dá em função das contribuições do empirismo e construtivismo que permitem que o aluno participe de forma mais democrática e efetiva do processo de aprendizagem, neste sentido, o professor tem o papel de mediador do conhecimento e o discente não é tratado como mero receptor de informações, sendo abordadas as problematizações inerentes aos conteúdos abordados.

O que me conduziu a ensinar física por meio da experimentação está intimamente associado às minhas experiências pessoais como aluna e, principalmente, como docente. Pois, ao refletir minha prática, como sugere Schon (1992), infere que a eficácia do Ensino Por Transmissão (EPT) no ensino de ciências era insatisfatória, causando descontentamento, e muitas vezes, desencanto, tanto nos alunos quanto nos professores de física, refletindo diretamente nas avaliações internas e externas à escola. Quais posturas didáticas precisam ser adotadas para executar o ensino prático em sala de aula? Quais as barreiras, contribuições e limitações deste modelo didático pedagógico?

A literatura da área de ensino de física, os congressos, semanas científicas com professores de ciências naturais apontam, quase que unanimemente, que atividades de cunho a instigar os alunos, de natureza lúdica e motivadoras, potencializam a aprendizagem dos conceitos dos fenômenos físicos pelos estudantes e sua aplicação no cotidiano. Contudo, a implantação da aula prática se encontra muito distante em nossas escolas públicas, pois muito se fala em laboratórios didáticos e alternativos, no entanto, as publicações deste tema não são coerentes com a implementação de estruturas físicas em nossas escolas para esta abordagem de ensino, culminando para a permanência de um ensino tradicional, de lousa e livro. Espera-se, por meio do teste desta metodologia, incentivar outros profissionais da educação a saírem do tradicional e se aventurar numa prática mais desafiadora.

### 3. OBJETIVO

#### 3.1 Objetivo Geral

Listar as fases em que se deu o desenvolvimento de uma sequência didática voltada à experimentação de fenômenos físicos em sala de aula, de tal sorte que possa apontar as potencialidades e limitações pertencentes a esta metodologia de ensino para a formação de conceitos físicos importantes relacionados ao estudo do calor.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Enfatizar a importância de um ensino de física contextualizado, que contribua para a alfabetização científica, por parte dos estudantes, e do papel da ciência para a sociedade e das suas respectivas aplicações tecnológicas;
- Identificar indícios do desenvolvimento de conceitos relacionados ao calor, que dizem respeito à Termodinâmica bem como sua evolução histórica;
- Analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos em condições específicas organizando e sistematizando informações dadas;
- Caracterizar a sequência de ensino investigativo focado em experimentação, destacando as etapas do seu processo de implementação em sala de aula;
- Destacar a importância da ressignificação da formação profissional por meio da implementação de uma sequência de ensino empírico, propiciando a prática docente.

### 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tópico a seguir destina-se à exposição de uma breve abordagem da história da educação brasileira com ênfase no Ensino de Física e uma curta apresentação das contribuições pedagógicas de David Ausubel.

#### 4.1 Breve abordagem histórica do ensino de física na educação brasileira

Várias estruturas da sociedade, principalmente a Educação, após a II Grande Guerra e o final da década de 1980, foram fortemente influenciadas pelos acontecimentos oriundos da Guerra Fria, entre EUA (Estados Unidos da América) e URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas). A área da educação que mais sofreu alterações e, conseqüentemente, investimentos foi as ciências naturais, principalmente a Física. Pois havia uma corrida armamentista entre EUA e URSS. No Brasil, por exemplo, sob forte influência dos EUA, na década de 1960, auge da Guerra Fria, foi a implementação do projeto PSSC (*Physical Science Study Committee*), cujo objetivo era a formação de novos cientistas. Aqui podemos

relatar alguns problemas: houve uma reformulação na grade curricular do ensino de física na Educação Básica, com um aumento significativo de conteúdo, afetando a qualidade de ensino; um outra dificuldade é que, como o projeto era importado, estava fora de nossa realidade.

#### **4.1.1. O Ensino de Física no Brasil – do período colonial à Era Vargas**

Conforme nos aponta Brejon (1988), tudo indica que a gênese da educação brasileira tenha ocorrido no ano de 1549, quando Tomé de Souza, o primeiro governador-geral, acompanhado de um grupo de jesuítas, veio para nossas terras. Estes estavam encarregados, principalmente, de catequizar os nativos que aqui viviam. Segundo Alves (2005), os jesuítas apoiaram-se no modelo parisiense de ensinar, no qual os alunos eram separados em classes, de acordo com o nível de conhecimento apresentado. A mudança de classe dava-se por meio da assimilação do conhecimento. Ou seja, o aluno passava o período necessário em uma série para internalizar o conteúdo inerente a ela, e só depois de internalizar e dominar totalmente aqueles saberes, poderia avançar de série. Ainda hoje é possível observarmos em nossas escolas o modelo empregado pelos jesuítas: divisão do trabalho didático, salas de aula, o ensino seriado, a especialização dos professores e diferenciação dos conhecimentos (ALVES, 2005).

O Brasil veio a ter seu ensino modificado a partir da segunda metade do século XVIII, em função da expulsão dos jesuítas de nossas terras, por intermédio do Marquês de Pombal. Na perspectiva do Marquês a educação deveria alinhar-se às demandas políticas da metrópole. A educação básica brasileira só viria a ter uma nova padronização de ensino a partir do século XIX, com a chegada da família real para o Brasil, tendo sido criadas as primeiras instituições de ensino técnico e superior em nosso país.

Em 1834 a educação nacional passou por uma importante reformulação, onde suas responsabilidades foram divididas, sendo obrigação da união os ensinos médio e superior; enquanto a educação básica, por sua vez, ficou sob a responsabilidade das províncias. A primeira consequência desta mudança é que as províncias, por falta de recursos e incentivos financeiros, trataram a educação como algo secundário. O ato institucional de 1834 proibia qualquer espécie de intervenção da união na educação elementar, dificultando o progresso desta esfera do ensino. No que diz respeito à educação nível médio e superior, destinava-se à elite econômica do país.

Uma grande mudança em nosso ensino pode ser atribuída ao famoso Colégio Dom Pedro II, o qual seguia o modelo francês de ensino, cuja base era a escolarização seriada. Mas, infelizmente, não causou profundas mudanças na educação da época, que era predominantemente constituída por aulas avulsas. Ocorreu, nesse período, uma significativa e importante mudança na grade curricular do ensino básico que, até então, era composto por Literatura Clássica e Moderna e Matemática, sendo acrescidas de Ciências Naturais, Geografia e História. A educação, no entanto, só passou a ocupar lugar de importância no final do período colonial, quando D. Pedro II propõe a criação do Ministério da Instrução.

A Proclamação da República é mediada por grandes transformações sociais e econômicas em nosso país, as quais refletiram diretamente na educação. O colégio D. Pedro II manteve sua relevância até meados da década de 1960. Esse período de nossa história ficou marcado pela separação entre estado e clero, o que foi muito defendido por Rui Barbosa. Outro importante acontecimento, neste período, no que se refere à educação, é a influência do pensamento positivista em nossa estrutura de ensino.

A Primeira República, conforme aponta Almeida Júnior (1980), é caracterizada por significativos progressos no sistema educacional, como, por exemplo, a inserção de laboratórios no ensino de Ciências Naturais (Física e Química), onde estes espaços foram utilizados de forma que não se extraiu toda sua potencialidade pedagógica, pois as aulas eram de cunho demonstrativo, criando a falsa ilusão de formação científica.

A discussão acerca da educação no Brasil até o ano de 1920 era de caráter periférico, passando a ser caracterizado como sendo uma questão nacional. Em 1924, por exemplo, temos um grande marco na história de nossa educação, a criação da Associação Brasileira de Educação (ABE), a ABE exerceu fortes influências em importantes documentos como, por exemplo, o Manifesto dos Pioneiros e a Constituição de 1934.

Com a queda da República Velha, em 1930, o poder foi centralizado novamente em torno da união. Este período ficou marcado pelo início da industrialização e a consequente urbanização de nossa sociedade. Neste contexto, a educação surgiu como importante alternativa para o desenvolvimento social e econômico que emergia. Assim, pela primeira vez em nossa história, as classes sociais que estavam à margem da sociedade, tiveram acesso à educação escolarizada. Neste período ocorreu a chamada reforma escolanovista, com inúmeros decretos referentes à organização dos ensinos superior e médio, secundário e profissional.

No ano de 1932 aconteceu um ato que ficou historicamente conhecido como “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, cujo principal legado foi a incorporação de seus objetivos nos textos constitucionais a partir de 1934, salvo o ano de 1937.

Em 1945, com o fim da Segunda Guerra, o mundo passa por importantes transformações políticas, sociais e econômicas. No que diz respeito ao Brasil, ficou marcado pela renúncia de Getúlio Vargas e a consequente eleição de Eurico Gaspar Dutra, que deu novas diretrizes à educação. Neste período passou-se a discutir a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). É no governo de Dutra que o Brasil e EUA passam a ter uma relação mais estreita e, os EUA financiam o equipamento de várias escolas técnicas de nosso país, propiciando enorme influência em nosso contexto educacional.

O grande intelectual Rui Barbosa, um dos principais defensores da obrigatoriedade do ensino de Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) na educação básica, afirmava que esta área do saber era primordial à formação do homem, propiciando tanto a formação técnica quanto a pessoal (LUCAS; MACHADO, 2002).

Conforme aponta Delizoicov e Angotti (1994), na primeira metade do século passado, a educação era basicamente voltada pros livros, e, não fosse o bastante, os livros eram estrangeiros, principalmente oriundos da França, com alguns experimentos realizados em sala de aula, todos de cunho demonstrativo, a fim apenas de reforçar os conceitos ensinados previamente. Os erros eram desvalorizados e, conseqüentemente, era dado destaque no acerto e na contribuição propiciada pela ciência. Ainda segundo os autores, este modelo educacional tinha como fundamentação a preparação do aluno da educação básica ao ensino superior, sendo dirigido à elite.

#### **4.1.2. A Lei de Diretrizes e Bases da educação brasileira**

O período que segue à Segunda Guerra Mundial (1939-1945), no Brasil, foi marcado pela extensão de escolas médias, principalmente no modo acadêmico, com significativo aumento de alunos matriculados nesta modalidade de ensino, quando comparado aos anos anteriores. Em função do processo de industrialização em nosso país, o momento exigia mão de obra especializada que, por meio das Leis de Equivalência, propiciaram conexões entre os ensinos secundário e técnico, a fim de solucionar uma questão social.

Neste período, o ensino como um todo baseava-se na metodologia didática baseada no ensino tradicional, onde o professor era visto como dono do saber e o aluno, por sua vez,

uma folha em branco a ser preenchida. Segundo Krasilchik (1987), o ensino de Ciências Naturais deste período, tanto na modalidade clássica quanto científica, apresentavam um modelo basicamente voltado para os livros, sem dar ênfase à prática experimental como estratégia didática, isso muito passava pela formação dos professores, que, muitas das vezes, apresentavam sérias limitações, principalmente no ensino de física.

A partir da segunda metade da década de 1950, em função da Guerra Fria e da corrida armamentista, tornou-se primordial aos EUA o desenvolvimento tecnocientífico, o que acabou refletindo diretamente na educação brasileira. Este período ficou, no Ensino de Ciências, conhecido como a era dos projetos. Estes projetos foram fortemente implementados não somente no Brasil, mas em toda América Latina, com o objetivo de difundir a cultura educacional estadunidense nesta região. Estes projetos eram permeados pela produção textual, seguida de kits de experimentação, capacitação continuada dos educadores e ressignificação dos conteúdos a serem abordados.

Os principais projetos importados ao Brasil neste período das disciplinas de Física, Química e Biologia, foram: o *Nuffield*; *Harvard Physics Project*; o *School Mathematics Study Group* – SMSG; o *Physical Science Study Committee* – PSSC; o *Chemical Bond Approach* – CBA; o *Biological Science Curriculum Study* – BSCS. Destes, o mais conhecido e mais aplicado em nosso território foi o PSSC, tendo sido traduzido para nossa língua. O PSSC teve grande influência na forma como se entendia o Ensino de Física até então (PINHO ALVES, 2000, p.26).

Segundo Moreira (2000), considera que a história do Ensino de Física no Brasil teve seu marco inicial com a chegada do PSSC às nossas escolas, pois este projeto proporcionou o desenvolvimento da disciplina, trazendo luz a conteúdos de física antes não abordados. Contudo o autor pontua as limitações desta inovação, pois o destaque foi dado ao processo de ensino, ignorando os processos que levam à aprendizagem:

[...] os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”, história da Física), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. (MOREIRA, 2000, p.95)

Embora tenha sido um período de transformações no Ensino de Física em nosso país, o método tradicional de ensino ainda continuava quase que único em nossas salas de aula, pois

faltavam materiais e, contudo, a perspectiva ideológica proposta pelos *kits* importados nada tinha a ver com nossas necessidades culturais.

#### **4.1.3. O Ensino de Física Pós regime Militar**

Com a tomada do poder, por parte dos militares (1964-1985), no início da década de 1970 a educação nacional passou a se reduzir ao máximo o acesso ao ensino superior, direcionando os alunos ao mercado de trabalho, visando o “progresso” econômico do país. Neste período, assim como em vários outros países, a modernidade batia à porta, pedindo passagem, a qual tinha como carro chefe a educação, em particular no ensino de ciências. A este respeito, Gouveia faz o seguinte comentário:

Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e, também, sanar os possíveis enganos cometidos. (GOUVEIA, 1992, p.72)

No que diz respeito ao ensino superior em física, este período – a década de 1970 – teve um significativo progresso com a inserção dos primeiros cursos de pós-graduação em física, ofertados pelas Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), dando espaço à reflexão da prática docente em ensino de ciências. Já o ensino de Ciências na década de 1980 ficou marcado por dar destaque à ciência aplicada ao desenvolvimento tecnológico e suas consequências na sociedade. Este movimento ficou conhecido, na literatura da área, como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Contudo, infelizmente, nossa prática educacional está intimamente associada às demandas e exigências políticas, não dissociando educação e política.

#### **4.1.4. O ensino de Física a partir da LDB de 1996**

Em 20 de dezembro de 1996, o Congresso Nacional conjuntamente ao presidente da república, por meio da Lei nº 9.394/96, sancionou a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Segundo Francisco Filho (2001, p.138) a nova LDB é fundamentada epistemologicamente nas teorias educacionais de Piaget e Vygotsky, entre outros autores mais modernos. No que diz respeito ao Ensino Médio, a LDB de 1996, em síntese prevê que o aluno deve sair da o ensino básico apto ao mercado de trabalho e também a dar continuidade à sua formação intelectual. Ou seja, pressupõe-se que o indivíduo saía formado para a vida.

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), apontam, aqui de forma resumida, as seguintes competências ao ensino de física: alfabetização (leitura de gráficos, tabelas, manuais, códigos e símbolos matemáticos e físicos); capacidade de relacionar Leis físicas ao cotidiano, com suas respectivas grandezas e unidades de medidas; e, entender a física como um construto humano, assim como as artes, a literatura e toda cultura. Ou seja, a Ciência é parte integrante da cultura do homem.

Ainda, Segundo o PCN+ (BRASIL, 2002), trata o ensino de forma interdisciplinar, de tal modo que o texto faz a seguinte menção:

“Nessa nova compreensão do ensino médio e da educação básica, a organização do aprendizado não seria conduzido de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências.” (BRASIL, 2002, p.13)

Segundo Ricardo (2005, p.31), o ensino direcionado por competências, como propõe os PCN's, é o caminho para a ruptura com os modelos tradicionais de ensino e, como consequência disso, caminha em direção à alfabetização científica e tecnológica, estabelecendo relação entre o homem e o mundo que o rodeia. No que diz respeito à contextualização, fala acerca da aprendizagem ser focada no educando, o qual precisa ver significado no conteúdo para melhor assimilá-lo (RICARDO, 2005).

Em síntese, os documentos oficiais que regulamentam e norteiam a educação brasileira, no que se refere ao Ensino de Física, buscam conferir habilidades úteis aos nossos alunos, de tal maneira que saiam preparados para o mercado de trabalho e para darem continuidade aos estudos.

#### **4.1.5 A experimentação no ensino de física**

A atividade prática no ensino de Física tem sido apresentada a algumas décadas já como opção pedagógica, a fim de trabalhar a curiosidade dos alunos, propicia o questionamento da ciência, considerando-a como fruto do desenvolvimento humano e, como consequência disso, está sujeita às mudanças sociais, econômicas, políticas, sendo necessária para o desenvolvimento de determinadas competências em Física (BRASIL, 2000). Embora seja consenso entre boa parte dos educadores e estudiosos na área do Ensino de Física a importância da atividade experimental, ainda é aplicada de forma bastante tímida em nossas escolas. Infelizmente, possuímos uma escola com metodologias do século XIX, onde o universo do

aluno é totalmente ignorado (GUIMARÃES, 2009). Guimarães faz a seguinte ponderação acerca do uso de aula práticas

No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. (GUIMARÃES, 2009, p.128)

Portanto, constatamos que a experimentação gera interação social entre aluno-aluno e aluno-professor, como defendido, por exemplo, por Vygotsky (1984). Ainda segundo Seré, Coelho & Nunes (2003), a experimentação cria o ambiente propício à junção do abstrato (linguagem simbólica) ao concreto (fenômenos físicos), culminando na melhor compreensão das Leis e Teorias. Nas palavras dos autores, como citado logo abaixo, a prática propicia a ponderação acerca da veracidade de uma teoria,

Assim, ao resolver um problema aplicando as leis de Newton, geralmente, encontra-se um único resultado. Ao contrário, ao pedir ao aluno que meça um parâmetro, o professor tenta fazê-lo perceber que o resultado é uma informação, um meio de comunicação entre duas pessoas, duas comunidades e que ele vai julgar esse parâmetro sem ter que fornecer um único resultado (SERÉ, COELHO & NUNES, 2003, p.31).

Segundo Moreira & Levandowski (1983), há três abordagens essenciais ao laboratório experimental:

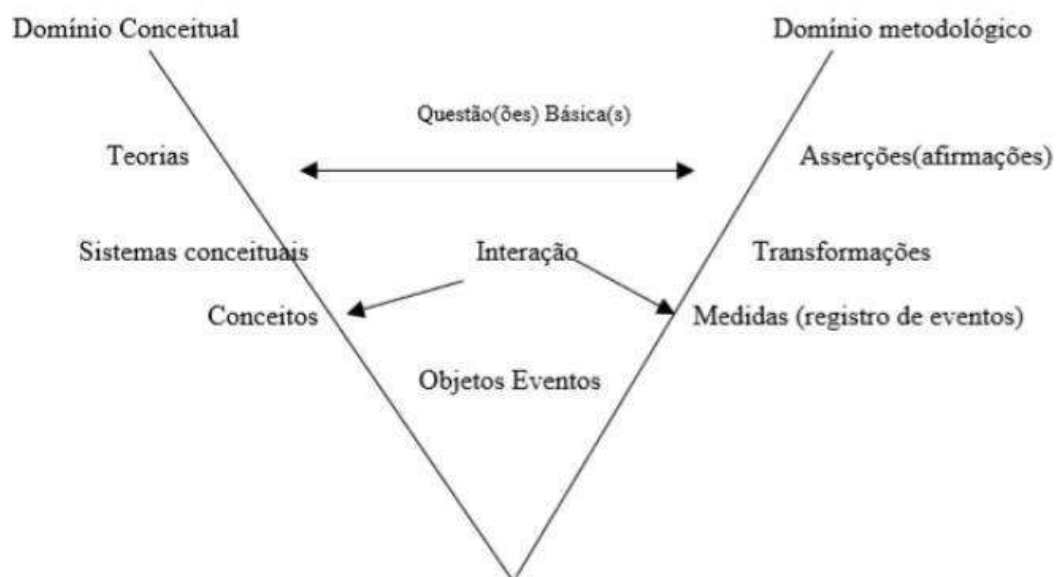
- 1) Laboratório programado – este tipo de abordagem tem como princípio a realização de atividades empíricas baseadas em roteiros preestabelecidos, chamado por alguns de “receita de bolo”, cujo aprendizado se dá por meio da assimilação de saberes, limitando-se infelizmente, a atuar como suporte à teoria estudada em sala. De acordo com (MOREIRA & LEVANDOWSKI, 1983, p.13) o laboratório programado caracteriza-se por procedimentos experimentais à base dos roteiros fracionado em pequenos passos, para que o aluno possa participar efetivamente na construção do conhecimento, observando de imediato erros e acertos;
- 2) Laboratório com destaque na estrutura do experimento – este modelo de laboratório se distinguiu do anterior por não possuir uma cartilha a ser seguida, pelo contrário, há liberdade de o aluno e professor interpretarem, segundo seus conhecimentos, os fenômenos físicos estudados. Não possuindo uma estrutura previamente definida. Possivelmente, este seja o laboratório mais presente em nossas escolas, por meio de kits e experimentos alternativos. Este é o melhor caminho para se trabalhar a atividade prática em sala de aula? Não há um método

superior ou inferior a outro, pois, cada método possui suas vantagens e limitações, mas, de fato, em função das condições estruturais de ensino, é o laboratório de melhor execução. Segundo Moreira & Levandowski (1983), definem esse tipo de laboratório como:

“ [...] Por estrutura de um experimento de laboratório, portanto, entende-se a identificação das diversas partes componentes do experimento, a descrição da função de cada parte, bem como das relações funcionais entre estas partes. (MOREIRA; LEVANDOWSKI, 1983, p.59). Os educandos recebem kits com material de laboratório, realizam o experimento com liberdade de tirarem conclusões sobre o experimento, e com os resultados obtidos apresentam diferentes conclusões, aí vem a intervenção de o educador interpretar os resultados obtidos. A partir daí se conclui que esta abordagem é um importante recurso a ser utilizado nas aulas de Física, visto que pode facilitar ao educando a aprendizagem de conceitos físicos classificados como de difícil compreensão, e pode para o educando ainda tornar mais claro o entendimento de princípios físicos, relações e leis físicas” (MOREIRA & LEVANDOWSKI, 1983).

3) Laboratório sob um enfoque epistemológico – como sugere a origem da palavra epistemologia, este método baseia-se na natureza da construção do conhecimento. Para facilitar a compreensão da estrutura epistemológica dos experimentos usa-se o método analítico “V Gowin” (1981), representado na figura a seguir.

Figura 4.1 – V epistemológico de Gowin



Fonte: (MOREIRA & LEVANDOWSKI, 1983 p.11).

Conforme a figura [1], fica claro que há necessidade de interatividade entre pensamento e prática para que haja aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado (MOREIRA; LEVANDOWSKI, 1983, p.11).

#### **4.1.6O papel do professor no desenvolvimento da aprendizagem por meio da experimentação**

Uma das principais funções do professor é fazer com que os alunos desenvolvam seu potencial, no que diz respeito à experimentação em sala de aula, como mencionado anteriormente, devem ser respeitados os conhecimentos e habilidades dos alunos que antecedem a sala de aula. De tal modo que o aluno desenvolva a capacidade de construir, desconstruir e, se necessário, reconstruir os experimentos. Sabendo interpretar seus fenômenos e, quando possível, associá-los à sua realidade.

É necessário que o professor, como mediador do conhecimento, tenha o devido embasamento teórico acerca do papel da experimentação no processo de aprendizagem.

O papel da experimentação no desenvolvimento educacional do discente é plural: compreensão de conceitos teóricos, desenvolvimento da escrita e oralidade, uso dos símbolos matemáticos (gráficos, tabelas e outros), contextualização da ciência, elaboração de hipóteses, manuseio de materiais entre outros.

No que diz respeito ao professor, segundo Carvalho et al. (1998), este é o responsável na construção do conhecimento do aluno, levando-o da Zona Proximal de conhecimento à Zona Real de conhecimento (VYGOSTKY, 1987). A este respeito, Carvalho et al (1998). Faz o seguinte comentário:

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar idéias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas (Carvalho et al., 1998, p.66).

#### **4.1.7 Contribuição histórica do pensamento pedagógico de David Ausubel**

David Paul Ausubel nasceu na cidade de Nova York, especificamente no Brooklyn, em 1918. Quanto à sua origem, era de família judia pobre que migrou da Europa Central e que passou por difíceis situações em sua infância. No contexto histórico do seu nascimento ocorria

uma grande imigração de judeus para os Estados Unidos, época marcada por muito preconceito, intolerância e conflitos religiosos (DISTLER, 2015).

Ausubel estudou Medicina e Psicologia. No ramo da Medicina trabalhou como cirurgião assistente e na Psicologia fez três residências na área de psiquiatria: em primeiro foi residente de Psiquiatria no Serviço de Saúde Pública, em Kentucky; posteriormente no centro Psiquiátrico de Buffalo e por fim fez residência no Centro Psiquiátrico do Bronx. Ausubel realizou um importante trabalho na Alemanha, seu país de origem, onde atuou com o tratamento médico de pessoas deslocadas depois da Segunda Guerra Mundial (DISTLER, 2015).

Pela Universidade de Columbia, Nova York, conquistou seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento no ano de 1943, ano no qual se casou com Pearl Leibowitz, posteriormente se tornando pai de dois filhos. Seus estudos ficaram conhecidos na década de 60, dentre suas publicações de maiores destaques estão os trabalhos: *Psicologia da Aprendizagem Verbal Significativa* no ano de 1963 e *Psicologia Educacional: Um Ponto de Vista Cognitivo* em 1968. Deixou um legado com cerca de 120 artigos científicos (DISTLER, 2015).

Ausubel também atuou como professor na Universidade de Illinois, Universidade de Toronto, Universidade Salesiana de Roma, Training Officer's College, em Munique e também em universidades europeias, em Berna. É importante ressaltar que mesmo sendo médico-psiquiatra de formação, Ausubel voltou sua carreira acadêmica para a psicologia educacional (DISTLER, 2015).

Aposentou-se no ano de 1994, já com 76 anos de idade, e dedicou-se à escrita. Veio a falecer em 2008. Os métodos de ensino de Ausubel ressaltam a necessidade de levar em consideração o conhecimento prévio do aluno – não sendo necessariamente um pré-requisito, pois cada estudante possui uma arcabouço cultural específico, inerente à sua vida –, pois estes conhecimentos serão a base para novos conhecimentos ou conceitos, de acordo com a relação lógica da nova informação com aquilo que o aluno já sabia. Sendo assim o aprendizado trará enriquecimento à estrutura cognitiva do aprendiz (DISTLER, 2015).

Ausubel foi discípulo do biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget, considerado um dos mais influentes pensadores em meados do século XX, quase se tornando sinônimo de pedagogia. As teorias de Ausubel foram norteadas a partir dos relatos de Piaget acerca da epistemologia genética, a semelhança das teorias se dá quanto a aprendizagem por descoberta, porém o método de pesquisa de Ausubel ressalta a técnica expositiva, quando pensamos em um ambiente prático de ensino. Seu método de pesquisa faz parte do cognitivismo, junto com outros pensadores como já foi dito Piaget e também Bruner e Novak.

#### 4.1.8 Contribuição de David Ausubel à educação

A maior relevância que podemos dar às contribuições de David Ausubel à educação, é a aplicabilidade de suas teorias em sala de aula. O pioneiro a apresentar o pensamento de Ausubel à comunidade científica brasileira, foi o professor Joel Martins, à época professor de pós-graduação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Onde, no ano de 1975, Ausubel veio à PUC-SP para coordenar um seminário com vinte e cinco pesquisadores de todo o Brasil.

Uma das contribuições de Ausubel à educação são os mapas conceituais, os quais, segundo (MOREIRA & BUCKWEITZ, 1993, p.45) podem ser definidos da seguinte maneira: "Mapas conceituais são diagramas hierarquizados que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina". Outra importante contribuição deste pesquisador é o conceito de Aprendizagem Significativa, o qual segundo Ausubel (1965) está diretamente associado à estrutura cognitiva do aluno, ou seja, ao arcabouço teórico que o estudante traz consigo à sala de aula.

Há dois elementos cruciais à formação de uma estrutura cognitiva apropriada: 1) o uso, em uma determinada matéria, daqueles conceitos e princípios que tenhamos maior poder de extensão; 2) a aplicação de metodologias que apresentem uma ordem e sequência didaticamente estruturada de maneira a tornar o conteúdo mais compreensível na estrutura cognitiva. Corroborando com este pensamento Vygotsky (1987), faz a seguinte afirmação:

Se consciência significa generalização, a generalização, por sua vez, significa a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como específico. Um conceito supra-ordenado implica a existência de uma série de conceitos subordinados, e pressupõe também uma hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade. Assim, o conceito dado é inserido em um sistema de relações de generalidade. (VYGOTSKY, 1987, p. 80)

Assim como Vygotsky propõe os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), Ausubel, em toda sua obra, joga luz aos conceitos super-ordenados e subordinados (VYGOTSKY, 1987; AUSUBEL, 1965). Para tal, Ausubel (1968) propõe o princípio de reconciliação integrativa, o qual fundamenta-se da explicitação entre as semelhanças e diferenças entre ideias, quando estas existem em mais de um contexto. Por exemplo, a ideia de calor existe no senso comum e do ponto de vista científico, assim compara-se as diferenças e semelhanças dos conceitos para melhor compreensão do discente.

#### 4.1.9 Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) apontam a existência de duas vertentes de aprendizagem, sendo a primeira intitulada Aprendizagem Mecânica e a segunda Aprendizagem Significativa. De acordo com Per Christian (2012),

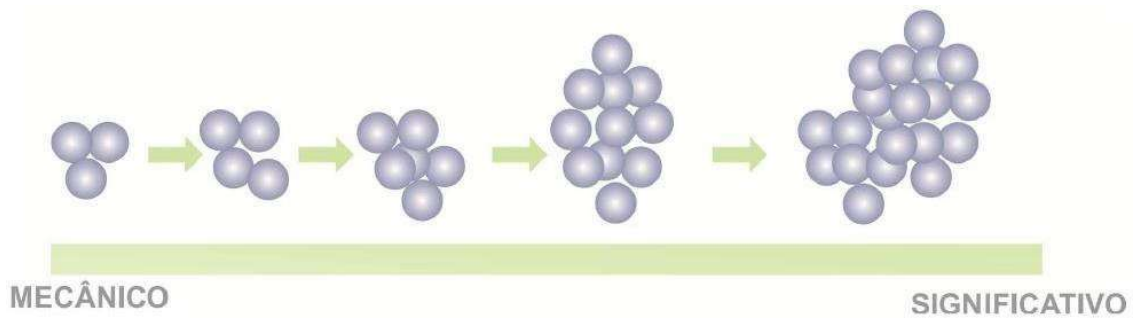
A Aprendizagem Mecânica ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Essa aprendizagem também acontece de maneira literal, o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria. A aprendizagem acontece como produto da ausência de conhecimento prévio relacionado e relevante ao novo conhecimento a ser aprendido. Um exemplo disso seria um estudante aprender que a geometria da molécula de amônia é trigonal ou piramidal sem saber o que é trigonal e/ou piramidal (PER CHRISTIAN, 2012, p.77).

Como aponta Moreira (1995), em contraposição à aprendizagem significativa, Ausubel define *aprendizagem mecânica* (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária” (MOREIRA, 1995, p.154). Na aprendizagem mecânica o novo conhecimento não estabelece relações com os conceitos já existentes, o que pode ser exemplificado pela aprendizagem de sílabas avulsas sem sentido ou aplicação em determinada situação ou contexto. (MOREIRA; MASINI, 1982).

Na Aprendizagem Significativa, como já mencionado, o processo de aquisição de conhecimento se dá a partir da incorporação de novos conteúdos na estrutura cognitiva do aluno, “[...] e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva”. (PER CHRISTIAN, 2012, p.77).

Corroborando com Per Christian (2012), Moreira (2010) define a Aprendizagem significativa como sendo aquela em que ideias e símbolos interagem de forma substantiva e não-arbitrária com aquilo que já é sabido pelo aluno. “Substantiva quer dizer não-litera, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende”. (MOREIRA, 2010, p.2).

Figura 4.2 – Evolução da qualidade do conhecimento ao longo do intervalo Mecânico Significativo

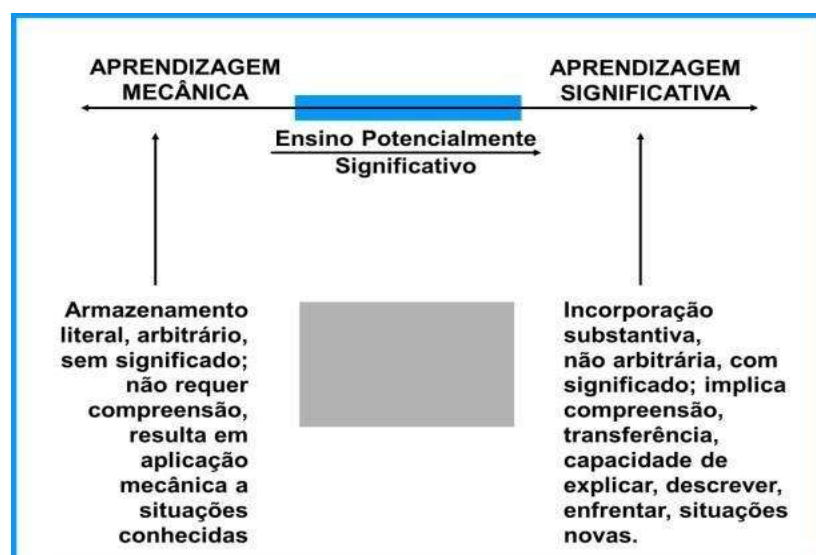


Fonte: Per Christian (2012, p.78).

Como demonstra a figura acima, embora o desenvolvimento de conhecimentos se dê de forma maximizada quando realizado em perspectiva significativa, a base mecânica ainda se mantém imprescindível a sua estruturação. Como aponta Per Christian (2012, p.77), “[...]é importante agora reconhecer que as aprendizagens, Mecânica e Significativa, constituem uma dicotomia e que, na verdade, todo nosso conhecimento se situa em algum lugar entre os dois extremos: mecânico e significativo”.

O autor ainda complementa que, concernente aos dois tipos de aprendizagem mencionados, a mecânica ocorre quando determinado conteúdo é aprendido e não possui relação alguma com o que já é conhecido pelo aluno. Já a significativa, “por sua vez, é o que ocorre quando um novo conhecimento se incorpora (por assim dizer) com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva e com o qual o novo conhecimento se relaciona e que seja relevante em relação ao que já é conhecido” (PER CHRISTIAN, 2012, p.79).

Figura 4.3 – O contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica



Fonte: Moreira (2015, p.4).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação estabelece relações com um aspecto “relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*” (MOREIRA, 1995, p.153).

#### **4.1.10 Conceitos subsunçores e as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa**

Como já apontado, a aprendizagem significativa se dá em decorrência da assimilação de novos conhecimentos que se ancoram em conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Ausubel visualiza a estrutura cerebral humana como sendo composta por estruturas hierárquicas conceituais, “[...]na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo” (MOREIRA, 1995, p.153).

Utilizando o exemplo da disciplina de Física, Moreira (1995, p.153) aponta que, “[...] se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos”. O processo de ancoragem de novos conceitos também exerce uma influência sobre o conceito subsunçor, modificando-o. Os conceitos subsunçores presentes da estrutura cognitiva dos alunos pode ser completo, mas também limitado, visto que seu desenvolvimento se dá em decorrência das experiências de aprendizagem do indivíduo (MOREIRA, 1995).

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos (MOREIRA, 2010, p.4).

Ausubel sugere a utilização de *organizadores prévios* para ancoragem da nova aprendizagem, que exercem a função de direcionar os conhecimentos de modo a colaborar com o desenvolvimento dos conceitos subsunçores. A utilização de tais conceitos se constitui como

uma estratégia “[...] para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si” (MOREIRA, 1995, p.155).

Contrariamente a sumários, que são, em geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como "pontes cognitivas" (MOREIRA, 1995, p.155).

Com base nas colocações, pode-se afirmar que os conceitos subsunçores são imprescindíveis à ocorrência da Aprendizagem significativa, no entanto, devemos destacar que os mesmos nem sempre estarão disponíveis de forma clara e desenvolvida, o que exige a construção de estratégias de facilitação por parte do docente. Como aponta Moreira (2010, p.4) “se determinado conhecimento prévio não servir usualmente de apoio para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos ele não passará espontaneamente por esse processo de elaboração, diferenciação, cognitiva”.

Outro ponto de grande importância para a ocorrência da aprendizagem significativa se situa nas condições necessárias para sua ocorrência. O material “[...]a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não-literal” (MOREIRA, 1995, p.156).

Um material com essa característica é dito potencialmente significativo. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados (MOREIRA, 1995, p.156).

Ainda fazendo uso dos apontamentos de Moreira (1995), destaca-se a existência de outra condição, que consiste na necessidade do aprendiz manifestar interesse e disposição para estabelecer relações substantivas e não-arbitrárias com o novo material, de modo a permitir que o mesmo se relacione com os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. Esta condição implica que, “independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e

literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos) (MOREIRA, 1995, p.156).

No entanto, quais seriam os métodos de identificação da ocorrência de uma real Aprendizagem Significativa? Para que a assimilação de novos materiais seja confirmada, faz-se necessário desenvolver e aplicar testes distintos daqueles comumente utilizados no processo de ensino aprendizagem. Sendo assim, deve-se desenvolver questões diferenciadas e inovadoras que permitirão ao aluno expor o conhecimento retido por seus conceitos subsunçores (MOREIRA, 1995).

#### **4.1.11 Tipos de aprendizagem significativa**

Segundo Ausubel, a Aprendizagem Significativa pode ser dividida em três vertentes, são elas: representacional, de conceitos e proposicional. A primeira pode ser definida como a forma comum ou básica de aprendizagem significativa, visto que envolve atribuições de significados a palavras e demais símbolos por meio dos conceitos subsunçores. A segunda, intitulada aprendizagem de conceitos, possui semelhanças se comparada a aprendizagem dita representacional, visto que conceitos também podem ser definidos como símbolos, porém, os conceitos possuem variações, podendo ser genéricos ou categóricos, contendo abstrações ou sendo meramente objetivos (MOREIRA, 1995).

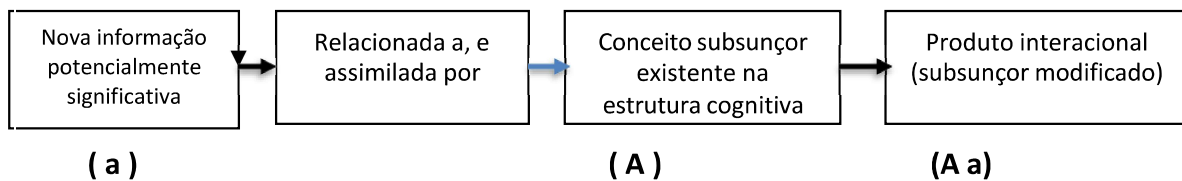
Em contraposição à aprendizagem representacional, a aprendizagem proposicional não busca apreender a significação de símbolos isolados, mas sim compreender ideais constituídos pelos mesmos. Ou seja, este tipo de aprendizagem visa compreender o “significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, ou seja, a tarefa e aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição” (MOREIRA, 1995).

Vale ressaltar que, embora Ausubel define apenas três vertentes de aprendizagem existentes no âmbito da Aprendizagem significativa, outras abordagens desenvolvidas pelo autor são basilares para o processo de integração de novos conceitos.

#### **4.1.12 Assimilação**

Segundo Moreira (1995, p.157), “Para tomar mais claro e preciso o processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, Ausubel propõe a "teoria da assimilação" [...] que possui valor explanatório tanto para a aprendizagem como para a retenção”. Vejamos abaixo como a mesma pode ser representada:

Figura 4.4 – Representação da Teoria da Assimilação de Ausubel



Fonte: Moreira (1985, p.157).

Com base na Figura 4.4 “[...] pode-se perceber que a assimilação ocorre quando um conceito ou proposição **a**, potencialmente significativo, é assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão ou qualificação do mesmo” (MOREIRA, 1995, p.158). Vale ressaltar que assim como a nova informação, o conceito subsunçor também é modificado.

Por exemplo, se o conceito de força nuclear deve ser aprendido por um aluno que já possui o conceito de força, bem-estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito específico (força nuclear) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (força) já adquirido. Entretanto, considerando que esse tipo de força de curto alcance (em contraposição aos outros que são de longo alcance), não somente o conceito de força nuclear adquirirá significado para o aluno, mas também o conceito geral de força que ele já tinha será modificado e tornar-se-á mais inclusivo, pois seu conceito de força incluirá agora também forças de curto alcance) (MOREIRA, 1995, p.158).

Como exposto acima, o processo de assimilação de um novo material não transforma apenas o que está sendo aprendido, como também aquilo que já se sabe, ampliando e trazendo maior complexidade aos conceitos existentes na estrutura cognitiva do aluno. Moreira (1995, p.156) ainda aponta que o processo de assimilação é também uma simplificação, para, em menor escala, uma nova informação interage também com outros subsunçores e o grau de assimilação, em cada caso, depende da relevância do subsunçor”.

#### 4.1.13 Variáveis de aprendizagem, reconciliação e diferenciação

Dentre as variáveis de aprendizagem definidas por Ausubel, tem-se um conjunto de características e definições baseadas na interação do novo material com o já existente em meio ao processo de assimilação. Quando há um processo de subordinação do novo material em relação aos conceitos subsunçores já existentes define-se este tipo de aprendizagem como sendo subordinada. “[...]quando um novo conceito ou proposição é aprendido por subordinação, i.e, por um processo de interação a ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica.

A ocorrência desse processo uma ou mais vezes leva a diferenciação progressiva do conceito subsunçor” (MOREIRA, 1995, p.160).

Complementando, “A *diferenciação progressiva* é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2010, p.6).

Em contraposição, quando o conceito aprendido possui maior significação para o aluno e passa a ser utilizado como ferramenta de assimilação dos demais, definimos esta aprendizagem como sendo superordenada (MOREIRA, 1995). Neste tipo de aprendizagem, “[...] ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser relacionadas e reconhecidas. Assim, novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados” (MOREIRA, 1995, p. 160). Este processo de recombinação intitula-se, segundo Ausubel, reconciliação integrativa cuja ocorrência também se dá em aprendizagens do tipo combinatória. “A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2010, p.6). Assim, o professor terá condições, segundo seus objetivos, de elaborar uma aula direcionada a conceitos específicos que deseja alcançar.

Por fim, temos a aprendizagem do tipo combinatória, cuja construção se dá por conceitos que não possuem relações de subordinação ou superordenação com materiais específicos, e sim um conteúdo relevante como um todo. “É como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva, isto é, a nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva, nem é capaz de assimilá-las” (MOREIRA, 1995, p.159).

Do ponto de vista da instrução, Ausubel aponta que a diferenciação progressiva é como “um princípio programático da matéria de ensino, segundo o qual as ideias, conceitos e proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade” (MOREIRA, 1985, p. 160). Já a reconciliação integrativa, “[...]princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridade e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (MOREIRA, 1995, p.161).

Após a apresentação da teoria de Ausubel e suas respectivas especificidades, vejamos possibilidades de aplicação da mesma no processo de ensino-aprendizagem.

#### 4.1.14 Ausubel e o processo de ensino-aprendizagem

Como sabemos, o processo de ensino-aprendizagem se constitui enquanto momento subjetivo e complexo, visto que é composto por sujeitos diversos, com mentalidades e percepções singulares. De acordo com Ausubel, a estrutura cognitiva deve ser considerada como o fator de maior importância no processo instrucional, pois ela efetua a organização do conteúdo na estrutura mental dos indivíduos.

A estrutura cognitiva, no entanto, pode ser influenciada de duas maneiras: 1) substantivamente, pela apresentação, ao aprendiz, de conceitos e princípios unificadores e inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras; 2) programaticamente, pelo emprego de métodos adequados de apresentação do conteúdo e utilização de princípios programáticos apropriados na organização sequencial da matéria de ensino (MOREIRA, 1995, p.161).

Ainda sobre o ponto de vista ausubeliano, Moreira (1985) aponta que o primeiro passo em um processo de instrução se baseia na identificação dos conceitos básicos já assimilados pelos alunos, pois estes serão o ponto de partida para aprofundamento e apresentação de novos conteúdos. “Além disso, Ausubel argumenta também que, insistindo na consolidação ou mestria do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada” (MOREIRA, 1995, p.162).

Mas em meio a este conjunto de especificidades e direcionamentos, qual seria o papel do professor no processo de instrução? Segundo Moreira (1995) em alinhamento com os pressupostos de Ausubel, o docente deverá:

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;
2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo;
3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao "mapear" e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira

significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, Por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis (MOREIRA, 1995, p.163).

Com base neste trecho de Moreira, podemos identificar o profissional docente como um dos protagonistas do processo de Aprendizagem Significativa, visto que constrói estratégias de facilitação para este processo, possibilitando com que os alunos se desenvolvam de forma autônoma e identifiquem a importância do que está sendo apresentado. Como aponta Ronca (1994, p.92), o professor “deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva. O conteúdo que é assimilado pela estrutura cognitiva assume uma forma hierárquica, onde conceitos mais amplos se superpõe a conceitos com menor poder de extensão”, ou seja, é atribuído ao professor a responsabilidade de disponibilizar materiais necessários ao desenvolvimento dos alunos, e sua seleção deve ser criteriosa e alinhada às necessidades de aprendizagem de cada faixa etária e nível de aprendizagem.

Outro ponto de destaque em relação ao professor no processo de construção da Aprendizagem Significativa se situa na importância de se utilizar uma linguagem acessível e de fácil entendimento. “Se o professor usar uma linguagem que o aluno não domina, com expressões rebuscadas que não fazem parte do cotidiano do aluno, o processo de negociação de significados entre professor e aluno será prejudicado” (COELHO; MARQUES; SOUZA, 2019).

Como podemos observar acima, dentre as atribuições do profissional em educação no processo de Aprendizagem Significativa tem-se a importância da realização de diagnósticos para identificação de temáticas e conceitos já compreendidos pelos alunos. Dito isso, reafirmamos que a Teoria da Aprendizagem Significativa é adequada aos intuítos deste estudo, visto que possibilitará o desenvolvimento de um processo de intervenção de modo a extrair dos alunos conhecimentos relacionados a disciplina de Física e embasá-los com maiores propriedades através da experimentação. Como aponta Ronca (1994, p.91). “Na ausência de teorias de ensino, os professores são levados a valerem-se das normas disponíveis no folclore educacional ou basearem-se no exemplo de seus próprios professores ou, ainda, tentar descobrir técnicas de ensino através de tentativas de ensaio e erro”.

## **5. O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Nesta seção trataremos dos conceitos a respeito da calorimetria, começando por uma breve abordagem histórica e, posteriormente, definindo os conceitos aqui abordados, com suas respectivas linguagens matemáticas.

### **5.1. Calorimetria**

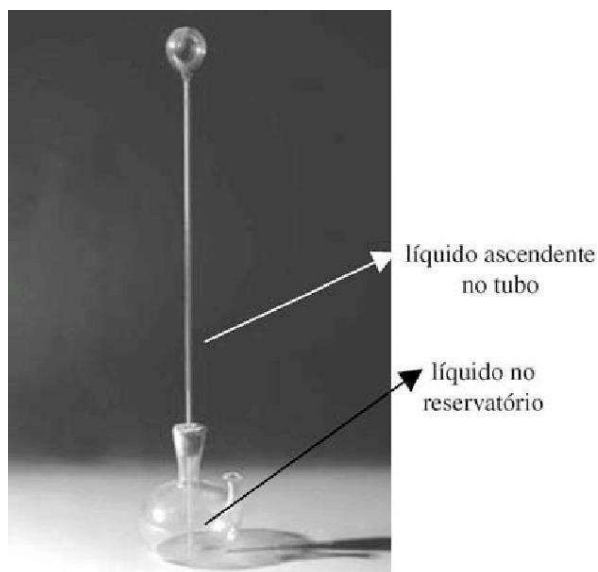
De forma sintética, podemos dizer que calorimetria é o ramo da física preocupado com as trocas de energias térmicas entre dois ou mais corpos, ou, como veremos, entre sistemas. Essas trocas são denominadas de calor e ocorrem em função da diferença de temperatura entre os corpos envolvidos, havendo transferência sempre do corpo com maior temperatura para o menor temperatura.

Desta forma, por meio da calorimetria, é possível determinarmos o ponto de equilíbrio térmico, ou seja, o estado de equilíbrio térmico. Para compreendermos a calorimetria é necessário compreendermos conceitos elementares a este assunto: temperatura e calor, que serão abordados no decorrer do texto.

### **5.2. Termometria – breve abordagem histórica**

O termoscópio de Galileu é considerado o precursor dos termômetros, tendo sido este instrumento de grande importância no desenvolvimento da termologia, onde é citado por inúmeros inventores e cientistas dos séculos XVI e XVII. O “termômetro” de Galileu, conforme ilustra a figura 5.1, consistia de um aparato com um longo tubo e um reservatório na parte inferior, que continha álcool. Este aparelho não pode ser considerado um termômetro, pelo menos não como o consideramos atualmente, pois ele possibilitava, por meio da dilatação térmica do fluido contido no bulbo, apenas a verificação da variação de temperatura, mas não sua aferição, pois não possuía uma escala. À parte esta questão, tratava-se de um aparato bem limitado e rudimentar, uma vez que o líquido tinha contato direto com o ar, interferindo diretamente na pressão atmosférica interna e, conseqüentemente, impossibilitando medições com relativas precisões, tornando as medidas não reprodutíveis (HOPPE, 1928; VOLKRINGER, 1929).

Figura 5.1 - Esquema de termoscópio do tipo usado por Galileu.



Fonte: (Pires, Afonso, & Chaves, 2006).

Entre os anos de 1657 e 1667 a Academia Dei Cimento, localizada na cidade de Florença, Itália, contribuiu significativamente para a evolução da medição da temperatura. Segundo Murani (1925) e Hoppe (1928) os fluidos utilizados nos experimentos realizados na Academia Dei Cimento foram o etanol e o mercúrio, sendo o primeiro dispensado por possuir o coeficiente de dilatação muito menor comparado ao mercúrio. A grande contribuição deste período foi a fabricação de termômetros fechados, similares aos de nossos dias, evitando o contato entre o meio atmosférico e o líquido no interior do bulbo. No entanto, eram necessários alguns ajustes, pois o ar no interior do termômetro não era retirado, impossibilitando que o líquido dilatasse uniformemente, tornando as medidas imprecisas. Outra contribuição, foi a utilização de dois pontos fixos de temperatura, provavelmente, neste caso, as temperaturas de inverno e verão da cidade local.

O primeiro cientista a afirmar que eram necessários dois pontos fixos para a determinação de uma escala termométrica foi Joachin Dalence (1640-1707), Dalence utilizou como valores fixos os pontos de fusão do gelo e, curiosamente, da manteiga. Tendo sido, este último, substituído pelo ponto de ebulição da água, por Renaldini, em 1694. Em 1701, o célebre cientista inglês Sir Isaac Newton (1642-1727) publica um trabalho acerca de seus estudos sobre termologia, onde propõe a Lei do Resfriamento, que, em sua homenagem, leva seu nome e descreve uma escala termométrica montada por ele, onde os pontos de máximo e mínimo são a fusão do gelo e ebulição da água, respectivamente. Um aspecto importante a se ressaltar é que naquele período, não havia uma convenção de qual escala se utilizar, então, isso fazia com que cada experimental construísse seu próprio termômetro, segundo seus critérios particulares. Isso

se tornaria um problema, pois haviam muitas escalas sendo utilizadas e uma variedade de misturas refrigerantes e sensores de temperatura. É bem verdade que, com a não aplicabilidade deste variado número de escalas, a maioria, com o decorrer do tempo, entrou em desuso (MURANI,1925; TILLREUX, 1925; HOPPE, 1928; VOLKRINGER, 1929).

Um ano após Newton publicar seus trabalhos envolvendo termologia, o astrônomo dinamarquês, Ole Roemer (1644-1710), provavelmente o primeiro cientista a medir a velocidade da luz, criou escalas termométricas, baseadas nos pontos de fusão e ebulição da água, muito próximas do que conhecemos atualmente (MURANI,1925; HOPPE, 1928). Estima-se que na segunda metade do século XVIII havia, em uso, cerca de cinquenta escalas termométricas, com as mais variadas interpretações possíveis dos resultados encontrados, pois variam segundo a cultura local e a difícil comunicação naquela época. Desta variedade de escalas, por questões diferentes, três delas sobreviveram ao tempo e difundiram-se entre os séculos XIX e XX (MURANI,1925; TILLREUX, 1925; HOPPE, 1928; VOLKRINGER, 1929; DAVIS, 1929; LOURENÇO, 1936): i) a escala desenvolvida por René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), que, em sua homenagem, leva seu nome, na qual foi utilizado álcool. Réaumur usou como referência 0 °R para a temperatura em que a água funde e 80 °R para a temperatura de ebulição da água; ii) já a escala desenvolvida por Daniel Gabriel Fahrenheit (1686- 1736), usou como pontos fixos uma mistura de água, gelo e sal amoníaco, convencioando-o a 0 °F e a temperatura natural do corpo humano 100 °F; iii) a mais conhecida destas é a escala Celsius, proposta pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744). O qual usou os pontos de ebulição e fusão da água em suas extremidades, sendo 0 °C e 100 °C, respectivamente. Curiosamente, a escala centígrada, que hoje fazemos uso, originalmente teve, por conveniência, seus valores extremos invertidos.

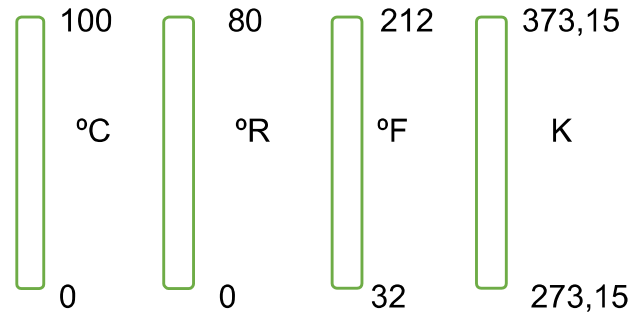
Cabe ao físico alemão Daniel Fahrenheit as principais contribuições para o desenvolvimento da termometria moderna. Pois, em 1714, ele construiu um termômetro à base de mercúrio, cujo tamanho era menor comparado aos demais, tornando-o mais prático. Fahrenheit teve a perspicácia de ferver o tubo antes de fechá-lo, a fim de retirar o ar de seu interior. As precisões encontradas por Fahrenheit em seus trabalhos com mercúrio mudaram o curso da termometria, à parte que seus estudos possibilitaram maior reprodutibilidade dos valores e à qualidade de construção de novos termômetros (MURANI,1925; VOLKRINGER, 1929; DAVIS, 1929; LOURENÇO, 1936).

No ano de 1794 convencionou-se que a centésima parte que dista o ponto de fusão e o de ebulição da água seria o grau termométrico. Dando origem assim, ao que hoje

conhecemos por escala centígrada. Durante a IX Conferência Internacional de Pesos e Medidas (1948) estabeleceu a mudança de nome para grau Celsius.

### 5.3. Relação matemática entre as escalas

Figura 5.2 - Esquema geométrico entre as escalas Celsius, Fahrenheit, Réaumur e Kelvin



Fonte: o autor

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{R - 0}{80 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273,15}{373,15 - 273,15}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273,15}{100}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{R - 0}{4} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273,15}{5} \quad (5.3.1)$$

### 5.4. Dilatação e contração térmica

Boa parte dos materiais sofrem expansão ou contração térmica quando submetidos a uma variação de temperatura. No caso dos termômetros, comentado no tópico anterior, funcionam basicamente por meio da dilatação do líquido em seus interiores, seja o álcool, o mercúrio ou outro tipo de fluido. Lâminas bimetálicas sofrem o encurvamento. Na engenharia, por exemplo, há diversas aplicações: em prédios, pontes e outras construções, onde há a necessidade de juntas especiais que permitam a dilatação dos materiais. Em nosso cotidiano, por exemplo, podemos separar dois copos de vidro, quando colocados um dentro do outro, aquecendo-os; desarrochando uma tampa metálica, com água quente, estes são exemplos de algumas aplicações da dilatação em nosso dia a dia.

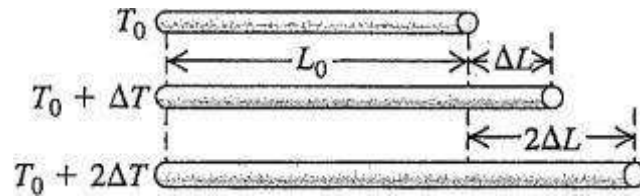
A fim de estudo, consideramos três casos: dilatação em uma única dimensão (dilatação linear), em duas dimensões (dilatação superficial) e em três dimensões (dilatação volumétrica).

#### 5.4.1. Dilatação Linear

Para melhor compreendermos de que se trata a dilatação linear, imaginemos uma barra, unidimensional, de comprimento  $L_0$  a uma temperatura  $T_0$ . Quando há uma variação de

temperatura  $\Delta T$ , podemos ver que o comprimento sofre uma variação  $\Delta L$ . Assim, podemos ver que  $\Delta T$  e  $\Delta L$  são diretamente proporcionais, conforme ilustra a figura [5.3] abaixo.

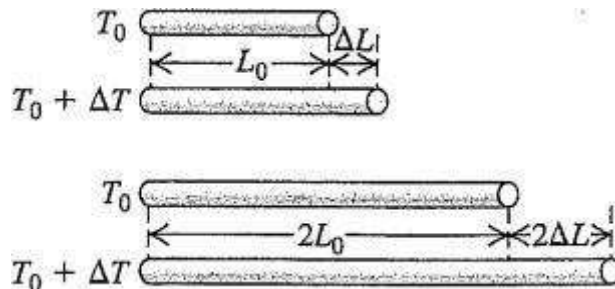
Figura 5.3 - Esquema envolvendo uma barra unidimensional para variações moderadas de  $\Delta T$ .



Fonte: (YOUNG & FREEDMAN, 2008, p.185).

Ainda por meio do ato empírico, quando comparamos duas barras feitas do mesmo material as submetemos à mesma variação de temperatura, notamos que há proporcionalidade entre  $\Delta L$  e  $L_0$ , como mostra a figura [5.4].

Figura 5.4 - Esquema envolvendo uma barra unidimensional para variações de comprimento  $\Delta L$ .



Fonte: (YOUNG & FREEDMAN, 2008, p.185).

Ora, então, podemos estabelecer uma relação matemática que estabelece a dependência destas variáveis.

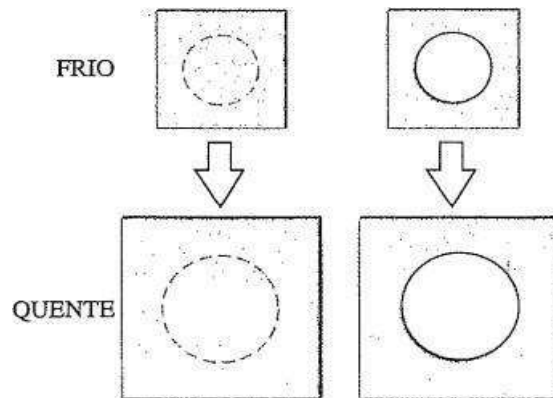
$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (5.4.1)$$

Onde  $\alpha$  é uma constante de proporcionalidade, a qual está intimamente associada ao material em estudo, variando segundo cada material trabalhado, pois é ela quem descreve as propriedades da expansão e contração térmicas, neste segundo caso, quando há variação negativa de temperatura. A constante  $\alpha$  é denominada de coeficiente de dilatação linear, e suas unidades de medidas são  $K^{-1}$  ou  $(^{\circ}C)^{-1}$ .

### 5.4.2. Dilatação Superficial

De forma análoga à dilatação linear, temos a dilatação superficial, ou seja, bidimensional. Vejamos a figura [5.5], logo abaixo

Figura 5.5 – Esquema envolvendo uma chapa metálica bidimensional para variações com um orifício em seu centro



Fonte: (YOUNG & FREEDMAN, 2008, p.186).

Notamos que, à medida que variamos a temperatura, passando do estado frio para o quente, a chapa de metal altera suas dimensões e, conseqüentemente, o buraco no centro do metal também se dilata. Assim, temos, analogamente, uma relação matemática para esta situação.

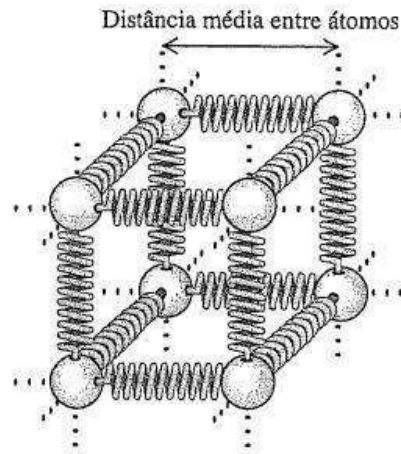
$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (5.4.2)$$

Onde  $\beta$  é a constante de proporcionalidade. Ela é denominada de coeficiente de dilatação superficial, e, assim como na dilatação linear, suas unidades de medidas são  $K^{-1}$  ou  $(^{\circ}C)^{-1}$ .

### 5.4.3. Dilatação Volumétrica

Podemos ainda discutir o fenômeno de dilatação térmica de forma qualitativa, em termos das moléculas do material. Considere a figura [5.6]

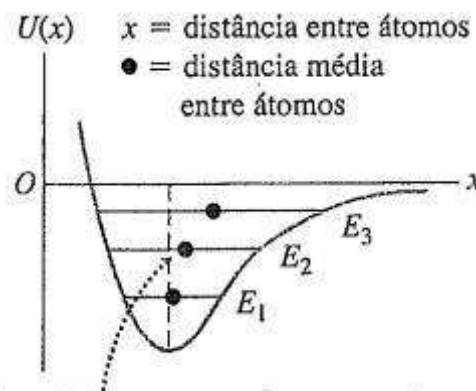
Figura 5.6 - Esquema do modelo das forças entre átomos vizinhos em um material no estado sólido.



Fonte: (YOUNG & FREEDMAN, 2008, p.185).

Na ilustração acima, consideramos, por questões didáticas, a interação de forças entre os vizinhos em um sólido interligados por molas, porque ambos se dilatam mais facilmente, em detrimento à compressão. Podemos ainda, por meio da experiência notar que a energia aumenta e os átomos passam a oscilar com maior amplitude, há um aumento da distância média, conforme mostra o gráfico abaixo.

Figura 5.7- Gráfico da Energia Potencial (U) da ‘mola’ U(x).



Fonte: (YOUNG & FREEDMAN, 2008, p.185).

Assim como nos casos das dilatações linear e superficial, quando há uma variação positiva de temperatura, há um aumento de volume, mais perceptível em fluidos (líquidos e gasosos), podendo ser descrita matematicamente da seguinte forma:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad (5.4.3)$$

No que diz respeito aos materiais sólidos, podemos estabelecer, de forma bem simples, uma relação entre os coeficientes de dilatação  $\alpha$  e  $\gamma$ . A qual pode ser escrita na forma

$$\gamma = 3\alpha \quad (5.4.4)$$

A fim de facilitar a compreensão da relação (5.4.4), imaginemos que um  $\alpha$  equivale a uma dimensão. De tal sorte que podemos ainda estabelecer relação entre  $\beta$  e  $\alpha$ , logo:

$$\beta = 2\alpha \quad (5.4.5)$$

### 5.5. Definição de calor

A definição de calor em Termodinâmica foge à compressão deste termo no senso comum, como, por exemplo, às sensações de quente e frio. Ou simplesmente associar calor ao movimento das moléculas e partículas de um corpo. Imaginemos que um bloco metálico aquecido seja introduzido em um balde com água resfriada, pela experiência, sabemos que a água será aquecida, à medida que o bloco de metal resfriará, até que atinjam a mesma temperatura, denominado de equilíbrio térmico. Isso ocorre em função da transferência de energia do corpo de maior temperatura para o corpo mais frio. Esta transferência de energia está intimamente associada à ideia de calor.

Ora, não havendo nenhum trabalho sendo realizado em um sistema termodinâmico e havendo transferência de energia, do corpo com maior temperatura para o menor temperatura, ocorre uma transferência de energia entre os sistemas. Assim, o calor não é uma propriedade intrínseca dos materiais, ou seja, o calor só pode ser identificado quando ultrapassa a fronteira que compõem os sistemas. A transferência de energia altera as propriedades físico-químicas dos corpos envolvidos.

Sendo o calor uma forma de transferência de energia entre corpos ou sistemas, sua unidade de medida é análoga às medidas de energia e trabalho usadas em dinâmica. Assim, no Sistema Internacional de Medidas, SI, a unidade para calor é joule (J).

### 5.6. Capacidade Térmica

Os trabalhos empíricos nos mostram que a quantidade de calor é diretamente proporcional à variação de temperatura que ela ocasiona no sistema. Desta forma, inferimos por meio da experimentação que a quantidade de calor também é proporcional à massa do

sistema e, conseqüentemente, à quantidade de matéria. Das considerações feitas, podemos escrever o calor ( $Q$ ) da seguinte maneira:

$$Q_p = \bar{C} \Delta T = \underline{c}_p m (T_f - T_i) \quad (5.6.1)$$

Ou, ainda,

$$Q_p = \bar{C}_{p,m} \Delta T = \underline{c}_p n (T_f - T_i) \quad (5.6.2)$$

O índice p, carregado ao símbolo Q, indica o processo no qual houve a troca de calor, neste caso, à pressão constante. A barra sobre o c, indica que se trata do valor médio. Estas duas constantes de proporcionalidade possuem a seguinte denominação:  $\bar{c}$  a capacidade térmica específica média à pressão constante e  $\bar{C}_{p,m}$  a capacidade térmica molar média à pressão constante. Ainda das equações (5.6.1) e (5.6.2) em função da massa molar M:

$$C_{p,m} = c_p M \quad (5.6.3)$$

Ainda das equações (5.6.1) e (5.6.2) temos:

$$\bar{C}_p = \frac{Q_p}{m \Delta T} \quad (5.6.4)$$

e

$$\bar{C}_{p,m} = \frac{Q_p}{n \Delta T} \quad (5.6.5)$$

Das equações anteriores, podemos ainda, estabelecer a seguinte relação matemática:

$$\bar{C}_p = m \bar{C}_{p,m} = n \underline{c}_{p,m} \quad (5.6.6)$$

Podemos ainda juntar as equações (5.6.1) e (5.6.2), tornando-as em uma única equação:

$$Q_p = \bar{C} T = \bar{C} (T_f - T_i) \quad (5.6.7)$$

### 5.7. Capacidade térmica com a pressão constante

Inicialmente consideramos que as capacidades térmicas dos sistemas termodinâmicos são constantes, permanecendo uniforme independentemente da temperatura. No entanto, a rigor, isso não é verdade. É uma aproximação que fazemos que, em trabalhos que exigem maior exatidão, não é aceitável. A capacidade térmica está intimamente associada à variação de temperatura, assim, como vimos nas equações descritas acima, trata-se de uma média e não de um valor exato. Podemos então definir a capacidade térmica com a pressão constante, matematicamente, por meio da seguinte expressão:

$$c_p = \frac{1}{m} \frac{Q_p}{\Delta T} = \frac{1}{m} \left( \frac{\partial Q}{\partial T} \right)_p \quad (5.7.1)$$

e

$$C_{p,m} = \frac{1}{n} \frac{Q_p}{\Delta T} = \frac{1}{n} \left( \frac{\partial Q}{\partial T} \right)_p \quad (5.7.2)$$

Por definição matemática o limite de uma variável tendendo a zero é a derivada desta quantidade em um ponto específico, eis aí o motivo da segunda igualdade na equação (5.7.2) acima.

### 5.8. Capacidade térmica a volume constante

De forma análoga às equações da capacidade térmica, podemos a partir das equações (5.7.3) e (5.7.4), que, assim como a capacidade térmica varia de acordo com a pressão também depende do volume, assim:

$$Q_V = \bar{C}_V m \Delta T = \bar{C}_V m (T_f - T_i) \quad (5.7.3)$$

e

$$Q_V = \bar{C}_V \Delta T = \bar{C}_V (T_f - T_i) \quad (5.7.4)$$

Podemos ainda, de forma análoga à sessão anterior, escrever estas equações em função da temperatura T, logo:

$$c_V = \frac{1}{m} \frac{Q_V}{\Delta T} = \frac{1}{m} \left( \frac{\partial Q}{\partial T} \right)_V \quad (5.7.5)$$

e

$$C_{V,m} = \frac{1}{n} \frac{Q_V}{\Delta T} = \frac{1}{n} \left( \frac{\partial Q}{\partial T} \right)_V \quad (5.7.6)$$

O  $V$ , que acompanha o  $c$  e a taxa de variação, indica que se trata de um sistema isovolumétrico. A capacidade térmica a volume constante é de complexa medição, se comparada a sistemas termodinâmicos com a pressão constante, pois é muito difícil evitar tanto a dilatação quanto a contração térmica de um determinado sistema.

## **6. RESULTADOS DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Este capítulo destina-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos nesta pesquisa.

### **6.1. CONFECÇÃO/MONTAGEM DAS MAQUETES DOS EXPERIMENTOS**

As atividades desenvolvidas na segunda etapa do Produto Educacional deram-se no período diurno (matutino), às segundas, quartas e sextas-feiras, no primeiro semestre de 2022, em virtude de demandarem mais tempo e planejamento para ficarem prontas. Os alunos tiveram, obrigatoriamente, que se reunir com a professora-orientadora para sanar as dúvidas acerca dos conteúdos trabalhados nas atividades práticas e também sobre a devida montagem dos experimentos/maquetes e os fenômenos físicos nestes envolvidos. Essa etapa teve duração aproximada de 32 h.

Para tanto, como mencionado no capítulo 4 deste trabalho, usamos como referencial teórico as contribuições do pensador norte-americano David Ausubel, por meio de sua teoria que versa acerca da Aprendizagem Significativa. Previamente, por meio de um questionário aberto, procuramos identificar o que os alunos sabiam sobre alguns conceitos de calorimetria, para, assim, contrapormos o senso comum ao saber científico. Pois é necessário, para haver aprendizagem significativa, uma relação entre o conhecimento prévio e novo saber. Nessa perspectiva, a experimentação atuou como fator relevante, propiciando a ampliação das informações prévias dos estudantes e dando-lhes novos significados.

A educação em ciências por meio da atividade prática possibilita que o aluno desenvolva potencialidades como montar, criar, avaliar etc. A pesquisa ação permite que o aluno dê novos significados ao seu conhecimento por meio da comprovação de um fenômeno ou negação de uma teoria ou hipótese, podemos dizer assim que o “erro” faz parte do processo de aprendizagem do educando.

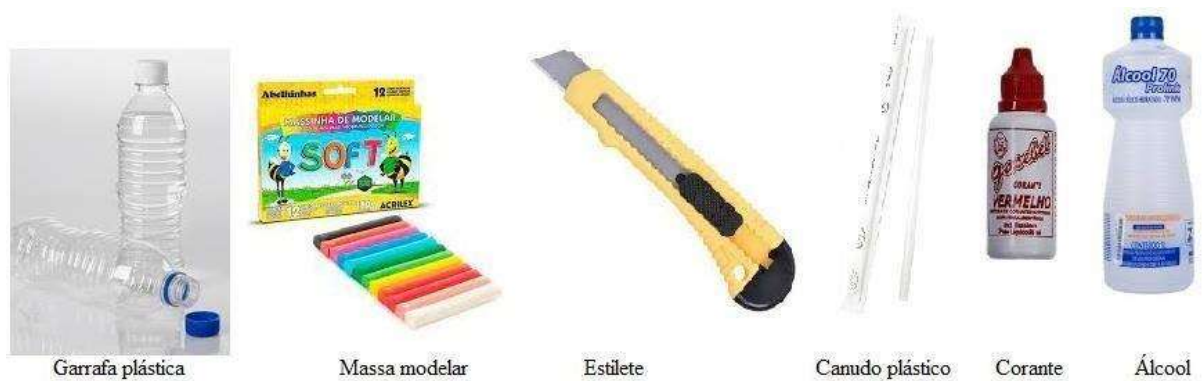
### 6.1.1. Experimento 1: Termômetro caseiro

Os alunos providenciaram garrafas plásticas de 600 mililitros (mL), massa de modelar para vedar a tampa da garrafa plástica, estilete, canudo plástico transparente, termômetro digital, álcool, corante alimentar e recipientes contendo água quente e fria, respectivamente. Para este experimento foram aplicadas a Teoria do Aprendizado significativo de Ausubel.

#### Materiais necessários:

- Garrafa plástica de 600 mL
- Massa modelar
- Estilete
- Canudo plástico transparente
- Termômetro digital
- Álcool
- Corante alimentar vermelho
- Recipientes com água quente e fria

Figura 6.1 – Materiais usados para construir um termômetro artesanal



Fonte: montagem feita pela autora.

#### Procedimento de montagem:

Primeiramente, misture água e álcool na mesma proporção. A fim de diferenciar a cor da substância do bulbo (canudo transparente), por meio de um conta gotas, adicione algumas gotinhas de corante (a gosto) à solução. Faça um pequeno orifício na tampa da garrafa e coloque o canudo transparente (que funcionará como bulbo) na garrafa, sem que ele chegue ao fundo. E, por fim, passe argila (massa de modelar) ao redor do canudo para vedar a garrafa.

Para aferir a variação da temperatura, insira o termômetro em um recipiente com água quente ou fria, para que haja dilatação ou contração do líquido no interior do bulbo, conforme ilustra a figura [6.2].

Figura 6.2 – Termômetro caseiro sendo testado



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Fazer-o-Seu-Pr%C3%B3prio-Term%C3%B4metro>.

### 6.1.2. Experimento 2: Experimento do John Locke

A professora orientadora providenciou três recipientes contendo água (fria, morna e quente) e um termômetro.

#### Materiais necessários:

- Recipientes com água em diferentes temperaturas
- Termômetro digital ou clínico

Figura 6.3 – Termômetros clínicos analógico e digital



Termômetro clínico analógico



Termômetro clínico digital

Fonte:

<https://ipemsp.wordpress.com/2010/04/12/termometro-clinico-como-funciona-e-o-que-verificar-ao-se-comprarm/>.

Com o auxílio de um termômetro digital a aluna, conforme mostra a figura [6.4], aferiu as diferentes temperaturas da água.

Figura 6.4 – Montagem do experimento de John Locke



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### Procedimento de montagem

O estudante deve colocar uma mão na bacia com água fria e a outra no recipiente com água quente, e, posteriormente, ambas na vasilha com água morna. Pode, em seguida, colocar as mãos no recipiente com água fria e depois no vasilhame com água quente, em todos os casos, a fim de verificar as condições de equilíbrio térmico e sensação térmica.

#### 6.1.3. Experimento 3: Chave e cadeado

Os alunos trouxeram de suas casas um cadeado com chaves, vela e fósforo.

#### Materiais necessários:

- Cadeado com chaves
- Vela
- Fósforo

Figura 6.5 – Materiais utilizados no experimento



Cadeado com chaves

Vela

Caixa de fósforo

Fonte: montagem feita pela autora.

### Procedimento de montagem

O discente deve aquecer as chaves e, em seguida, tentar abrir o cadeado. Num outro momento, o aluno deve resfriar o cadeado e novamente tentá-lo abrir. E, por fim, aquecer o cadeado e tentar abri-lo.

Figura 6.6 – Realização do experimento pelos discentes



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

#### 6.1.4. Experimento 4: Lâmina bimetálica

A professora-orientadora disponibilizou aos estudantes: lâminas bimetálicas, vela e fósforo, a fim da realização da atividade prática.

#### Materiais necessários:

- Lâmina bimetálica
- Vela/lamparina
- Fósforo
- Prendedor de madeira

Figura 6.7 – Materiais utilizados no experimento de dilatação de uma lâmina bimetálica



Lâmina bimetálica

Vela

Caixa de fósforo

Fonte: montagem feita pela autora.

### Procedimento de montagem

O aluno deve aquecer a lâmina até que haja o encurvamento de uma delas, em função da dilatação linear do material, comparando os fenômenos nos diferentes materiais.

Figura 6.8 – Desenvolvimento do experimento pelos alunos



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

#### 6.1.5. Experimento 5: Balão à prova de fogo

Os alunos trouxeram de suas casas bexigas (balões de borracha), encontrados facilmente em casas de festas infantis. Os balões foram enchidos com variadas porções de água e, em cada caso, submetidos ao aquecimento, com o auxílio de uma vela, por cerca de um minuto (60 segundos).

#### Materiais necessários:

- Balão de borracha (balão de festa infantil)
- Água
- Vela e fósforo

Figura 6.9 – Materiais utilizados na confecção do experimento



Balão de festa infantil

Vela

Caixa de fósforo

Fonte: montagem feita pela autora.

### Procedimento de montagem

O estudante deve colocar uma pequena quantidade de água dentro do balão e, assim, aquecê-lo, verificando se a bexiga estoura ou não. Variando a quantidade de água nos balões, o discente deve avaliar a quantidade de transferência de calor (energia) e mensurar o quanto é absorvido pela água, evitando que a bexiga estoure, conforme mostra a figura [6.10].

Figura 6.10 – Apresentação do experimento pelos alunos



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

#### 6.1.6. Experimento 6: Balão na garrafa

Os alunos trouxeram de suas casas bexigas (balões de borracha), acoplaram esses balões em garrafas de vidro, para serem colocadas em recipientes com água quente.

##### Materiais necessários:

- Balão de borracha (balão de festa infantil)
- Água quente
- Vasilha de plástico
- Garrafa de vidro

Figura 6.11 – Materiais utilizados na confecção do experimento do balão na garrafa



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

### **Procedimento de montagem**

Encher uma garrafa parcialmente com água quente, logo após esticar um balão de borracha em seu gargalo. Ou ainda, como é o caso de nosso experimento, esticar o balão no gargalo de uma garrafa vazia e, posteriormente, colocá-la em uma bacia com água quente, que o balão infle, como é apresentado na figura [6.12].

Figura 6.12 – Apresentação do experimento pelos alunos



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

### 6.1.7. Experimento 7: Isolante térmico

A professora-orientadora disponibilizou aos estudantes cinco tipos de materiais: papel (jornal), plástico, papel alumínio e tecido. Foram concedidos aos alunos simultaneamente cinco cubos de gelo do mesmo tamanho e formato, a fim de que fossem envoltos nos materiais mencionados anteriormente. Uma vez embrulhados nestes materiais aguardou-se um tempo, enquanto preparamos outros experimentos, com a finalidade de comparar o quanto o gelo havia derretido em cada caso.

#### **Materiais necessários:**

- Tecido
- Jornal
- Plástico
- Papel alumínio
- Gelo

Figura 6.13 – Materiais utilizados para comparação de isolantes térmicos



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

### Procedimento de montagem

Envolva cada material em uma pedra de gelo, aguarde um período e compare o tamanho das pedras de gelo para saber qual dos materiais mais permitiu a troca de calor com o meio externo, conforme é mostrado na figura [6.14].

Figura 6.14 – Troca de calor entre diferentes materiais



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

### 6.1.8. Experimento 8: Derretendo gelo com sal

A professora-orientadora disponibilizou aos estudantes algumas pedras de gelo e sal de cozinha ( $\text{NaCl}$  – Cloreto de Sódio), com o objetivo de promover a transição da água do estado sólido (gelo) para seu estado líquido.

#### Materiais necessários:

- Sal ( $\text{NaCl}$ )
- Gelo

Figura 6.15 – Cubos de gelo e cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ )



Fonte: montagem feita pela autora.

#### Procedimento de montagem

Este experimento consiste em jogar sal de cozinha sobre pedras de gelo, fazendo-os mudar seu estado físico, conforme é mostrado na figura [6.16].

Figura 6.16 – Derretendo gelo à base de  $\text{NaCl}$



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

### 6.1.9. Experimento 9: Aquecendo naftalina

Os alunos trouxeram de suas casas o naftaleno  $C_{10}H_8$ , popularmente conhecido como naftalina e comercializado em farmácias e supermercados como repelentes a insetos e pragas. Os demais materiais utilizados na realização deste experimento foram cedidos pela professora-orientadora: funil de vidro, vidro relógio, vidro da boca larga, becker, pinça e recipiente contendo água.

Figura 6.17 – Naftalina em formato de cristais brancos



Fonte: <https://clubedaquimica.com/2021/06/05/quais-sao-os-riscos-do-naftaleno-naftalina/>.

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Naftalina
- Funil de vidro
- Vidro relógio
- Vidro boca larga
- Becker
- Pinça
- Recipiente com água

#### **Procedimento de montagem**

Dentro do Becker foram colocadas três bolinhas de naftaleno. O becker deve ser fechado, para tal fim, utilizamos o vidro do relógio como tampa. Em seguida, aqueça o becker,

até que a naftalina passe do estado sólido para o gasoso. Ainda podemos aquecê-lo sem que se torne em vapor.

O passo seguinte consiste no resfriamento do becker, o qual deve ser colocado em uma vasilha com água, fazendo com que a naftalina retorne ao estado sólido. Assim, é possível que se verifique quatro mudanças de fase: Fusão – quando a naftalina foi aquecida; Ebulição – quando a naftalina evaporou; Solidificação – quando a naftalina foi resfriada e Sublimação – quando foi resfriado o vapor.

#### **6.1.10. Experimento 10: Percevejos na barra metálica**

Os prendedores de madeira, a barra metálica, as parafinas, a vela, isqueiro/fósforo e os percevejos foram disponibilizados aos alunos pela professora-orientadora.

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Prendedor de madeira
- Barra metálica
- Parafinas
- Vela
- Isqueiro/fósforo
- Percevejos

Figura 6.18 – Pinça para tubo de ensaio de madeira



Fonte: <https://www.didaticasp.com.br/pinca-para-tubo-de-ensaio-de-madeira-18cm>.

### Procedimento de montagem

Os percevejos devem estar presos à barra metálica com parafina de vela. Deve-se aquecer a barra, de tal maneira que ela vá derretendo a parafina e derrubando os percevejos, como mostra a figura [6.19], logo abaixo:

Figura 6.19 – Demonstração experimental da condução térmica



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

#### 6.1.11. Experimento 11: Cachoeira de fumaça

A professora-orientadora disponibilizou à turma os materiais necessários para a montagem do experimento: garrafa PET de 2L (dois litros), folhas de papel A4, estilete e isqueiro/fósforo.

#### Materiais utilizados para realização do experimento

- Garrafa PET
- Papel A4/folha de caderno
- Estilete
- Isqueiro/fósforo

Figura 6.20 – Apresentação da cachoeira de fumaça à classe

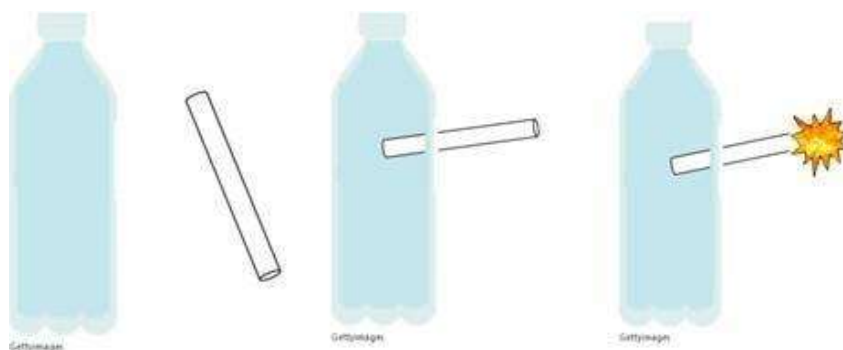


Fonte: Arquivo pessoal da autora

### **Procedimento de montagem**

Primeiramente deve-se, com o auxílio de um estilete ou uma tesoura, fazer um orifício na parte superior da garrafa plástica. Posteriormente, faz-se um canudo com uma folha de caderno ou papel sulfite. Logo em seguida, deve-se queimar a parte externa do canudo de papel, onde parte da fumaça é direcionada para o interior da garrafa, que se resfria, tornando-se mais densa que o ar contido no interior da garrafa plástica, propiciando o escoamento laminar da fumaça no interior da garrafa, como ilustra a figura [6.21].

Figura 6.21 – Modelo utilizado para a confecção do experimento



Fonte: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/7ano/ciencias/a-natureza-muda-a-atmosfera/2231>.

### 6.1.12. Experimento 12: Cata-ventos

Todos os materiais utilizados neste experimento foram disponibilizados pela professora-orientadora: folha de papel A4, tesoura, compasso, régua, isqueiro, vela e linha de costura.

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Folha de papel sulfite A4
- Tesoura
- Linha de costurar roupa
- Compasso
- Régua
- Isqueiro e vela

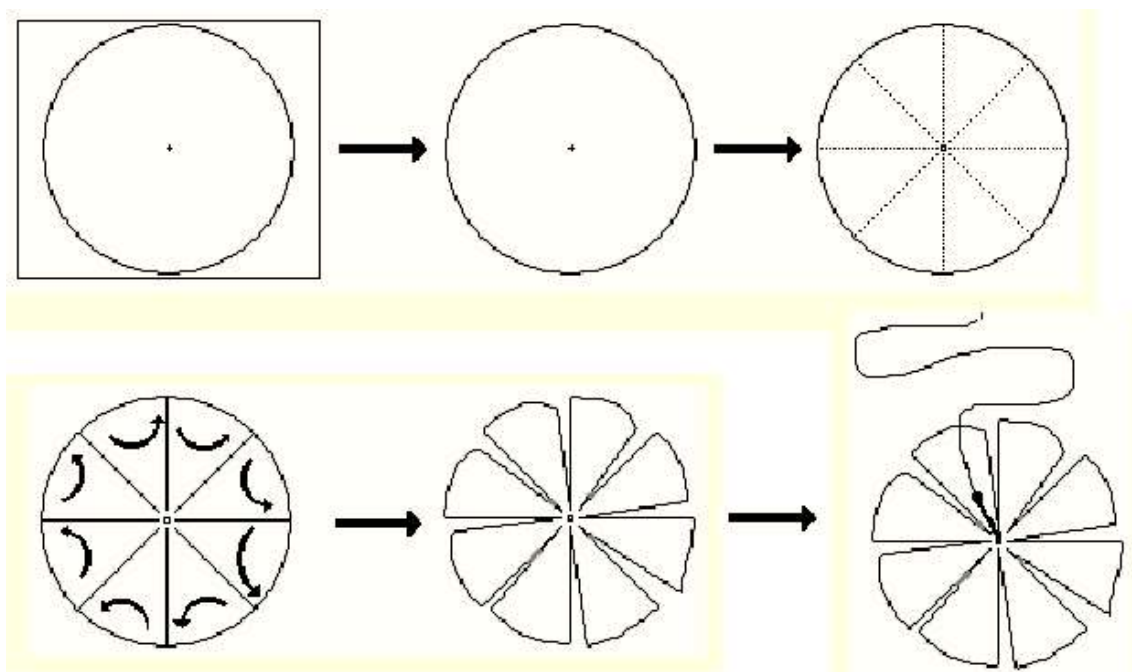
Figura 6.22 – Demonstração do experimento do cata-ventos



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

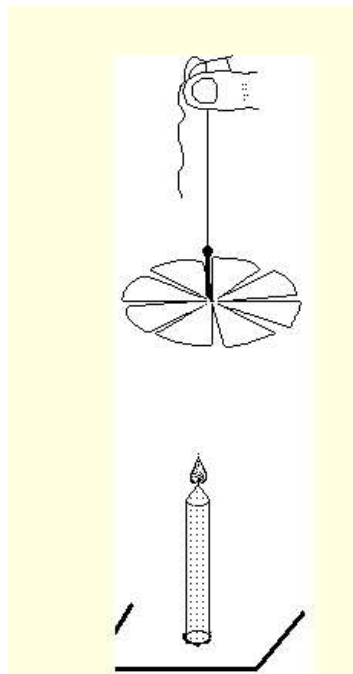
Para realização do experimento usamos o molde das figuras [6.23] e [6.24], a seguir:

Figura 6.23 – Molde para confecção do cata-vento



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte10.htm>.

Figura 6.24 – Esquema de montagem do experimento



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte10.htm>.

Caso queiramos verificar o processo de convecção oriundo, nesse caso, do aquecimento da massa ar por meio de uma vela, tornando-o menos denso, fazendo-o movimentar-se.

### 6.1.13. Experimento 13: Experimento da vela

Neste experimento, bem simples de ser executado, onde a pessoa deve colocar suas mãos para serem aquecidas por uma vela, utilizamos uma vela e um isqueiro, utilizados anteriormente em outras atividades.

Figura 6.25 – Irradiação térmica com uso de uma vela



Fonte: <https://videohive.net/item/palm-hands-warming-from-burning-candle/32893362>.

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Vela
- Isqueiro

### 6.1.14. Experimento 14: Experimento do ovo na garrafa

**Conceitos e definições:** Sistemas termodinâmicos e estudo dos gases

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Uma garrafa de vidro com o gargalo grande
- Um ovo cozido e sem casca
- Fósforos

#### **Procedimento de montagem**

A garrafa de vidro funcionará como um sistema termodinâmico aberto, de tal sorte que, quando colocamos palitos de fósforo acesos dentro da garrafa, uma certa quantidade de ar é aquecida e fração do oxigênio ali contido é consumida, em função da combustão. Ao

colocarmos o ovo cozido e descascado na boca da garrafa, faz com a garrafa seja vedada, evitando a passagem do ar (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009).

Figura 6.26 – Fases do experimento do ovo na garrafa



Fonte: <https://mozenga.com/post/64/experimento-de-sala-de-aula-colocar-ovo-na-garrafa/>.

À medida que o ar no interior da garrafa esfria, a pressão aumenta, pois, conforme nos mostra a equação [5], a temperatura de um gás é inversamente proporcional à pressão. O ovo cozido, que está vedando a passagem de ar, é maleável e, em dado momento, devido à intensa pressão no interior da garrafa, é impelido a entrar na garrafa, para que, assim, o equilíbrio no interior da garrafa seja restabelecido.

Figura 6.27 – Realização do experimento ovo na garrafa



Fonte: arquivo pessoal do autor.

## 6.2. PROJETO GOIÁS-TEC NO ENSINO MÉDIO

Os estudantes devidamente matriculados no Programa Goiás – Ensino Médio ao Alcance de Todos (Goiás TEC) tem como pressuposto o suporte aos alunos regularmente matriculados no ensino regular, com aulas no turno matutino por meio de mediação tecnológica. A principal plataforma pedagógica utilizada pelos professores de estúdio são as videoaulas gravadas no *youtube*, a qual é disponibilizada aos mediadores e posteriormente aos alunos.

O projeto conta com professores de estúdio em várias áreas do saber e estes, para melhor acesso por parte dos estudantes, deixam aulas gravadas disponibilizadas na plataforma e interagem com os alunos por meio das seguintes redes sociais: *Chats*, *Instagram* ou através do professor mediador.

Porquanto, o Goiás TEC vai ao encontro às exigências da constituição de 1988, que, no artigo 205, estabelece, que a “educação é direito de todos”, sendo o ensino, conforme o artigo 206, incisos I e VII, ministrado em “igualdade de condições para o acesso e permanência na escola” com “garantia de padrão de qualidade”.

A Lei que regulamenta a implementação do Programa Goiás TEC no estado de Goiás é a Lei Nº 20.802, de 08 de julho de 2020. Que prevê o uso de ferramentas tecnológicas no Ensino Médio e aulas ministradas em estúdios, com o devido acompanhamento docente.

A análise dos dados se deu por meio de avaliações diagnósticas, que foram realizadas antes das aulas; e provas após a ministração dos conteúdos em calorimetria. Assim, podemos comparar o grau de evolução de aprendizagem de cada aluno. Portanto, à luz da teoria da aprendizagem de David Ausubel, foi possível, ainda que de forma bem específica, mensurarmos a aprendizagem de uma turma de segunda série do ensino médio em calorimetria.

## 6.3. RESULTADOS OBTIDOS

No início das atividades do desenvolvimento do Produto Educacional na unidade escolar (abril/2022) foram aplicadas avaliações diagnósticas de natureza quantitativa e qualitativa aos doze alunos participantes, cujos objetivos foram mensurar os níveis de assimilação de conceitos de calorimetria, a coleta de dados numéricos dos resultados obtidos e a percepção da eficiência da metodologia de ensino aplicada para comparação futura como aqueles que foram obtidos ao

término da pesquisa, ou seja, se houve uma ressignificação dos conhecimentos adquiridos a partir das atividades experimentais realizadas.

No momento em que iniciamos a pesquisa, o rendimento de alguns alunos em avaliações, tanto internas quanto externas, que tratam de conteúdos relacionados à calorimetria eram abaixo do esperado para essa etapa de ensino. Cerca de 42% dos alunos não atingiram a nota mínima nos conteúdos relacionados à calorimetria, cujo método de ensino adotado, era o tradicional, cuja ênfase é a transmissão do conteúdo.

De acordo com a pesquisa aproximadamente 84% dos estudantes consideraram o método de ensino por transmissão ineficiente e atribuíram a ele boa parte de seu insucesso escolar. Os outros 16% faz parte do grupo que consideram o método de ensino um fator não decisivo em seu desempenho acadêmico, e associam a isso outras variáveis importantes, como estudos adicionais em casa, participação nas atividades propostas em sala de aula, interesse e disposição para aprender independentemente do método de ensino adotado pela Unidade Escolar ou professor.

Ao término das atividades propostas do Produto Educacional, foram aplicadas outras duas avaliações diagnósticas similares à primeira, com semelhanças, objetivos e finalidades análogas às daquelas.

Da análise dos dados, nota-se que cerca 92% dos alunos, após a mudança de metodologia, atingiram a média mínima de 6,0 pontos para a aprovação estabelecida como meta pela Unidade Escolar. Nessa avaliação quantitativa, somente 1 aluno (8%) não atingiu a nota mínima, enquanto 11 alunos atingiram e/ou superaram esse patamar.

Os resultados melhorados obtidos pela maioria dos estudantes na avaliação diagnóstica quantitativa aplicada após a realização de experimentos propostos no Produto Educacional contribuíram para que a percepção da eficiência da metodologia de ensino aqui utilizada comparada ao método tradicional de ensino, com ênfase no professor e não no aluno, tenha sido tão expressiva. É importante ressaltarmos que a metodologia aqui empregada para esta amostra específica foi mais eficaz que às demais metodologias, principalmente ao Ensino Por Transmissão. No entanto, não existe um método melhor ou pior que outro, a eficiência ou ineficiência de uma metodologia varia segundo os objetivos esperados e o público alvo, pois cada método possui suas vantagens e limitações. No entanto, Podemos inferir que para essa amostra de alunos, cuja maioria até aquele momento, nunca havia tido a oportunidade de pesquisar, desenvolver e realizar uma atividade prática em qualquer disciplina do currículo escolar, a metodologia de ensino baseada na experimentação como motivação, propiciou o objetivo almejado: alunos mais proativos, críticos, participativos nas aulas, interessados em

aprender e, sobretudo, com uma capacidade melhorada de assimilar conceitos de temas relacionados à Física e de dar significado aos conceitos físicos estudados na escola aplicados em situações de seu cotidiano.

Antes da aplicação do Produto Educacional, aproximadamente 42% dos discentes tinham notas abaixo de 6,0 pontos e, 58% notas iguais e/ou superiores a 6,0 pontos. Esse cenário mudou após a aplicação do Produto Educacional: 8% obtiveram notas abaixo de 6,0 pontos e, 92 % notas superiores a 6,0 pontos. Assim, podemos inferir que a metodologia de ensino baseada na experimentação contribuiu de forma significativa para que houvesse aumento no número de alunos com notas maiores que a nota 6,0. Para essa amostra de alunos que participaram do desenvolvimento do Produto Educacional, a metodologia de ensino baseado em atividades práticas mostrou-se mais eficiente para o ensino e aprendizagem de conteúdos de calorimetria do que o método tradicional de ensino.

Em termos percentuais, ocorreu um aumento expressivo na porcentagem de acertos, variando de um valor médio de 60% na primeira avaliação para uma média de 80% na segunda, representando um incremento de 34% no número de alunos que melhoraram seu desempenho na 2ª avaliação aplicada após o Produto Educacional.

Podemos inferir, a partir da análise dos dados estatísticos mostrados até aqui, que o método de ensino/aprendizagem baseado em experimentação foi mais eficiente como ferramenta pedagógica de ensino dos assuntos em calorimetria escolhidos para compor o Produto Educacional do que o método de ensino tradicional em aplicação na Unidade Escolar.

#### **6.4. AVALIAÇÃO PESSOAL ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Já nos primeiros contatos com os estudantes para dar início à inserção e desenvolvimento do Produto Educacional, testemunhamos as antigas práticas dos discentes em relação ao ensino de Física: desinteresse e apatia em estudar os conteúdos de calorimetria necessários à compreensão dos conceitos e, pessimismo e má vontade em desenvolver as atividades experimentais que exigiram providenciar os materiais necessários e habilidades manuais para confeccioná-los. À medida que o produto educacional foi sendo desenvolvido, na última semana de abril quando os experimentos começaram a ser montados, percebemos uma considerável melhora no tocante à curiosidade e interesse dos estudantes, não somente em relação aos conteúdos de calorimetria, mas também em relação aos demais assuntos de Física trabalhados na Unidade Educacional. Por ocasião dos contrapontos das devolutivas das provas quantitativas e dos questionários, boa parte dos discentes apresentaram um comportamento bem

diferente daquelas presenciadas anteriormente, em situação similar: mostraram-se atenciosos nas explicações do professor-orientador e interessados em compreender os porquês de seus erros nas avaliações.

Frente ao modelo educacional vigente, a aula expositiva (Ensino Por Transmissão), notamos que a proposta de uma educação que valoriza o conhecimento prévio do aluno, respeitando seus saberes (FREIRE, 1997), possibilita maior relação entre o alunado e os temas propostos pelo professor, pois, assim, o educando se sente parte da construção do conhecimento (AUSUBEL, 1968).

Partindo de uma perspectiva qualitativa, concluímos que o método de ensino baseado em atividades experimentais causou uma mudança positiva na interação dos estudantes durante as aulas. No que diz respeito aos resultados quantitativos obtidos pelos discentes na segunda avaliação aplicada em junho, num primeiro momento é possível afirmarmos que essa metodologia de ensino comparada ao Ensino Por Transmissão, produziu resultados satisfatórios.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante dos resultados melhorados nas avaliações qualitativas e da observação de uma mudança considerável, levando em consideração que trabalhamos com uma turma com um número reduzido de alunos, se comparado ao normal, dos Conteúdos Conceituais – o que é preciso saber, os pré-requisitos elementares à aprendizagem de um novo conteúdo –; dos Conteúdos Procedimentais – como fazer –; e dos Conteúdos Atitudinais – os que admitem ser, o que permite que os alunos aprendam conceitos de maneira significativa na escola – dos alunos, é recomendado a difusão do método de ensino aqui abordado nas escolas, especialmente das redes públicas, onde a carência e o déficit são maiores (AUSUBEL, 1968).

Embora o conjunto de dados utilizados para o desenvolvimento do presente Produto Educacional ter sido bem reduzido, foi possível obter dados relevantes relativos às atividades experimentais, estas quando devidamente planejadas e bem orientadas, tendo a seriedade por parte dos alunos e professor, propiciar resultados satisfatórios no processo de aprendizagem por parte de alunos, no entanto, não basta apenas realizar atividades experimentais em sala de aula, para que não caia no lúdico, o experimento pelo experimento, sem finalidade pedagógica. À parte isso, este tipo de atividade aproxima professor e aluno, interferindo diretamente na aprendizagem significativa do aluno, que é o centro da atividade educativa.

A aproximação aluno-professor permite que o ator mais experiente (educador) crie situações favoráveis à mudança e incorporação dos conceitos por parte do educando e aponte o melhor caminho a uma aprendizagem sólida e significativa ao discente. Pois, para Ausubel (1965) o contato entre os conhecimentos prévios e aquilo que o aluno está pronto para aprender é inerente a uma aprendizagem com significado.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. **A evolução do ensino de Física no Brasil** (2ª parte). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.2, n.1, p. 55-73, 1980.
- ALVES, G. L. **O trabalho didático na escola moderna: formas históricas**. Campinas: Autores Associados, 2005.
- ALVES, A.; OLIVEIRA, L. F. **Conexões com a história**. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2013.
- ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.
- AMARAL, L. O. F.; SILVA, A. C. **Trabalho Prático: Concepções de Professores sobre as Aulas Experimentais nas Disciplinas de Química Geral**. *Cadernos de Avaliação*, Belo Horizonte, v.1, n.3, p. 130-140. 2000.
- AUSUBEL, D. **A cognitive structure view of word and concept meaning**. In R. C. Anderson e D. Ausubel. *Readings in the Psychology of Cognition*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965.
- AUSUBEL, D. **Educational Psychology: cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BORGES, A. TARCISO. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, dez. p. 09-31, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607> Acesso em: 01 fev. 2021.
- BONDÍA, J. L. **Notas sobre a experiência e o saber de experiências**. *Revista Brasileira de Educação*. n.º.19, 2002.
- BOULTONE, M., & Watt, J. (1788). **Rotative steam engine by Boulton and Watt, 1788**. *Science Museum Group*.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional**. Ministério de Educação e Cultura. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 2000. Brasília: MEC. 2000.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, MEC/SEF. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 01 fev. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia.** Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2002.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional.** Ministério de Educação e Cultura. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 2000, Brasília: MEC, 2000.

COELHO, L. M.; MARQUES, A. J.; SOUZA, D. G. de. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de História.** Revista Educação Pública, v. 19, nº 31, 26 de novembro de 2019.

DISTLER, R. R. **Contribuições de David Ausubel para a Intervenção Psicopedagógica.** Rev. Psicopedagogia, v, 32, p.191-199, 2015.

FRANCISCO FILHO, G. **A educação brasileira no contexto histórico.** Campinas, SP: Alínea, 2001.

GIL, E. D., & SAVI, A. A. **Segunda Lei da Termodinâmica.** Algumas relações com o cotidiano. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 1, 2009.

GOUVEIA, M. S. F. **Cursos de ciências para professores do 1º grau: elementos para uma política de formação continuada.** Campinas, 1992. (tese de doutorado).

GUIMARÃES, L. R. **Atividades para aulas de ciências: ensino fundamental, 6º ao 9º ano.** Em Série professor em ação (p. 1-112). São Paulo: Nova Espiral, 2009.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.** 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo, EPU/Edusp, 1987.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1993.

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

MOREIRA, M. A. (2000). **Aprendizaje significativo: teoría y práctica.** Madrid: Visor.

MOREIRA, M., & LEVANDOWSKI, C. E. **Diferentes Abordagens ao Ensino de Laboratório.** (1 ed., Vols. 1-118). Da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.** In: UFRGS, Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo, Editora Moraes, p. 61-73, 1995.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro Editora, 2010.

PER CHRISTIAN, B. **Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de química.** Revista Eixo. 1. 10.19123/eixo.v1i1.53, 2012.

PIRES, D. L., AFONSO, J. C., & CHAVES, F. A. **A termometria nos séculos XIX e XX.**

Revista Brasileira de Ensino de Física, jan 2006, p.101-114.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos parâmetros curriculares a uma compreensão para o ensino das ciências.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

RONCA, A. C. C. **Teorias de Ensino:** A Contribuição de David Ausubel. Temas da Psicologia, n.3, p.91-95, 1994.

SCHÖN, Donald A. **Formar professores como profissionais reflexivos.** In: NÓVOA, António (Coord.). Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SERÉ, M. G., COELHO, S. M., & NUNES, A. D. (2003). **O papel da experimentação no Ensino da Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2003, p.30-42.

VYGOSTKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes. Paidós. 1987.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., **FÍSICA II – TERMODINÂMICA & ONDAS**, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO  
INSTITUTO DE FÍSICA DE CATALÃO (IFC)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**AQUECENDO O CONHECIMENTO NAS AULAS DE  
TERMOLOGIA: DA TEORIA À PRÁTICA EXPERIMENTAL**

Parte integrante da dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Catalão.

Letícia Francisca de Almeida Nestali (Mestranda em Ensino de Física)

Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha (Orientador)

## **APRESENTAÇÃO**

Caro(a) Professor(a):

O material apresentado foi desenvolvido por Letícia Francisca de Almeida Nestali, mestranda do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal de Catalão, sob a orientação do professor Dr Jalles Franco Ribeiro da Cunha.

A elaboração e execução deste material foi parte integrante da dissertação intitulada “Aquecendo o conhecimento nas aulas de termologia: Da teoria à prática experimental”.

O produto é destinado a professores de Física do Ensino Médio, mas pode ser usado pelo público em geral e sua reprodução é livre, desde que sejam conferidos os devidos créditos a autora.

## Sumário

<b>1</b>	A quem se destina o Produto Educacional .....	5
<b>2</b>	Justificativa para o desenvolvimento do Produto Educacional .....	6
<b>3</b>	Atividades propostas.....	6
<b>3.1</b>	Atividades propostas para a primeira etapa do Produto Educacional.....	6
<b>4</b>	Avaliação diagnóstica qualitativa (questionários) e quantitativa (prova) .....	8
<b>5</b>	Atividades propostas para a segunda etapa do Produto Educacional .....	9
<b>5.1</b>	Roteiro de desenvolvimento das atividades da segunda etapa.....	10
<b>6</b>	Discussão pós projeto .....	31
<b>7</b>	Considerações finais .....	34
	Referências .....	35
	Apêndice B (Questionários).....	36

## 1. A QUEM SE DESTINA O PRODUTO EDUCACIONAL

Este trabalho direciona-se aos professores de Física do nível médio, em especial da rede pública, que buscam ressignificação em suas práticas docentes e, principalmente, àqueles procuram ensinar conceitos relacionados a calor de forma interativa, fugindo um pouco das metodologias tradicionais de ensino, a fim de despertar a curiosidade dos educandos em conhecer os princípios físicos que regem tecnologias inerentes ao seu cotidiano, por meio de Leis e Teoremas relacionados à calorimetria. Sua origem nasceu de uma enorme insatisfação oriunda do alto desinteresse por parte dos discentes em relação às aulas expositivas dialogadas de Física, cuja consequência é o baixo aprendizado, refletido nas avaliações internas e externas em assuntos relativos a calorimetria e a confusão feita por alunos entre o senso comum e os conceitos físicos. O seu desenvolvimento consiste em montar aparatos experimentais à base de materiais alternativos que exploram o tema, em conformidade com o referencial teórico com aplicações práticas de teoremas e conceitos de calor no dia a dia dos estudantes, e está fundamentado no modelo pedagógico proposto pelo pensador norte-americano David Ausubel, a Aprendizagem Significativa, cuja proposta é que todo aprendizado esteja associado à prática diária do aluno e, principalmente, aos saberes que o aluno leva à sala de aula, o qual é a montagem cognitiva para o aprendizado de novos saberes e sua aplicação na sociedade. O objetivo principal deste trabalho é a sugestão de um método pedagógico que gere nos alunos vontade de aprender ciências, alfabetizando-os cientificamente, por meio de atividades práticas em pequenos grupos, que lhes dê condições de avaliar hipóteses científicas e sua coerência, ler matemática e simbolicamente Teoremas, Leis e conceitos, manipular objetos, comunicar-se corretamente, seja por escrita ou oralmente, acerca de um fenômeno, baseado no ensino de Física. Porquanto, este Produto Educacional objetiva em sua essência avaliar as potencialidades e limitações pedagógicas de uma proposta de ensino que explore variados recursos didáticos e culmine numa participação mais efetiva dos alunos durante as aulas, cujo destaque está na montagem de aparatos experimentais, com materiais alternativos, também chamados de baixo custo, a determinados conteúdos de calorimetria que entendemos ser importantes.

## **2. JUSTIFICATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Os documentos oficiais que versam e regulamentam a Educação Nacional, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), relatam duas condições essenciais no ensino de Ciências: atividades práticas e contextualização. Experimentos com materiais de fácil acesso possibilitam que o ensino de física aconteça de forma participativa e descontraída. Em concordância com os documentos anteriormente mencionados, nossa proposta tem a finalidade de investigar a eficácia da metodologia de ensino fundamentada na experimentação comparado ao método tradicional de ensino, cuja ênfase é a aula baseada na exposição descontextualizada de conteúdos. O campo de aplicação e análise dessa metodologia de ensino-aprendizagem foi um grupo de doze alunos de uma turma do Segundo ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Gilberto Arruda Falcão, localizado no distrito de Santo Antônio do Rio Verde, município de Catalão, no interior do estado de Goiás. A esses estudantes foi proposto uma série de treze atividades experimentais abordando alguns conteúdos de calorimetria, as quais foram sendo desenvolvidas ao longo de três meses, no primeiro semestre de 2022. Os conteúdos de calorimetria abordados em sala de aula foram: Termometria, temperatura, calor, dilatação térmica, calor específico e capacidade térmica. Todos os alunos participaram de todas as atividades, e a estes foram aplicadas avaliações de natureza qualitativas e quantitativas, anterior e posteriormente à aplicação do produto educacional, por meio dos dados coletados através das avaliações usaremos como critério de comparação entre as duas metodologias aplicadas.

## **3. ATIVIDADES PROPOSTAS**

O desenvolvimento das atividades que compõem esse Produto Educacional foi previamente acordado com os gestores da escola, que acompanharam, via coordenação pedagógica, toda sua implantação.

### **3.1. ATIVIDADES PROPOSTA PARA A PRIMEIRA ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL**

As atividades propostas nessa etapa de desenvolvimento do Produto Educacional aconteceram durante as aulas regulares dos estudantes, a saber, no matutino, e consistiu basicamente em apresentar a proposta de seu desenvolvimento aos discentes e das aplicações de avaliações diagnósticas, de cunho qualitativo, acerca dos conceitos relativos à calorimetria.

O quadro [1] mostra o cronograma proposto. A exposição dos conteúdos abordados no Produto Educacional foi realizada por meio de duas metodologias: tradicional de ensino – aula dialogada, fundamentada no livro texto, resolução de exercícios fechados, uso de quadro e giz ou projetor para abordar determinados temas; a outra metodologia foi a utilização de aulas práticas, de natureza demonstrativa. No decorrer das aulas foram tratadas curiosidades envolvendo os conceitos de calorimetria, como, por exemplo, a brisa marítima; foram passados pequenos vídeos e mostradas imagens de aplicações tecnológicas dos conteúdos abordados encontradas no cotidiano dos alunos. Por fim, foram passados exercícios à turma, afim de sondarmos os conhecimentos assimilados pela turma.

Os questionários diagnósticos e o teste de conhecimentos prévios foram aplicados e, posteriormente, a professora-orientadora deu um *feedback* à turma quanto à sua percepção acerca da classe.

Quadro 1 – Cronograma de atividades do produto educacional

<b>Atividade</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Duração</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do projeto;</li> <li>- Aplicação dos questionários.</li> </ul>	Avaliar a percepção dos alunos acerca da apresentação do Produto Educacional e a aceitação da turma em relação à proposta de trabalho.	1 aula (50 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula teórica: termometria;</li> <li>- Aplicação de experimento demonstrativo: sensação térmica;</li> <li>- Discussão.</li> </ul>	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em termometria. Aplicar uma atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	2 aulas (100 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula teórica: expansão térmica (dilatação);</li> <li>- Aplicação de experimentos: dilatação;</li> <li>- Discussão.</li> </ul>	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em dilatação térmica. Aplicar uma atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	3 aulas (150 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula teórica: calorimetria;</li> <li>- Aplicação de experimentos: calorimetria (absorção de calor, isolante térmico);</li> </ul>	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em calorimetria. Aplicar uma	2 aulas (100 minutos)

- Discussão.	atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	
- Aula teórica: mudança de estado de agregação; - Aplicação de experimentos: estados físicos; - Discussão.	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em estados físicos da matéria. Aplicar uma atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	2 aulas (100 minutos)
- Aula teórica: transmissão/transferência de calor; - Aplicação de experimentos: processos de transmissão de calor; - Discussão.	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em transferência de calor. Aplicar uma atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	3 aulas (150 minutos)
- Aula teórica: Lei geral dos gases; - Aplicação de experimentos: transformações: isotérmica, isobárica e isocórica; - Discussão.	Sondar os conhecimentos prévios dos alunos em estudo dos gases. Aplicar uma atividade prática e discutir os conceitos abordados nesta aula.	2 aulas (100 minutos)
- Encerramento; - Aplicação de questionários.	Recolher os questionários finais e realizar discussão sobre as aulas experimentais.	1 aula (50 minutos)
<b>Total</b>		<b>16 aulas de 50 minutos cada</b>

Fonte: autora (2021)

#### 4. AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS QUALITATIVA (QUESTIONÁRIO) E QUANTITATIVA (PROVA)

Concluída a primeira etapa do Produto Educacional, foi aplicado um questionário (Apêndice B) de natureza qualitativa, a fim de diagnosticarmos a percepção dos estudantes

acerca dos conceitos e conteúdos abordados e a respectiva assimilação aos conteúdos de calorimetria, a todos os alunos envolvidos com o desenvolvimento do Produto Educacional na unidade escolar. Os questionários aplicados, tanto anterior quanto posteriormente, ao Produto Educacional objetivaram avaliar o quanto os alunos assimilaram os conceitos referentes à calorimetria, frente ao que trouxeram à sala de aula em suas experiências de vida, por meio desta metodologia, baseada na experimentação e aula expositiva dialogada. Durante a avaliação qualitativa os alunos não puderam utilizar nenhuma fonte de consulta referente aos conteúdos de calorimetria. A atividade foi realizada individualmente com duração de 1 h (uma hora). Depois de mensurados os resultados das avaliações aplicadas ao grupo, os dados de desempenho serviram de parâmetro de comparação entre antes e depois da aplicação do Produto Educacional.

## **5. ATIVIDADES PROPOSTAS PARA A SEGUNDA ETAPA DO PRODUTO EDUCACIONAL**

As atividades propostas para a segunda etapa ocorreram durante o desenvolvimento do Projeto Goiás TEC – Ensino Médio, tendo em vista que foi necessário um período maior, comparado ao planejamento tradicional, para a realização destas atividades. Cada grupo, obrigatoriamente, teve que se reunir com o professor-mediador, por duas vezes, a fim de sanar quaisquer dúvidas acerca do conteúdo e receber orientações relacionadas à montagem dos experimentos, fenômenos físicos envolvidos nos experimentos e dicas de como apresentá-los à classe. Quando necessário, os alunos solicitaram novos encontros com o professor-mediador. Em média, cada grupo se reuniu com o orientador cerca de três vezes, aproximadamente três horas por equipe, para finalizar essa fase do Produto Educacional. Esta etapa teve duração de trinta e duas horas. Foi dado aos alunos autonomia para se reunirem e dividirem os grupos segundo suas preferências pessoais e afinidades. A realização dos experimentos ficou da seguinte forma:

- 1º Dia: Experimento de John Locke e Termômetro caseiro
- 2º Dia: Chave e cadeado, dupla face e experimento do balão na garrafa aquecida.
- 3º Dia: Balão à prova de fogo e isolante térmico
- 4º Dia: Derretendo gelo com sal e aquecendo naftalina
- 5º Dia: Experimento do balão Percevejos na barra metálica, cachoeira de fumaça, máquina térmica e experimento da vela

➤ 6º Dia: Ovo na garrafa

## 5.1 ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA SEGUNDA ETAPA

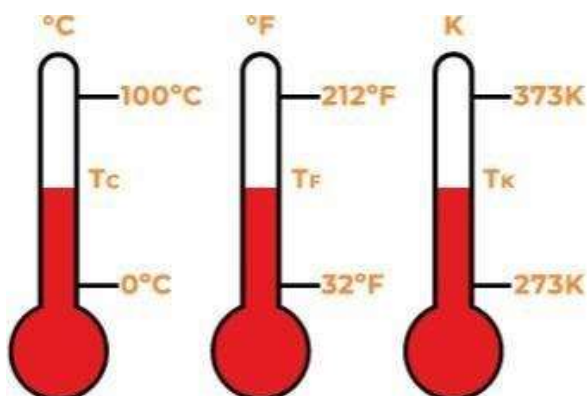
### 1º Dia: Termômetro caseiro e Sensação térmica

**Conceitos e definições:** Temperatura e calor

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: Construção de um termômetro caseiro à base de materiais alternativos e diferenciação entre calor, temperatura e sensação térmica (OLIVEIRA et al., [s. d.]).

No estudo da termometria, há uma grandeza muito importante: temperatura. Que é aferida por meio da dilatação de um líquido no interior de um tubo. As principais escalas termométricas são: Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Antes de estudarmos as leis que regem a calorimetria, é necessário compreendermos essa grandeza (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009).

Figura 1 – Representação gráfica das principais escalas termométricas



Fonte: <https://realizeeducacao.com.br/blog/escalas-termometricas/>

Podemos, matematicamente, relacionar as escalas da seguinte forma:

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} \quad (1)$$

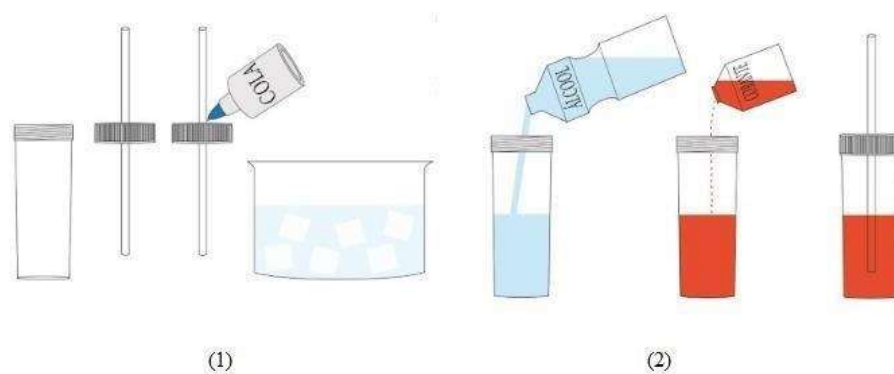
No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de temperatura é kelvin (k) (não é acompanhado do símbolo °, pois trata-se da temperatura absoluta). A equação [1], logo acima, relaciona as escalas Celsius (a mais utilizada no mundo), Fahrenheit (utilizada em boa parte do leste europeu e nos Estados Unidos) e a escala absoluta.

### Materiais utilizados para a realização do experimento

- Garrafa plástica de 600 mL;
- Massa modelar ou cola;

- Estilete;
- Canudo plástico transparente;
- Termômetro digital;
- Álcool;
- Corante alimentar vermelho;
- Recipientes com água quente e fria.

Figura 2 – Demonstração de como montar o artefato



Fonte: <https://sites.google.com/site/professorgustavolemos/atividades-desenvolvidas/construindo-um-termometro?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>

A figura [2] ilustra quais os passos necessários para a confecção do termômetro caseiro. Já a figura [3] mostra a realização e apresentação do experimento à turma.

Figura 3 – Foto da apresentação do termômetro caseiro

### Procedimento de montagem



Fonte: arquivo pessoal do autor.

- Misture água e álcool na mesma proporção (cerca de 75 mL de cada);

- Adicione algumas gotinhas de corante vermelho à solução;
- Coloque o canudo transparente na garrafa, sem que ele chegue ao fundo;
- Passe argila ao redor do canudo para vedar a garrafa;

Após a montagem do experimento, os alunos verificaram o funcionamento do termômetro, colocando-o em um recipiente com água quente e, posteriormente, colocou-o na água fria, a fim de comparar os fenômenos físicos. Usando três vasilhas com águas, quente, morna e fria, respectivamente, foi trabalhado os conceitos de equilíbrio térmico e sensação térmica.

Pode dividir a turma em dois grupos de seis alunos cada e, para instigar os estudantes, pergunta-lhes acerca de conceitos como: calor e temperatura, dando-lhes exemplos no cotidiano. Após a exposição da problemática, foi proposto o experimento, que consistiu em o aluno colocar, simultaneamente, a mão direita numa vasilha com água fria e a esquerda na água quente. E, para finalizar, ambas na água à temperatura ambiente.

Figura 4 – Demonstração da experiência



Fonte: SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Física**. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005, p.165. vol. único.

Nesta oportunidade pode aproveitar para estabelecer relações entre a história da ciência e a experimentação, explicando à turma que este experimento foi realizado por John Locke (1623-1704), a fim de estudar a transferência de calor. Assim que o experimento foi finalizado, foram levantadas as seguintes questões: O que aconteceu quando foram colocadas as duas mãos na água morna? O que foi sentido em cada mão? A mão direita recebeu ou perdeu calor? E a esquerda? Por acaso a temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão? (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

Figura 5 – Experiência de John Locke



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Num primeiro momento, houve um contraste de ideias, pois como poderia uma mão estar quente e outra fria simultaneamente? Poderia a água estar quente e fria ao mesmo tempo? Neste momento, foi-lhes apresentado os conceitos físicos de equilíbrio térmico e sensação térmica, levando-os do senso comum ao conhecimento científico (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

## **2º Dia: Chave e cadeado, dupla face e balão à prova de fogo.**

**Conceitos e definições:** Dilatação térmica e calor específico

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS:** Aquecimento de uma chave e resfriamento do cadeado; e enchimento de um balão com água e aquecimento do mesmo.

Os materiais, tanto sólidos quanto fluidos, quando submetidos a variações de temperaturas variam suas dimensões, chamada de dilatação e/ou expansão térmica. Quando o material é resfriado, chama-se de contração térmica (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Lâmina bimetálica
- Cadeado com chave
- Vela e fósforo

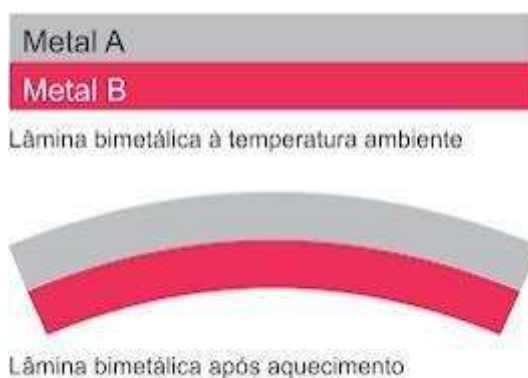
Figura 6 – Experiência do cadeado e da lâmina bimetálica



Fonte: arquivo pessoal do autor.

No experimento da figura acima, os alunos após terem aquecido a chave e resfriado o cadeado, tentaram abri-lo. Contudo, verificou-se que não era possível, pois suas dimensões haviam sido alteradas. Também na imagem [6], os alunos aqueceram uma lâmina bimetálica, observando seu encurvamento, em função da dilatação térmica.

Figura 7 – Demonstração de uma lâmina constituída de dois materiais distintos, antes e depois de serem aquecidos



Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/03/cursos-do-blog-respostas-0103.html>

De tal forma que relembremos a parte teórica estudada em sala de aula, conforme a equação [2] abaixo:

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

Onde:

$\Delta L$  – Variação do comprimento

$L_0$  – Comprimento inicial

$\alpha$  – Coeficiente de dilatação linear

$\Delta T$  – Variação de temperatura

Num segundo momento, a fim de estudarmos os fenômenos inerentes às propriedades caloríficas da água, propomos aquecer a água de um balão de festa infantil. Para este experimento foram necessários os seguintes materiais:

### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Balão de borracha (balão de festa infantil)
- Água
- Vela e fósforo

Figura 8 – Experiência do balão de borracha



Fonte: arquivo pessoal do autor.

### **Procedimento de montagem**

- Coloque uma pequena porção de água dentro do balão, em seguida infle o balão, amarrando a saída de ar
- Aqueça a água do balão por, aproximadamente, um minuto.

Logo em seguida foi perguntado aos alunos o que ocorreria se o balão estivesse cheio de ar e não de água. Unanimemente responderam que estouraria, e por que cheio de água não estoura? Porque a maior parte da energia (calor) é absorvida pela água. O calor específico da água vale  $c = 4,184 \frac{J}{K.g}$ , o que significa que são necessários 4,184 joules de energia para variar em 1 °C, de 14,5 °C a 15,5 °C, a temperatura de 1g de água. Se colocarmos pouca água no balão, ele

estoura? Alguns disseram que sim, outros não souberam responder. Então, diminuimos a quantidade de água no balão e, como era de se esperar, ele estourou. Assim, foi possível trabalhar a parte conceitual do problema, que, conforme apresenta a equação [3], é diretamente proporcional à quantidade de calor e inversamente proporcional ao produto da massa pela variação de temperatura ((YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (3)$$

Onde:

c – Calor específico

m – Massa do objeto

$\Delta T$  – Variação de temperatura

A unidade de medida do calor, no Sistema Internacional de Unidades, é o joule. No entanto, em nosso cotidiano, usualmente, encontramos a calorias (cal) e ainda, em determinados eletrodomésticos, BTU (Unidade Térmica Britânica). A relação de conversão entre estas unidades de medidas é dada abaixo (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009):

$$1 \text{ BTU} = 252,4 \text{ cal} = 1.055 \text{ J}$$

Já a capacidade calorífica é dada pelo produto entre a massa do corpo e seu calor específico, conforme a equação [4] a seguir. Assim, quanto maior a massa de água colocada no balão, mais calor será absorvido por ela (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009).

$$C = m \cdot c \quad (4)$$

Onde:

C – Capacidade térmica

m – Massa do objeto

c – Calor específico

Ainda submetemos o balão cheio de areia ao fogo, o qual estourou o balão, pois o calor específico da areia é cerca de 20% da água (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009). Não conseguindo reter o calor dirigido à borracha do balão.

### 3º Dia: Experimento do balão na garrafa aquecida e isolante térmico

**Conceitos e definições:** Estudo dos gases e condução térmica

Vimos que os sólidos quando submetidos à variação de temperaturas mantém seus tamanhos quase que inalterados. O mesmo ocorre com os líquidos. No entanto, os gases não possuem suas moléculas interligadas, fazendo com que, ao serem aquecidos, as moléculas se

desloquem em várias direções, pressionando aquilo que está ao seu redor. Ou seja, a pressão de um gás varia diretamente com a temperatura, conforme a equação [5] (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009)

$$PV = nRT \quad (5)$$

Onde:

P – Pressão

V – Volume

n – Número de mols

R – Constante dos gases ideias

T – Temperatura

A unidade de medida da constante dos gases, no Sistema Internacional de Unidades, é igual a

$$8,314 \frac{m^3 \cdot Pa}{K \cdot mol}$$

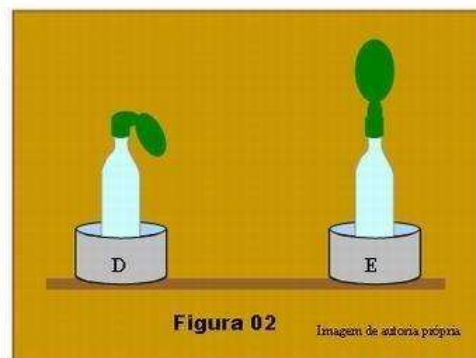
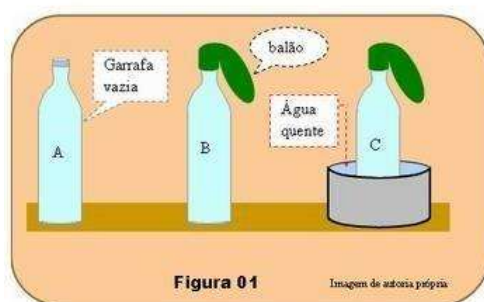
No entanto, principalmente na química, usa-se as seguintes medidas:

$$62,36 \frac{L \cdot mmHg}{K \cdot mol} \text{ e } 0,082 \frac{L \cdot atm}{K \cdot mol}$$

### Materiais utilizados para realização do experimento

- Balão de borracha (balão de festa infantil)
- Água quente
- Vela e fósforo

Figura 9 – Ilustração da montagem do experimento do balão de ar



Fonte:

[http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar\\_aula&aula=35615&secao=espaco&request\\_locale=es](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=35615&secao=espaco&request_locale=es)

Neste experimento, baseado no esquema ilustrativo da figura [9], os alunos conectaram o balão à boca da garrafa, que havia sido resfriada, e, posteriormente, colocaram-na em um

recipiente com água quente. A dilatação do ar fez com que o balão enchesse, conforme ilustra a figura [9,E].

Figura 10 – Demonstração da experiência da expansão do ar por parte dos alunos



Fonte: arquivo pessoal do autor.

As moléculas de ar estão o tempo todo colidindo nas coisas e exercendo pressão sobre elas. No caso do experimento acima relatado, antes de aquecermos o ar que estava no interior do balão, as moléculas internas criaram tanta força quanto as externas, mantendo o balão em estado de equilíbrio. No entanto, à medida que aquecemos as moléculas de ar dentro do balão, sua pressão aumenta, propiciando a expansão do gás até que entrasse em equilíbrio (ATKINS, DE PAULA, 2008).

### **Procedimento de montagem**

Encha uma garrafa parcialmente com água quente, logo após estique um balão de borracha em seu gargalo. Ou ainda, como é o caso de nosso experimento, estique o balão no gargalo de uma garrafa vazia e, posteriormente, coloque-o em uma bacia com água quente. Após pouco tempo o balão irá inflar.

Posteriormente, em um outro momento da aula, a fim de estudarmos as características e, na prática, vermos a eficácia dos materiais como isolantes térmicos, usamos cinco materiais (plástico, jornal, tecido e alumínio) para envolver gelo e, assim, observar qual destes melhor atuava como isolante térmico.

Figura 11 – Materiais utilizados como isolantes térmicos



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Figura 12 – Isolantes térmicos com a respectiva quantidade de gelo após o experimento



Fonte: arquivo pessoal do autor.

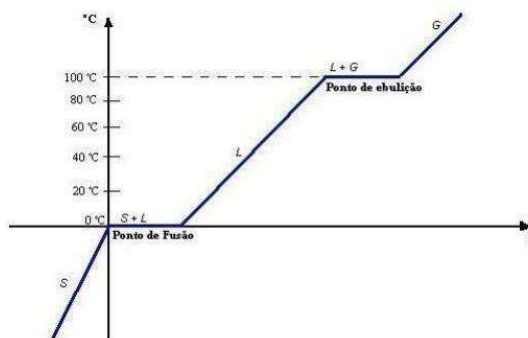
#### **4º Dia: Derretendo gelo com sal e aquecendo naftalina**

##### **Conceitos e definições:** Transição de fases

Jogar sal (cloreto de sódio – NaCl) no gelo faz com que ele derreta, porque a temperatura de fusão varia. Em condições normais a fusão do gelo ocorre em 0 °C, mas, quando se joga sal sobre o gelo, este processo ocorre a uma temperatura ainda inferior a 0 °C (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009). Segundo historiadores da ciência, esta descoberta foi feita por Daniel Fahrenheit, que chegou à seguinte conclusão: “que a temperatura necessária para congelar uma mistura de água, gelo e sal era de -32°C” (BOLTON, 1900). Na figura [13], logo

abaixo, vemos o diagrama que demonstra matematicamente a mudança da água ( $H_2O$ ) do estado sólido para o gasoso.

Figura 13 – Transições de estado físico da água. **S** indica sólido, **L** indica líquido e **G** indica gasoso



Fonte: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155560/000885902.pdf?sequence=1&isallowed=y>.

Outra forma, didaticamente mais interessante de ilustrar a transição de fases da água é mostrada na figura [14], a seguir:

Figura 14 – Diagrama das transições de fase da água



<https://ensinarhoje.com/mudancas-nos-estados-fisicos-da-agua/>.

Após a realização do experimento, discutimos os fenômenos físicos envolvidos no experimento. Foi realizada uma abordagem histórica, trazendo à memória da turma que esta mistura havia sido realizada no século XVIII por Fahrenheit e foram contadas duas curiosidades acerca desta mistura: 1) o efeito do sal em diminuir a temperatura de fusão da água é usado nos países onde costuma nevar. O sal é jogado nas ruas e calçadas para derreter o gelo; 2) esse mesmo efeito pode ser usado para tornar as bebidas mais geladas. A água líquida conduz melhor o calor do que o gelo. Além disso, o líquido resultante da mistura de gelo e sal está a uma temperatura abaixo de  $0^{\circ}C$ . Tudo isso faz com que a energia térmica da bebida seja “removida” com maior velocidade, tornando a bebida mais gelada em menos tempo (JONES, 1980).

Figura 15 – Derretendo gelo com sal



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Num outro momento, ainda tratando da transição de fases, realizamos um experimento à base de naftalinas.

### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Naftalina
- Funil de vidro
- Vidro relógio
- Vidro boca larga
- Becker
- Pinça
- Recipiente com água

### **Procedimento de montagem**

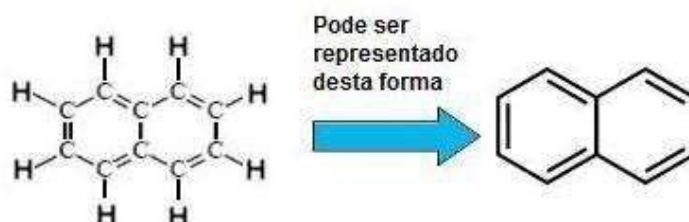
Dentro de um Becker foram colocadas três bolinhas de naftalinas, para tampar o Becker utilizamos um vidro de relógio. Em seguida, aquecemos o Becker, fazendo com que a naftalina derretesse e evaporasse; o vapor condensou-se no vidro do relógio. Posteriormente, diminuimos a intensidade do fogo, de tal maneira que fizesse as bolinhas apenas ferverem sem que houvesse evaporação (ATKINS, 2008).

O passo seguinte foi o resfriamento do Becker, o qual foi colocado em uma vasilha com água, fazendo com que a naftalina retornasse ao estado sólido. Assim, foi possível verificarmos quatro mudanças de fase:

- Fusão – quando a naftalina foi aquecida.

- Ebulição – quando a naftalina evaporou.
- Solidificação – quando a naftalina foi resfriada.
- Sublimação – quando foi resfriado o vapor.

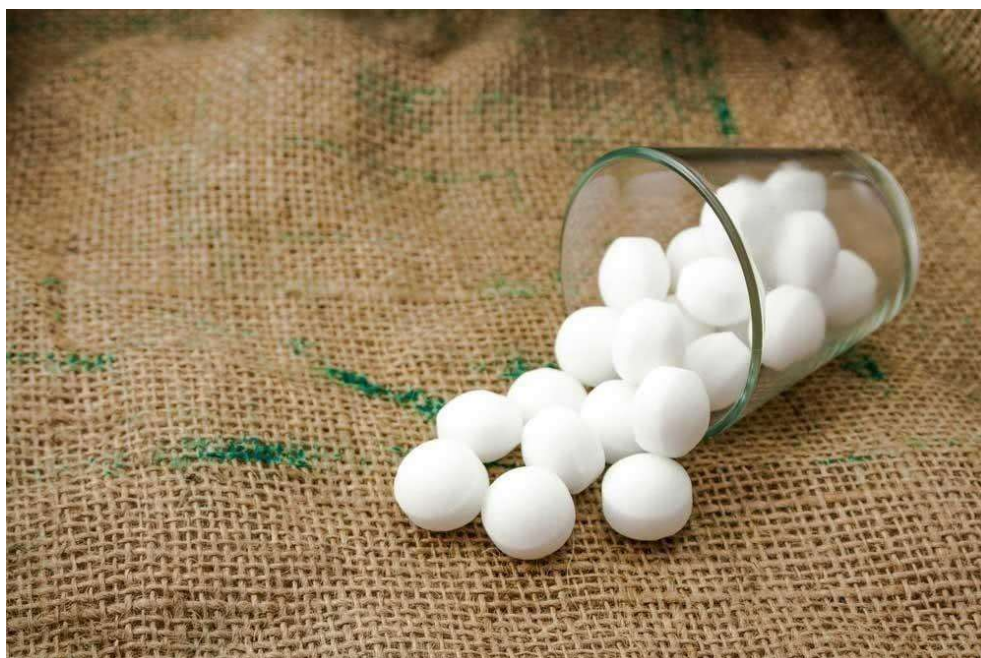
Figura 16 – Fórmula estrutural do naftaleno



Fonte: <https://www.obaricentrodamente.com/2010/12/edo-naftalina-e-o-tempo-de-sublimacao.html>

As figuras [16] e [17] apresentam a estrutura química e as bolinhas de naftalina, respectivamente, comercializadas em supermercados como repelentes a traças e baratas, comumente utilizadas em gavetas.

Figura 17 – Naftaleno popularmente comercializado em farmácias e supermercados



Fonte: <https://www.decorfacil.com/wp-content/uploads/2020/09/20200925nafatlina-2.jpg>.

O naftaleno possui a capacidade de passar do estado sólido para o gasoso, sem que haja necessidade de passar pelo estado líquido. Contudo, a substância que possui a transição de

estado físico mais conhecida em nosso dia a dia é a água. Conforme ilustra os diagramas das figuras [13] e [14].

Figura 18 – Transição de fase da naftalina



Fonte: arquivo pessoal do autor.

### **5º Dia: Experimento dos Percevejos na barra metálica, cachoeira de fumaça, cata-ventos e experimento da vela**

**Conceitos e definições:** Condução térmica, irradiação, convecção

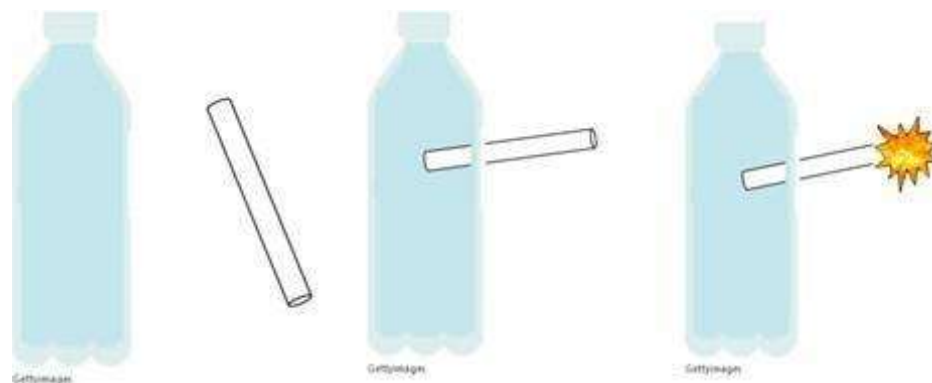
Como bem sabemos, há algumas formas de transferência de calor, sendo uma delas a convecção. Esta caracteriza-se por ocorrer apenas em fluidos (líquidos e gases) que apresentam diferenças de temperaturas. À medida que é transferido calor a um fluido, o calor é transferido por meio de ondas (correntes convectivas), fazendo com o fluido entre em equilíbrio térmico (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

#### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Garrafa PET
- Papel

- Estilete
- Isqueiro

Figura 19 – Ilustração da montagem da cachoeira de fumaça



Fonte: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/7ano/ciencias/a-natureza-muda-a-atmosfera/2231>.

De forma bem simples, podemos dizer que a fumaça é a composição de substâncias gasosas e partículas muito pequenas. São estas partículas que permitem que vejamos a fumaça. O experimento da cachoeira de fumaça, nos mostra, conforme a figura [20], nitidamente o escoamento laminar da fumaça, em função da umidade da água (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

Figura 20 – Demonstração experimental do escoamento laminar da fumaça.



Fonte: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/7ano/ciencias/a-natureza-muda-a-atmosfera/2231>.

Figura 21– Demonstração da cachoeira de fumaça



Fonte: arquivo pessoal do autor.

### **Procedimento de montagem**

Primeiramente deve-se, com o auxílio de um estilete ou uma tesoura, fazer um orifício na parte superior da garrafa plástica. Posteriormente, faz-se um canudo com uma folha de caderno ou papel sulfite.

O experimento consiste em queimar a parte externa do canudo de papel, onde parte da fumaça é direcionada para o interior da garrafa, que se resfria, tornando-se mais densa que o ar contido no interior da garrafa plástica, propiciando o escoamento laminar da fumaça no interior da garrafa.

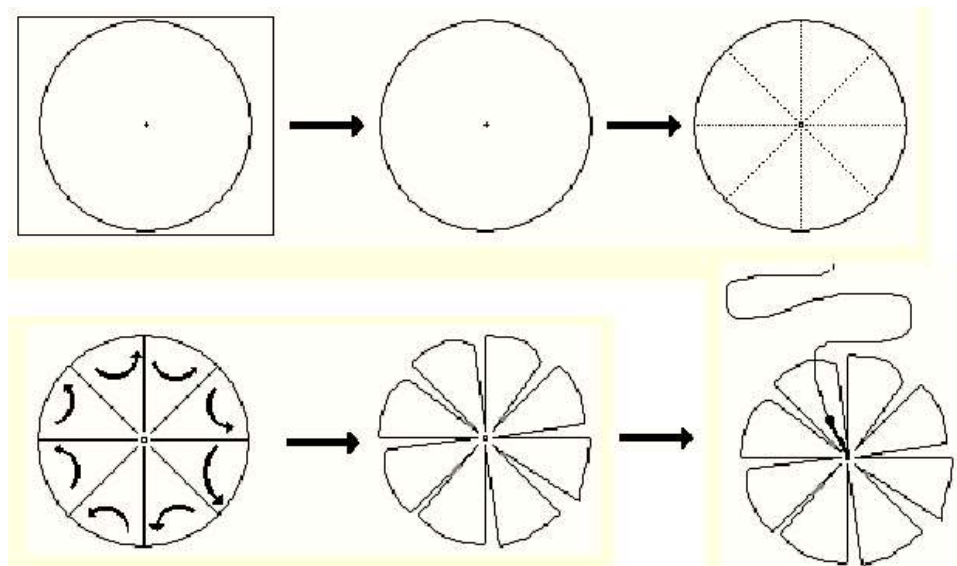
Ainda tratando acerca da convecção, realizamos o experimento do cata-ventos que gira quando submetido à uma fonte de energia térmica.

### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Folha de papel sulfite A4
- Tesoura
- Meio metro de linha de costurar roupa

- Compasso
- Régua
- Isqueiro e vela

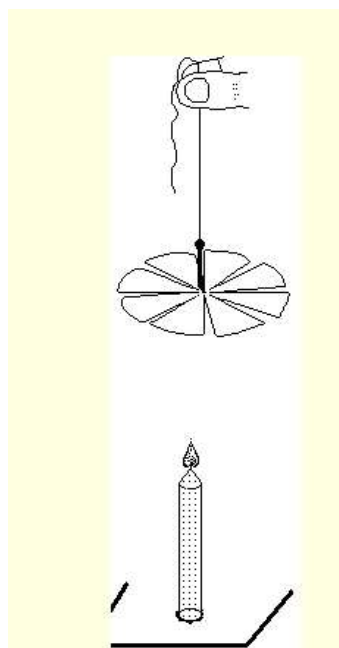
Figura 22 – Molde para confecção do catavento



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte10.htm>.

As figuras [22] e [23] apresentam os moldes do experimento do catavento, confeccionados em sala de aula.

Figura 23 – Esquema de montagem do experimento



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte10.htm>.

A proposta deste experimento foi mostrar que à medida que aquecem o ar, por meio da chama de uma vela, ele se movimenta. O ar da vela fica menos denso que o ar do ambiente

e, assim, sobe; quando colocamos um cata-vento leve (feito de papel, por exemplo) é possível vermos o cata-vento girar em função do movimento das massas de ar aquecidas pela chama da vela, que troca de lugar com as massas de ar frias, propiciando o movimento (YOUNG, FREEDMAN, SEARS, 2009).

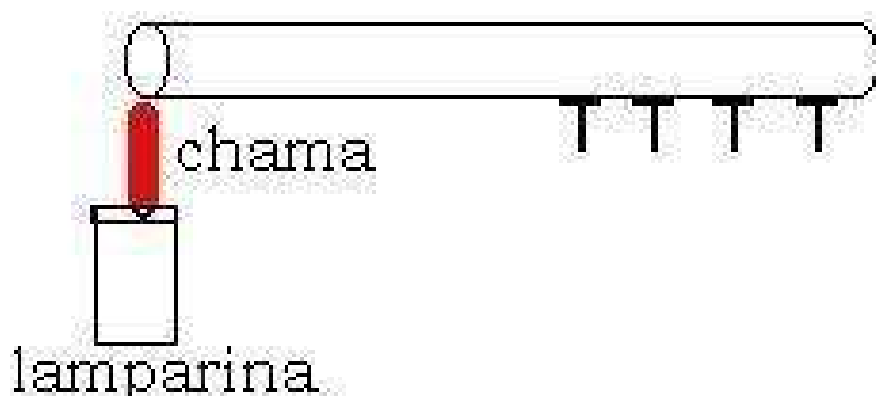
Figura 24 – Apresentação do experimento à turma



Fonte: arquivo pessoal do autor.

Numa segunda parte da aula, trabalhamos o conceito de condução térmica, também chamada de difusão térmica (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009), por meio do experimento de percevejos na barra metálica. A condução térmica dá-se através da agitação das moléculas (variação da temperatura), em função do aumento da energia cinética interna de um sólido, resultando numa maior agitação das partículas e moléculas (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009). A figura [25] esquematiza o experimento aqui abordado.

Figura 25 – Ilustração do experimento com percevejos em uma barra metálica



Fonte: [https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008\\_02/Berenice/aula3.html](https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008_02/Berenice/aula3.html).

### **Materiais utilizados para realização do experimento**

- Prendedor de madeira

- Barra metálica
- Parafinas
- Vela
- Isqueiro
- Percevejos

### Procedimento de montagem

Os percevejos são presos à barra metálica com parafina de vela, à medida que a barra é aquecida, o calor se propaga por todo o metal (bom condutor de energia), derretendo a parafina, fazendo com que os percevejos caiam ordenadamente, a partir da extremidade mais quente, conforme a figura [26], abaixo.

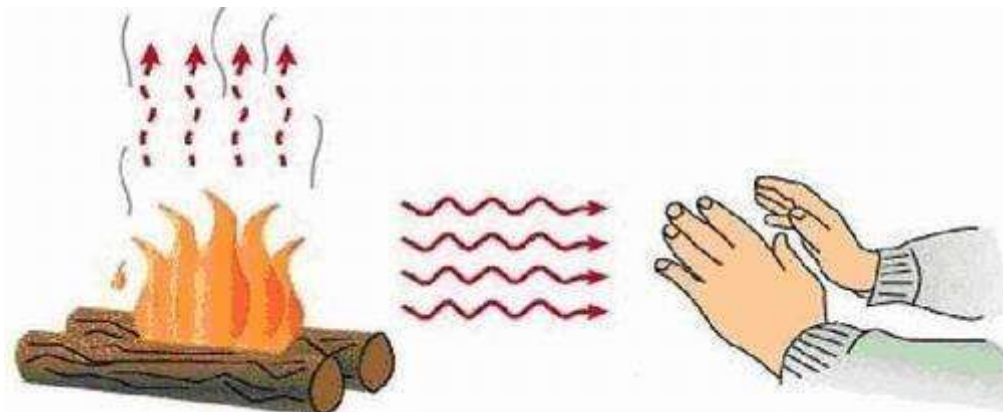
Figura 26 – Percevejos na barra metálica



Fonte: arquivo pessoal do autor.

A irradiação é um fenômeno físico, no qual há transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, e, como propriedade intrínseca às ondas eletromagnéticas, não há necessidade de um meio material para ocorrer (GRIFFITHS, 2011; HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2007). Diferentemente da condução e da convecção, que, obrigatoriamente precisam da matéria para propagar energia, a irradiação acontece tanto em meios materiais quanto no vazio. A figura [27] ilustra o experimento realizado com uma turma do segundo ano do ensino médio.

Figura 27 – Ilustração de irradiação térmica por meio do calor da vela



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=7560>.

### Materiais utilizados para realização do experimento

- Vela
- Isqueiro

Figura 28 – Aluna realizando o experimento da irradiação



Fonte: arquivo pessoal do autor.

### 6º Dia: Ovo na garrafa

**Conceitos e definições:** Sistemas termodinâmicos e estudo dos gases

### Materiais utilizados para realização do experimento

- Uma garrafa de vidro com o gargalo grande

- Um ovo cozido e sem casca
- Fósforos

### Procedimento de montagem

A garrafa de vidro funcionará como um sistema termodinâmico aberto, de tal sorte que, quando colocamos palitos de fósforo acesos dentro da garrafa, uma certa quantidade de ar é aquecida e fração do oxigênio ali contido é consumida, em função da combustão. Ao colocarmos o ovo cozido e descascado na boca da garrafa, faz com a garrafa seja vedada, evitando a passagem do ar (RESNICK, HALLIDAY, WALKER, 2009).

Figura 29 – Fases do experimento do ovo na garrafa



Fonte: <https://mozenga.com/post/64/experimento-de-sala-de-aula-colocar-ovo-na-garrafa/>.

À medida que o ar no interior da garrafa esfria, a pressão aumenta, pois, conforme nos mostra a equação [5], a temperatura de um gás é inversamente proporcional à pressão. O ovo cozido, que está vedando a passagem de ar, é maleável e, em dado momento, devido à intensa pressão no interior da garrafa, é impelido a entrar na garrafa, para que, assim, o equilíbrio no interior da garrafa seja restabelecido.

Figura 30 – Realização do experimento ovo na garrafa



Fonte: arquivo pessoal do autor.

## 6. DISCUSSÃO PÓS PROJETO

Como mencionado anteriormente, foi aplicado à turma um questionário, a fim de mensurarmos a eficácia da metodologia aplicada.

- No primeiro dia, foram realizadas três atividades práticas: a demonstração de termômetros variados (digital e bulbo) aos alunos, para conhecerem os dispositivos; posteriormente, como mencionado no tópico anterior, confeccionamos um termômetro caseiro; e, por fim, realizamos uma atividade acerca da sensação térmica.

Os alunos estavam fazendo certa confusão com os conceitos de calor e temperatura, como vemos na resposta de um dos estudantes: “*temperatura é a medida em graus °C, pode ser fria e pode ser quente; calor já é uma temperatura mais quente*”, associando-os à ideia de quente e frio. Contudo, após a aplicação do Produto Educacional aproximadamente 42% dos alunos conseguiram assimilar corretamente os conceitos de calor e temperatura, vejamos a resposta dada por outro estudante: “*temperatura é o grau de agitação das moléculas; já o calor é a transferência de energia térmica do corpo mais quente para um mais frio*”. Outros ainda associaram temperatura a calor: “*calor é sensação térmica da temperatura*”.

Em relação ao devido uso do termômetro para aferição de temperatura, cerca de 83% dos alunos que participaram das atividades, conseguiram assimilar o devido uso do termômetro e sua aplicação. Já a respeito do conceito de sensação térmica, também trabalhado no primeiro dia, em torno de 68% dos alunos conseguiram captar corretamente o conceito. Em resposta à pergunta 6 do questionário (Apêndice B) “*Em uma praia, um banhista fez o seguinte comentário: “Estou com muito calor, vou tomar um banho de mar”. Do ponto de vista da Física, ele cometeu um equívoco? Faça um comentário a respeito*”. Obtivemos as seguintes respostas: “R1: *Sim, a fala está incorreta, pois ele quente, o equívoco está na fala onde usa a palavra calor*”; e “R2: *Porque calor é energia em trânsito, pois ela estava falando de sensação térmica*”.

- No segundo dia, foram realizadas três atividades práticas: experimento com chave e cadeado; logo após, realizamos um experimento com uma lâmina bimetálica; e, por fim, realizamos uma atividade com balão na garrafa aquecida.

No segundo dia foram tratados dois conceitos essenciais à calorimetria: dilatação térmica e estudo dos gases. Acerca do conceito de expansão térmica, 50% da turma assimilou corretamente o conceito, quando perguntado por que os fios da rede de energia aumentam seus tamanhos em certas épocas do ano, boa parte respondeu: “*porque os fios se dilatam em dias mais quentes*”. No entanto, alguns alunos não souberam responder e um outro, não soube explicar o fenômeno de contração térmica, veja sua fala: “*O frio encolhe os fios, não sei porquê*”. Quanto ao experimento do balão de festa infantil, foi trabalhado o conceito de expansão dos gases e comportamento dos gases.

- No terceiro dia, foram realizados dois experimentos: balão à prova de fogo; e, isolante térmico.

No primeiro experimento discutimos acerca da capacidade térmica e suas aplicações, logo após, tecemos comentários acerca das propriedades físicas dos materiais de conduzir energia e, assim, propusemos um experimento com quatro materiais (alumínio, plástico, tecido e jornal) distintos para verificarmos qual destes atuava como melhor isolante térmico. No que diz respeito ao conceito de capacidade térmica, ao responderem à questão 3 do questionário pós Produto Educacional, apenas  $\frac{1}{3}$  dos alunos conseguiram assimilar o conceito trabalhado. Alguns associaram o fenômeno à temperatura e/ou equilíbrio térmico.

Quanto ao conceito de condução térmica e isolante térmico, em resposta à questão 10,  $\frac{1}{4}$  da classe assimilou corretamente os conceitos estudados, certo aluno deu a seguinte resposta: “*O ar com baixa umidade torna-se um péssimo condutor de calor, servindo como isolante*”.

*térmico, por não fazer ou então fazer pouca troca de energia térmica de um meio para o outro”.*

Os demais responderam simplesmente: não sei!

- No quarto dia, foram realizadas duas atividades práticas: derreter gelo à base de sal e o aquecimento de naftalina.

Neste experimento foram trabalhados os estados físicos da matéria e a transição de fases. Quanto a este tema não foi feita nenhuma pergunta específica no questionário, no entanto, em sala de aula quando discutidos os fenômenos que envolvem a transição de fase da água, mais comum ao cotidiano dos estudantes, demonstraram boa assimilação do conceito.

- No quinto dia, foram realizadas quatro atividades práticas: percevejos na barra metálica, catavento que gira na presença de fonte de calor e experimento da vela e cachoeira de fumaça.

No primeiro experimento trabalhamos com os alunos acerca da condução térmica. Apesar deste conceito, 83% da turma assimilou assertivamente o conceito abordado em sala de aula. Quanto à pergunta 8 do questionário: *“Ao tocarmos com as mãos uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para a mão ou é a mão que transmite energia para a superfície? Explique sua resposta.”* Tivemos as seguintes respostas: *“R1: O calor da mão é passado para a superfície, a mão estando quente, o calor é transferido (energia térmica para a superfície)”* e *“R2: A mão desloca calor para a superfície, porque um corpo de maior temperatura transmite para um corpo de menor temperatura”*.

Ainda estudando acerca da transferência de calor, na segunda atividade, foi trabalhado sobre a convecção, onde, por meio de conversas com os alunos em sala de aula, podemos inferir que aproximadamente metade da turma compreendeu o conceito estudado. O experimento da cachoeira de fumaça permitiu abrangermos a discussão em sala e tratamos sobre o escoamento laminar da fumaça na garrafa plástica. E, quanto ao experimento onde os alunos aproximaram a mão da vela, a fim de refletirmos sobre a irradiação térmica, através do diálogo com a turma, verificamos que houve uma compreensão considerável do assunto.

- No sexto dia, foi realizado um experimento: ovo na garrafa.

Neste experimento foram abordados, para finalizar o conteúdo, os conceitos de sistemas termodinâmicos e reforçado acerca do estudo dos gases. Em ambos os experimentos não foram feitas perguntas no questionário que tratasse diretamente do assunto, porém foi realizada discussão oral para constar o que os alunos sabiam a respeito e poder ensinar sobre o tema.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação na modalidade integral tem suas particularidades, quando comparada ao ensino regular, portanto exige-se da educação atividades que venham ao encontro às necessidades dos educandos e, não somente isto, que instigue suas curiosidades, possibilitando o desenvolvimento de suas potencialidades. Neste sentido, vemos na atividade experimental uma alternativa a cumprir estes pré-requisitos.

A utilização das teorias da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, adaptadas ao Projeto Goiás TEC – Ensino Médio, mostrou-se promissora, aproximando os educandos do conhecimento das teorias científicas relacionadas aos conceitos de calorimetria. Todavia, a experimentação no ensino de física é uma estratégia de ensino secular, ou seja, não inventamos a atividade prática e, desde que fora trazida à sala de aula a atividade experimental, esta tem demonstrado suas potencialidades e consequentes limitações. No Brasil, desde a década de 1980 muito se tem falado do laboratório alternativo, como se este por si só fosse a solução para os problemas encontrados no processo de ensino e aprendizagem na educação básica. A questão não é se o laboratório é alternativo ou não, e sim se ele cumpre seu papel pedagógico, fugindo ao lúdico pelo lúdico.

**REFERÊNCIAS**

- ATKINS, P.; DE PAULA, J. **física-química**. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1. ISBN 978-85-216-1600-9.
- BOLTON, H. **Evolution of the Thermometer**. Easton: The Chemical Publishing Co., 1900.
- GRIFFITHS, D. J. **Eletrodinâmica**. 3ª Edição, Pearson Edition, São Paulo, 2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física Volume 3 - Eletromagnetismo**, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2007.
- JONES, E. FahrenheitandCelsius:aHistory. **ThePhysicsTeacher**, v.18, n.8, 1980.
- OLIVEIRA, C. de; PERES, C.; HUBACEK, L.; SIMAS, M.; KAI, R. **Construção de um Termômetro: Laboratório de Física II**. UNESP, [s. d.]. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/construcao-de-um-termometro.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2022.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. v 2. 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013. 375p.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. (Gravitação, Ondas e Termodinâmica) v 2. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 295p.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física 2. Hidrostática, Termologia, Óptica**. 2ª ed. São Paulo: Atual. 2005.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G.; MORS, P. **Física: para cientistas e engenheiros**. v 1. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 759p.
- YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio. Termologia, Óptica e ondulatória**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva. 2016.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; SEARS, F. W. **Física II**. (Termodinâmica e Ondas). 12 ed. São Paulo: Pearson, Addison Wesley, 2009. 329p.

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS**

### Questionário Diagnóstico

NOME: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

- 1) Por que se aprende física? É importante? É útil?
- 2) Você gosta de estudar física? Justifique.
- 3) Em sua opinião, qual é a melhor maneira de aprender física?
- 4) Você se dedica ao estudo?
- 5) Sobre as aulas de física com uso de experimentos, você acha que facilita na aprendizagem?  
Por que?
- 6) Como você se sente em relação ao que se aprende na aula de física? Você percebe a relação dos conteúdos estudados nas aulas com o que você vive no seu dia-a-dia?
- 7) Cite exemplos de sua vida diária onde você acredita que estejam envolvidos os conhecimentos físicos. Você visualiza na prática, os conceitos que estuda nas aulas de física.

## Questionário

Buscando saber como os estudantes do ensino médio percebem a física, como estes se sentem nas aulas de físicas e a importância que os mesmos atribuem à física fizemos esse questionário, que foi objeto da pesquisa realizada por Menegotto e Rocha Filho, com alunos de Santa Catarina em 2008, buscando verificar como estes alunos veem as o desenvolvimento da disciplina Física (MENEGOTTO E ROCHA FILHO, 2008).

1) O que você pensa das afirmações abaixo (Marque uma alternativa sendo que **A - Concordo totalmente; B - Concordo parcialmente; C - Sem opinião; D - Discordo parcialmente e E - Discordo totalmente**).

1- Os assuntos estudados pela disciplina de Física são interessantes e importantes para o desenvolvimento da sociedade.					
2 - Estudo Física apenas para passar de ano					
3 - Não vejo aplicação prática do que aprendo nas aulas de Física.					
4 - Sinto prazer em desenvolver as atividades na disciplina de Física.					
5 - Para mim, estudar Física é perda de tempo.					
6 - Sinto-me completamente perdido nas aulas de Física.					
7 – Percebo a importância e aplicação da Física nas minhas atividades diárias.					
8 - Estudo Física com prazer.					
9 – Acho difícil aprender Física.					
10 – A Física desperta a minha curiosidade.					
11 – Sinto-me desconfortável só de ouvir a palavra Física.					
12 – Aprendo Física com facilidade.					
13 – Não vejo nada interessante nas aulas de Física.					
14 – Gosto muito de estudar Física.					

### Questionário - Teste de conhecimento

- 1) Com base nos conceitos físicos, defina o que é temperatura e o que é calor.
- 2) Em um dia muito quente, é possível observar que um fio condutor que conecta dois postes aparenta ter um comprimento maior que em dias frios. Escreva uma justificativa para este acontecimento.
- 3) Um amolador de facas, ao operar um esmeril, é atingido por fagulhas incandescentes, mas não se queima. Por que isso acontece?
- 4) Em uma praia, um banhista fez o seguinte comentário: “Estou com muito calor, vou tomar um banho de mar”. Do ponto de vista da Física, ele cometeu um equívoco? Faça um comentário a respeito.
- 5) Como podemos medir a temperatura de um corpo com precisão e segurança?
- 6) Ao medir a temperatura de um doente, o médico mantém o termômetro em contato com o corpo da pessoa doente durante alguns minutos. Há motivo para essa atitude?
- 7) Um aluno verificou em um experimento de Termologia que, quando se coloca um corpo quente perto de um corpo frio, este se aquece à proporção que o corpo quente se resfria. Justifique essa conclusão.
- 8) Ao tocarmos com as mãos uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para a mão ou é a mão que transmite energia para a superfície? Explique sua resposta.
- 9) Por que os esquimós não constroem iglus com formato de paralelepípedo, como é comum nas casas em geral?
- 10) Porque o ar parado é frequentemente utilizado como isolante térmico?
- 11) Quando cozinhamos macarrão, algumas vezes a água também sobe. Em que situações isso ocorre?

- 12) Dois termômetros iguais marcam inicialmente a mesma temperatura, e um deles possui o bulbo escurecido. Se ambos forem colocados ao sol, o que podemos verificar depois de certo tempo em relação à temperatura de cada um?