

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Universidade Federal de
Mato Grosso



CONSTRUÇÃO DE MINI-ESTUFAS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

DANIEL ANTONIO GABRIEL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissionalizante em ensino de Física (MNPEF–Pólo Cuiabá/UFMT), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dr^a Daniela de Oliveira Maionchi

Cuiabá - MT
Dezembro – 2017



· MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE NACIONAL - PROFIS
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - Cep: 78060900 - Cuiabá/MT
Tel : 3615-8788 - Email :

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CONSTRUÇÃO DE MINI-ESTUFAS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO"

AUTOR: Daniel Antônio Gabriel

defendida e aprovada em 01/12/2017.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Daniela de Oliveira Maionchi
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Interno	Doutor(a)	Rogério Junqueira Prado
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Externo	Doutor(a)	Geison Jader Mello
Instituição :	Instituto Federal de Mato Grosso	
Examinador Suplente	Doutor(a)	Sabrina Silva Carara
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Suplente	Doutor(a)	Sérgio Roberto de Paulo
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	

Daniela de O. Maionchi
Rogério J. Prado
Geison Jader Mello
Sabrina Silva Carara
Sérgio Roberto de Paulo

CUIABÁ, 01/12/2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

G118c Gabriel, Daniel Antonio.
Construção de Mini - Estufas como ferramenta de aprendizagem dos conceitos de Calor e Temperatura no Ensino de Física no Ensino Médio / Daniel Antonio Gabriel. - 2017
101 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Daniela de Oliveira Maionchi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física, Cuiabá, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa Crítica. 3. Calor. 4. Temperatura. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

Dedico esta dissertação às pessoas mais importantes para mim: Para minha mãe Dilva Ines Minosso Gabriel e para meu pai Delci Deltro Antonio Gabriel, pela minha vida. À minha esposa, Jussara Santos Gabriel e aos nossos filhos, Guilherme Santos Gabriel e Mateus Santos Gabriel, por serem meus aliados incondicionais. Também a todos os professores deste país, que ainda esperam ser reconhecidos e valorizados.

Agradecimentos;

Sobretudo à Deus pelo dom da vida e por todas as oportunidades concedidas. À minha esposa, Jussara Santos Gabriel pelo companheirismo, dedicação e amor incondicional. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado. À Professora Dr^a Daniela de Oliveira Maionchi, minha orientadora, pela contribuição de forma incomensurável na realização desta pesquisa. Aos colegas da Escola Estadual de Educação Básica Albert Einstein pela compreensão diante das ausências e atrasos inesperados em detrimento do cumprimento das atividades do Mestrado. Aos professores do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) do Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) em especial aos professores Dr. Marcelo Paes de Barros e Dr. Rogério Junqueira pela disponibilidade no auxílio do desenvolvimento do produto educacional. Ao técnico de laboratório de Eletromagnetismo e Física Moderna José Carlos Gomes Roberto pela assistência prática no desenvolvimento do produto educacional. Enfim, aos colegas da primeira turma do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) pelo tempo de partilha.

RESUMO

CONSTRUÇÃO DE MINI-ESTUFAS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Daniel Antonio Gabriel

Orientadora: Dr^a Daniela de Oliveira Maionchi

A proposição deste trabalho surgiu da dificuldade que os alunos demonstram na assimilação dos conceitos físicos de calor e temperatura, utilizando diariamente a mesma definição para esses conceitos em situações diferentes.

Desta forma, objetivando melhorar a compreensão e a diferença entre ambos idealizou-se como objeto de pesquisa a construção de um produto educacional cuja finalidade é contribuir com a aprendizagem significativa desses conceitos.

Esse produto consistiu no desenvolvimento de duas mini-estufas, uma revestida por papel alumínio tendo em seu interior terra, e outra revestida por placas de espelho, contendo água, simulando situações análogas às do planeta Terra, para que fosse possível analisar a absorção de calor e variação de temperatura em cada uma delas.

Para desenvolver essa pesquisa, o produto educacional foi aplicado aos alunos do 2º Ano “A” do Ensino Médio da Escola Estadual Albert Einstein no município de Garantã do Norte-MT. Como procedimento metodológico, esses alunos responderam um questionário diagnóstico aplicado antes do produto educacional caracterizado como pré-teste, e outra posterior à apresentação dos conceitos de calor e temperatura com a utilização do produto educacional, na fase de pós-teste.

Diante da necessidade da adoção de alternativas e métodos mais eficientes para que a aprendizagem ocorra de maneira significativa, fez-se indispensável a compreensão das teorias de David Ausubel (1983) e Marco Antônio Moreira (1999) sobre a Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica,

respectivamente. Os resultados dos dois momentos, pré e pós-teste, foram analisados, aferidos e discutidos à luz destas teorias para fundamentar este trabalho.

O uso e manuseio de aparelhos, tais como amperímetro, voltímetro e termorregulador, potencializou não só os conceitos propostos neste trabalho, mas também possibilitou o entendimento sobre radiação ultravioleta e infravermelha e a transformação de energia elétrica em térmica, além de aquecimento global e efeito estufa.

Constatou-se que o produto educacional é eficaz para a aprendizagem significativa no ensino de física, pois os resultados referentes ao aumento de acertos entre o pré-teste e pós-teste sugerem um avanço sobre a compreensão dos conceitos no decorrer da aplicação do produto.

Palavras chave: Ensino de Física. Aprendizagem Significativa Crítica. Calor. Temperatura.

ABSTRACT

CONSTRUÇÃO DE MINI-ESTUFAS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Daniel Antonio Gabriel

Orientadora: Dr^a Daniela de Oliveira Maionchi

In this work, the object of research was the construction of an educational product whose purpose is to contribute to the significant learning of the physical concepts of heat and temperature. The educational product consisted in the construction of two mini greenhouses, one covered by aluminum foil having inside the earth, and another one covered by mirror plates, containing water, in order to simulate situations similar to that of the planet Earth, so that it was possible to analyze the absorption of temperature in each of them. The proposition of this work arose from the difficulty that the students demonstrate in the assimilation of the physical concepts of heat and temperature. In view of the need to adopt more efficient alternatives and methods for learning to take place in a meaningful way, it was essential to understand the theories of Significant Learning and Significant Critical Learning, by David Ausubel (1983) and Marco Antônio Moreira (1999) respectively. To develop this research, were chosen the students of the Second Year "A" of the High School of the Albert Einstein State School in the municipality of Guarantã do Norte-MT, to apply the educational product. As a methodological procedure, these students initially answered a diagnostic questionnaire applied before the application of the educational product, a procedure characterized as a pre-test, and after the presentation of the concepts of heat and temperature with the use of the educational product in the post-test. The theory of meaningful learning points out that it is fundamental to interact between the new information and the one that the student has already possessed and defines this interaction as

a subsumption concept. The results of the two moments, pre- and post-test, analyzed, collated and discussed in light of the theory chosen to base this work. After reading and discussing the data, noticed that the educational product, based on the theories of Ausubel (1983) and Moreira (1999), is effective for meaningful learning in physics teaching. The comparison of the graphs and table elaborated with the results concerning the correct answers, the pre-test and the post-test, left clear the advance on the understanding of the concepts, before and after the application of the product. In addition to the physical concepts cited, this educational product allowed students to understand other concepts such as current, voltage and power. The use and manipulation of devices, such as ammeter, voltmeter and thermo regulator, potentiated not only the concepts proposed in this work, but also allowed the understanding of ultraviolet and infrared radiation and the transformation of electric energy into thermal, as well as global warming and greenhouse effect .

Keywords: Physics Teaching. Significant Critical Learning. Heat. Temperature

Lista de Figuras

Figura 2.1: A dilatação linear de uma barra metálica.....	20
Figura 2.2: Pequeno espaço deixado entre dois trilhos consecutivos devido à dilatação térmica.....	20
Figura 2.3: Juntas de dilatação numa ponte/viaduto.	21
Figura 2.4: Condução de energia (calor).	23
Figura 2.5: Durante o dia a brisa sopra do mar para a terra e durante a noite sopra da terra para o mar.	24
Figura 2.6: Nas lareiras, o principal processo de transmissão de calor é a irradiação	25
Figura 2.7: Temperatura em função da quantidade de calor absorvida.....	29
Figura 3.1: Esquema processo de aquisição e organização de significados.	33
Figura 4.1: O que ocorre com os raios solares depois que atingem a superfície da Terra.	44
Figura 4.2: O Efeito Estufa.....	44
Figuras 5.1 : Visão externa da Escola Estadual Albert Einstein.	51
Figura 5.2: Produto educacional mini-estufa revestida com espelhos contendo água.....	54
Figura 5.3: Evaporação e condensação da água durante o manuseio da mini-estufa.....	54
Figura 5.4: O produto educacional mini-estufa revestida com papel alumínio contendo terra.....	53
Figura 5.5: Gráfico das aferições das medidas de Calor (cal) x Temperatura (°C) da mini- estufa revestida internamente por placas de espelho sem substância, com substância água e com substância terra.	56
Figura 6.1: Apresentação do projeto do Mestrado Profissional Ensino de Física – UFMT para a turma escolhida para participar da aplicação do produto educacional.....	58
Figura 6.2: Aplicação do questionário diagnóstico – pré- teste 2º Ano “A”.	59
Figuras 6.3 Apresentação do vídeo sobre o efeito estufa, aquecimento global, calor e temperatura.	59

Figuras 6.4: Mini - estufa revestida internamente por papel alumínio que foi manuseada pelo Grupo “A”, (B): Mini-estufa revestida com espelho que foi manuseada pelo Grupo “B”.....	60
Figuras 6.5: Manuseio da mini - estufa contendo terra pelos alunos do Grupo “B”.	61
Figuras 6.6 Manuseio da mini –estufa contendo água pelos alunos do Grupo “A”.	61
Figura 6.7: Cada grupo realizou a aferição do amperímetro e voltímetro, também fez a medida da massa e da temperatura do substância presente no interior da mini- estufa posteriormente fez o cálculo da potência a partir das medidas coletadas.	63
Figuras 6.8 Construção de gráficos após a coleta dos dados.	63
Figuras 6.9 Discussão e compartilhamento entre alunos dos Grupos “A” e “B”....	64
Figura 6.10 : Aplicação do pós-teste.	65
Figura 6.11: Gráfico comparativo do resultado da questão 1 entre pré-teste e pós-teste.....	67
Figura 6.12: Gráfico comparativo do resultado da questão 2 entre pré-teste e pós-teste.....	68
Figura 6.13: Gráfico comparativo do resultado da questão 3 entre pré-teste e pós-teste.....	70
Figura 6.14: Gráfico comparativo do resultado da questão 4 entre pré-teste e pós-teste.....	71
Figura 6.15: Gráfico comparativo do resultado da questão 5 entre pré-teste e pós-teste.....	72
Figura 6.16: Gráfico comparativo do resultado da questão 6 entre pré-teste e pós-teste.....	73
Figura 6.17: Gráfico comparativo do resultado da questão 7 entre pré-teste e pós-teste.....	74
Figura 6.18: Gráfico comparativo do resultado da questão 8 entre pré-teste e pós-teste.....	75
Figura 6.19: Gráfico comparativo do resultado da questão 9 entre pré-teste e pós-teste.....	75

Figura 6.20: Gráfico comparativo do resultado da questão 10 entre pré-teste e pós-teste.	76
Figura 6.21: Gráfico comparativo dos acertos no pré-teste e pós-teste - 2º Ano "A".	78
Figura A3.2: (a) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC, (b)Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC revestido com papel alumínio	86
Figura A3.4: (a)Tampa de PVC de 100mm, (b) tampa de PVC de 50mm encaixada na de 100mm.....	87
Figura A3.5: (a) Luminária instalada na parte interna na base da caixa, (b) Aparelhos voltímetro, amperímetro e potenciômetro.....	87
Figura A3.6: Mini-estufa com o substância terra.	88
Figura A3.7: (a) Caixa organizadora revestida internamente com espelhos, (b) Tubo de PVC de 100mm e tampa de PVC de 100mm.	88
Figura A3.8: (a)Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC, 89(b) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC revestido com papel alumínio.	89
Figura A3.9: (a) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC, (b) Soquete e Fixação do tubo de PVC de 100mm dividido ao meio na tampa da caixa organizadora.....	89
Figura A3.10: (a) Instalação do soquete no lado interno na parte superior da caixa.(Imagem refletida pelos espelhos do interior da caixa), (b) Aparelhos voltímetro, amperímetro e potenciômetro.....	90
Figura A3.11: Mini-estufa revestida de espelhos com o substância água.....	90

Sumário

Capítulo 1 Introdução	15
Capítulo 2 Conceitos físicos de calor e temperatura	17
Capítulo 3 Teoria da aprendizagem significativa.....	31
3.1 A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel	31
3.2 A teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira	35
Capítulo 4 Aprendizagem significativa dos conteúdos propostos no produto educacional: Efeito estufa e aquecimento global.....	38
Capítulo 5 Métodos, técnicas e a pesquisa de campo	47
5.1 Caracterização da pesquisa.....	47
5.2 Caracterização do instrumento e das técnicas de pesquisa	48
5.2.1 <i>Questionário diagnóstico</i>	49
5.3 Descrição do local da pesquisa	50
5.4 Definição da população	52
5.5 Construção e averiguação do produto educacional	52
5.5.1 <i>Materiais e roteiro de construção do produto educacional</i>	52
5.5.2 <i>Roteiro de averiguação do produto educacional</i>	53
Capítulo 6 Aplicação do Produto Educacional e Discussão dos Resultados	58
6.1 Desenvolvimento das aulas a partir da aplicação do produto educacional	58
6.2 Apresentação e discussão da aplicação do produto	66
Considerações finais	80

Apêndices.....	82
A1. Produto educacional: mini-estufas.....	83
Roteiro de construção do produto educacional: mini-estufas	84
A2. Materiais necessários para a construção do produto educacional	84
A3. Passo-a-passo da construção do produto educacional.....	85
<i>Mini-estufa revestida de alumínio</i>	85
<i>Mini-estufa revestida de espelhos</i>	88
A4. Questionário diagnóstico	92
A5. Desenvolvimento das aulas: aplicação do produto educacional	95
Referências bibliográficas.....	99

Apresentação:

Prezado professor!

O presente produto educacional mini – estufas para abordagem sobre Calor, Temperatura, Efeito Estufa e Aquecimento Global, para ensino de física do 2º ano do ensino médio.

O produto educacional visa incentivar, despertar o interesse dos estudantes pelo assunto de física térmica, entre outros conteúdos que podem ser trabalhados como exemplo: calor, calor latente, calor específico, temperatura, termometria, variação de temperatura, potencia.

A construção do produto educacional vem facilitar a aprendizagem sobre os conceitos de Calorimetria e Termodinâmica, associando a prática e a teoria, para uma aprendizagem significativa.

Esse trabalho foi aplicado no 2º ano do ensino médio, da Escola Estadual Albert Einstein, localizada na cidade de Guarantã Do Norte – MT. Destaca – se também que esse produto educacional pode ser levado para as salas de aula, pois é prático e de fácil manuseio.

A proposta teve como alicerce os teóricos, Moreira e Ausubel, e sua teoria de aprendizagem, significativa e significativa crítica.

Espero que esse produto educacional possa apontar novas direções para tornar as aulas de calorimetria mais atrativas e prazerosas e com isso reavivar o interesse dos alunos pelo estudo da Ciência e especialmente o estudo da Física.

Capítulo 1

Introdução

Diariamente nos deparamos com situações onde temos a sensação de quente e frio, sentindo diferentes temperaturas.

Algumas vezes, as expressões apresentam as palavras com conceitos trocados. Por exemplo, quando uma pessoa afirma “como está calor hoje!”, está usando a palavra calor erroneamente para expressar a temperatura.

Para se entender esses conceitos é importante conhecer o processo histórico do desenvolvimento dos mesmos.

Os gregos foram os primeiros a estudar o calor e a temperatura, principalmente Aristóteles. Ele acreditava que os quatro elementos responsáveis pela formação do universo eram: a água, o fogo, a terra e o ar.

O estudo do calor foi dado pelos alquimistas que procuravam transformar diferentes materiais em ouro. Imaginava-se que, para tal fato acontecer, era necessário um controle minucioso da temperatura.

Outro fato relacionado ao estudo do calor e da temperatura foi a construção da primeira turbina a vapor que transformava calor em energia mecânica, desenvolvida por Heron de Alexandria.

A partir de 1723 surge a Teoria do Flogisto de G. E. Sthal, o qual afirmava que quando um material entra em combustão ele pode oxidar ou reduzir seu flogisto, ou seja, a oxidação era a perda do flogisto pelo corpo, enquanto que a redução era a absorção do flogisto expelido por outro corpo.

Mais tarde a teoria do flogisto foi substituída pela teoria do Calórico de Antoine Lavoisier que comprovou que esta teoria só se aplica aos compostos orgânicos. Os inorgânicos, como os metais, ganhavam peso e não perdiam ou permaneciam estáveis.

Em 1840 Joule desenvolveu experimentos que comprovaram de fato que o calor não é um fluido, chegando então à definição de que calor é a energia em trânsito entre os corpos que apresentam diferentes temperaturas.

A invenção do termoscópio, termômetro cujo princípio físico era a expansão do ar, teve papel primordial no desenvolvimento da termologia, sendo mencionado por numerosos estudiosos entre o final do século XVI e o início do XVII.

Os trabalhos de Fahrenheit foram essenciais para o desenvolvimento da moderna termometria. Ele construiu um termômetro de mercúrio de uso prático.

O modelo de termômetro de Fahrenheit revolucionou o sistema de medidas termométricas devido à sua precisão, reprodutibilidade e à qualidade de construção dos modelos por ele produzidos.

Em 1794, definiu-se que o grau termométrico seria a centésima parte da distância entre o ponto de fusão do gelo e o de ebulição da água fervente. Surgia assim, a escala centígrado, a outra denominação da escala Celsius mais tarde substituída pela denominação grau Celsius, possibilitando as conversões entre as escalas termométricas.

Com a termodinâmica foi possível estabelecer valores para dilatação térmica dos sólidos, líquidos e gases, bem como o calor específico e calor latente das substâncias, relacionando esses conceitos com fenômenos físicos como o efeito estufa e aquecimento global que estão presentes no cotidiano.

Para que ocorra o entendimento sobre estes conceitos, que são conteúdos pertinentes ao 2º ano do Ensino Médio, é necessário a compreensão dos conceitos físicos de calor e temperatura, conteúdos que os alunos apresentam grande dificuldades em diferenciar.

Ancorado nessa constatação é necessária a adoção de métodos que viabilizem a compreensão desses conteúdos, tornando assim as aulas mais significativas.

Considerando que os alunos possuem um histórico de conceitos subsunçores de várias vivências em diferentes situações diárias, bem como acerca do meio em que estão inseridos, é importante a valorização desse histórico, que pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, o que normalmente não acontece nas aulas de Física, pois os conteúdos costumam ser apresentados de maneira tradicional, geralmente expositiva ou narrativa, sem a utilização de recursos concretos, facilitadores da aprendizagem. Apenas no Ensino Médio, fase em que os conceitos subsunçores de conteúdos físicos estão mais claros para os alunos, que haverá a facilitação desta aprendizagem para os mesmos.

Para concretizar a aprendizagem desses conceitos fez-se necessária a interação da teoria e prática. Para consolidar esta interação, foi construído o produto educacional mini-estufas que simula situações diárias envolvendo calor e temperatura e suas relações com o efeito estufa e aquecimento global, possibilitando uma analogia entre ambos.

Capítulo 2

Conceitos físicos de calor e temperatura

Especificamente, em relação aos conceitos de calor e temperatura, existe um consenso sobre a importância da correta compreensão dos mesmos como requisitos básicos para o entendimento de outros conceitos fundamentais da Física. (Einstein; Infeld 1980) confirmam essa importância.

Os conceitos mais fundamentais na descrição dos fenômenos térmicos são temperatura e calor. Foi necessário um tempo incredivelmente longo da História da ciência para que esses conceitos fossem distinguidos, mas uma vez feita essa distinção, resultou em rápido progresso. (Einstein; Infeld, 1980, p. 39-40).

A temperatura é uma grandeza física presente em diversas situações e mais citado atualmente, até mesmo nos boletins meteorológicos que informam as temperaturas de várias regiões em máximos e mínimos. Como se pode ver, a temperatura pode ser percebida de tal maneira a trazer informação sobre quão quente ou frio está um determinado corpo em relação a outro usado como referência. (Resnick *et al.*; 2003, p. 206). (Grifos do autor).

Considera que antes de conceituar temperatura é necessário definir equilíbrio térmico. “Entretanto, antes de se tratar diretamente com a temperatura, primeiro é necessário estabelecer o conceito de *equilíbrio térmico*, que diz respeito à questão das temperaturas de dois corpos serem iguais ou não”.

Para melhor entendimento, (Resnick et al, 2003) utiliza dois sistemas A e B que podem ser blocos metálicos ou gases confinados, estando isolados entre si e também de sua vizinhança, de modo que nem energia e nem matéria podem entrar ou sair do sistema, pois o sistema está confinado por paredes adiabáticas, (isolantes térmicas). Quando dois sistemas são colocados em contato através de uma parede diatérmica, que permite a passagem de calor, as propriedades de ambos podem variar.

As variações são relativamente rápidas no início, mas tornam-se lentas à medida que o tempo decorre, até que finalmente todas as propriedades de cada sistema aproximam-se de valores constantes. Quando isto ocorre, diz – se que os sistemas estão em *equilíbrio térmico* um com o outro. (Resnick et al.,; 2003, p. 206). (Grifos do autor).

Se os sistemas tiverem na mesma temperatura, logo estão em equilíbrio térmico, exceto quando o sistema está relacionado aos gases, então podem variar volume e pressão, mas se a temperatura de ambos for a mesma, serão sempre iguais no equilíbrio térmico. Baseando-se nesse conceito é que a temperatura pode ser introduzida na Física.

Posteriormente à compreensão sobre equilíbrio térmico, é possível discorrer sobre o conceito físico “temperatura”, onde comumente utilizamos palavras como calor e temperatura nas mesmas circunstâncias, sem esclarecer as diferenças entre ambas. Algumas vezes, as expressões apresentam as palavras com conceitos trocados. Por exemplo, quando uma pessoa afirma “Como está calor hoje!”, usando a palavra calor para expressar a temperatura do ambiente.

Para se entender o conceito desta propriedade, deve-se lembrar que toda matéria é constituída de partículas (átomos e moléculas). Essas partículas estão em constante movimento de vibração e/ou rotação. Podendo ainda apresentar movimento de translação no caso dos fluidos (gases e líquidos). As partículas de um objeto com temperatura alta têm maior agitação do que as partículas de outro objeto com temperatura mais baixa. A temperatura de um corpo está associada à intensidade dessa agitação. Ou seja, a grandeza que caracteriza o estado térmico de um corpo ou sistema é uma medida estatística do nível de agitação das moléculas, relacionada à energia cinética, rotacional, vibracional ou translacional dos átomos e moléculas.

Embora seja uma medida do nosso cotidiano, percebida nas sensações do quente e do frio, temperatura é uma grandeza física intensiva. A temperatura pode ser medida através de termômetros graduados nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin, todavia existe a conversão de escalas termométricas, sendo possível converter valores medidos em uma escala para qualquer outra.

As conversões se da através das equações

$$T_C = K - 273,15$$

(Equação 1)

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} \quad (\text{Equação 2})$$

onde:

T_c = Temperatura na escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$),

T_K = Temperatura na escala Kelvin (K),

T_f = Temperatura na escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$),

A temperatura se faz presente também na dilatação térmica, onde o seu aumento resulta na variação de comprimento de alguns objetos. Por exemplo: Para abrir um pote de vidro com a tampa metálica, costuma-se colocá-los ob uma corrente de ar quente; o conjunto vai sofrer uma variação, uma dilatação térmica. Como o metal dilata-se mais que o vidro, fica fácil abri-lo. Também em estradas de ferro, na construção de pontes é perceptível um espaço entre uma estrutura e outra, a fim de que o objeto tenha espaço para aumentar ou diminuir, devido ao aumento ou diminuição da temperatura.

A variação em qualquer dimensão de um sólido, como seu comprimento, largura ou espessura, é chamada de dilatação linear e pode ser representada pela equação:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (\text{Equação 3})$$

onde:

ΔL = Variação do comprimento de uma barra em metros,

α = Coeficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$),

L_0 = Comprimento inicial da barra em metros (m),

ΔT = Variação de temperatura ($T_f - T_i$) ($^{\circ}\text{C}$, K),

O coeficiente de dilatação linear é característico de cada material e, na realidade também depende de temperatura, mas pode ser considerado constante numa faixa estreita de temperatura podendo ser reescrita esta equação:

$$\alpha = \frac{\Delta L/L}{\Delta T}$$

(Equação4)

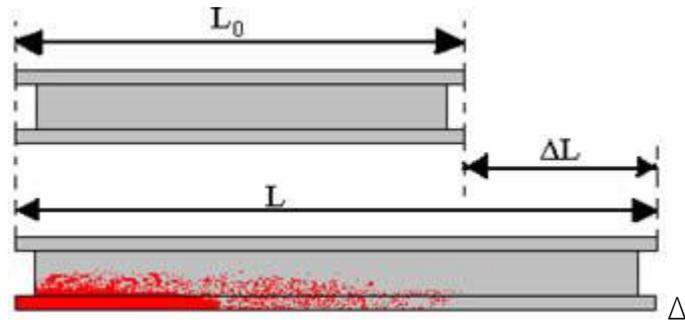


Figura 2.1: A dilatação linear de uma barra metálica. Fonte: (Silva, 2016.)

Fica explícito na figura 2.1 a dilatação da barra após ser aquecida, sendo possível perceber o comprimento variando entre L_0 e L , caracterizando a variação de comprimento ΔL .



Figura 2.2: Pequeno espaço deixado entre dois trilhos consecutivos devido à dilatação térmica. Fonte: (Teixeira, 2016).



Figura 2.3: Juntas de dilatação numa ponte/viaduto. Fonte: (Brigadão, 2016).

Os fenômenos térmicos são eventos que ocorrem em nossa volta diariamente. É possível perceber as alterações de temperatura ambiente e mudança climática ao longo do dia, que ocorrem devido às variações de pressão e temperatura atmosférica. Nota-se que o fogo é uma manifestação evidente nos processos térmicos cotidianos.

Segundo Oliveira (2009), na ausência do fogo, a água quente se esfria espontaneamente e atinge a temperatura ambiente. Nesse processo de resfriamento espontâneo, percebe-se que a energia se dissipa em forma de calor que é cedido ao ambiente, e esse processo é irreversível.

Não é correto dizer que um corpo quente possui mais calor do que um corpo frio, pois calor é a energia que passa de um corpo quente para outro corpo frio. Essa definição é equivocada sobre o conceito físico, pois o calor é similar ao trabalho no sentido de que tanto um quanto outro são formas de transferência de energia. Além disso, os conceitos supracitados não são propriedade intrínseca de um sistema, assim não podemos dizer que um sistema possui uma quantidade de calor ou de trabalho; portanto, ambos os conceitos estão associados a um processo termodinâmico, ou seja, uma interação entre o sistema e suas vizinhanças, quando suas temperaturas diferem (Resnick, *et al.*, 2003).

O calor é a transferência de energia de um corpo para outro. Essa transferência pode ser percebida quando, por exemplo, observamos uma xícara de café quente e um copo com água gelada sobre uma mesa à temperatura ambiente. Notaremos que o café vai esfriar e o copo com água aquecer de modo que a temperatura de ambos ficará próxima à do ambiente. Fica evidente que um

corpo não se esfria espontaneamente, é necessário que esteja em contato com um corpo mais frio para que a energia térmica se transfira do corpo mais quente para um mais frio. Ou ainda podemos fazer isso se tivermos uma máquina térmica que possa retirar calor de um ambiente, como aparelho de ar condicionado, que retira calor do local onde está instalado e joga para o ambiente externo (Resnick, *et al.*; 2003).

Dizemos que o corpo quente perdeu energia térmica e o corpo frio ganhou energia térmica. O calor é a energia que foi transferida de um corpo para o outro, sem troca de calor com o meio externo, até que os corpos atinjam uma temperatura comum ou entrem em equilíbrio térmico (Resnick, *et al.*; 2003).

O calor recebido pelo sistema pode ser considerado positivo e o calor cedido pelo sistema seja considerado negativo; e a unidade de medida é a mesma do trabalho, conhecido como Joule (J) no Sistema Internacional de Unidades e Medidas, mas para a medida de calor pode também ser utilizada a unidade de caloria (cal), que define a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius, e está diretamente relacionada à definição de calor específico (Oliveira, 2005).

Vale lembrar que os mecanismos através dos quais essa transferência de calor se desenvolve são três: Condução, Convecção e Radiação.

No processo de condução de calor, quando colocada uma haste de metal ou mesmo uma colher de metal no fogo, por um tempo suficientemente longo a energia será transferida do fogo para o cabo através da condução térmica, fazendo com que toda a haste ou a colher fique quente. Isso ocorre nos metais, devido a alguns dos elétrons atômicos estarem livres para se mover dentro do limites de um objeto metálico; assim, a energia térmica se propaga ao longo da haste até alcançar a mão de quem a segura. Essa transferência de energia na forma de calor também pode ser aplicada em placas de metal, com algumas particularidades, como: espessura, área e condutividade térmica do material. Se a espessura de um material for infinitesimal dx e uma diferença de temperatura dT entre suas faces, obtém-se:

$$H = -KA \frac{dT}{dx} \quad (\text{Equação 5})$$

onde:

H = Calor por condução (J),

K = condutividade térmica (W/m.K),

A = Área (m²),

$\frac{dT}{dx}$ = Gradiente da temperatura,

A derivada dT/dx é chamada de gradiente da temperatura, para garantir que H seja positivo, atribui-se o sinal negativo à fórmula, uma vez que o calor flui no sentido do decréscimo da temperatura.

A condução térmica é um processo de transporte de energia sem transportar matéria, necessita de um meio e ocorre de maneira mais eficiente nos materiais sólidos. Corpos mais densos, de mais partículas livres, podem ser portadores de energia cinética, por isso são bons condutores de calor, assim são os metais. Já o plástico, a madeira, a lã, entre outros, são isolantes térmicos, ou seja, são maus condutores de energia na forma de calor.

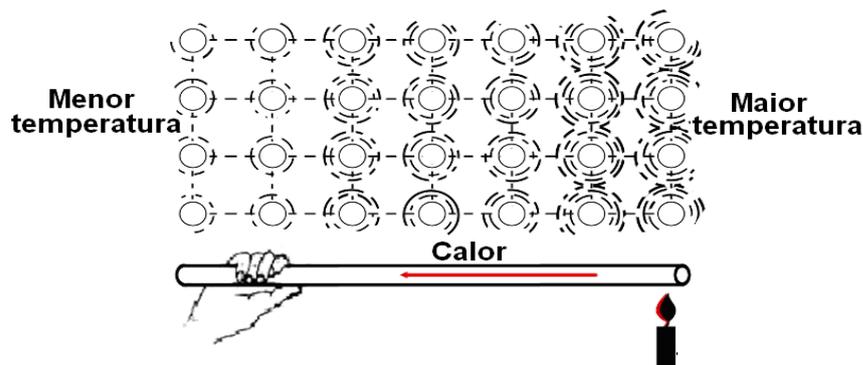


Figura 2.4: Condução de energia (calor). Fonte: (Marques; Araújo, 2009, p. 47).

No processo de convecção de calor, quando se observa uma chama de uma vela ou um fósforo, está se observando energia em forma de calor sendo transportada para cima por convecção.

A convecção pode apresentar – se livre ou natural, e/ou forçada, como quando um ventilador promove a circulação de ar para esfriar os quartos de uma casa, por exemplo.

Isso ocorre porque o fluido mais quente e menos denso se eleva para cima, enquanto o fluido mais frio e mais denso desce para ocupar o lugar do fluido mais quente em ascensão, e assim se estabelece uma circulação convectiva.

Sendo lançada ao ambiente, nota-se que as correntes de calor se deslocam para cima por convecção.

Convecção ocorre em padrões climáticos e nas variações meteorológicas. Esse tipo de convecção acontece naturalmente, mas ela pode ser causada também por aparelhos de ar condicionado, por exemplo, pois o ar quente que está na parte superior resfria, tornando-se mais denso, mais pesado, com isso desce empurrando o ar quente pra cima, lembrando que o ar quente é menos denso, ou seja, mais leve. E assim advêm as correntes de convecção, podendo ser observadas também em um eletrodoméstico presente no dia a dia de todas é a geladeira.

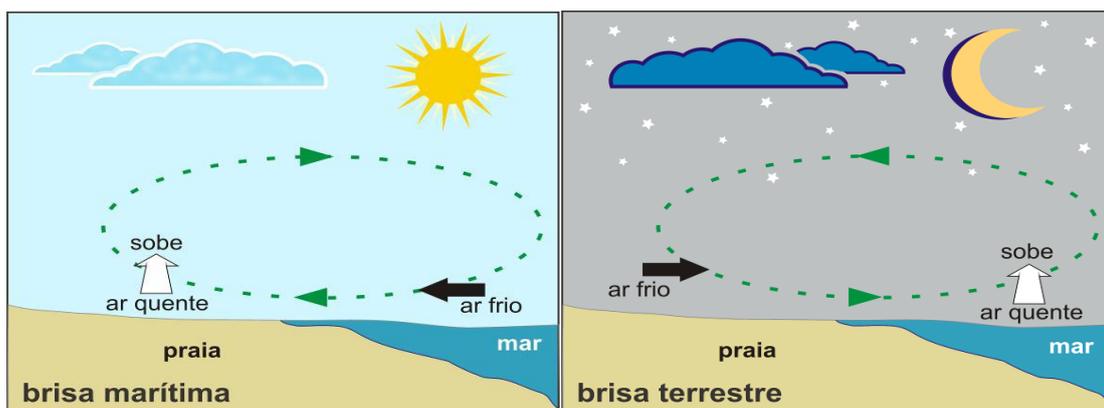


Figura 2.5: Durante o dia a brisa sopra do mar para a terra e durante a noite sopra da terra para o mar. Fonte: (Marques; Araújo, 2009, p. 46).

O processo de transmissão de energia através de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha), chamadas de ondas de calor radiante, é a irradiação térmica. Enquanto a condução e a convecção precisam de meio material, a irradiação acontece também no vácuo, onde não há matéria.

A radiação é a energia transportada pelo Sol até o nosso planeta por ondas eletromagnéticas que viajam pelo espaço quase que livremente pelo quase vácuo do espaço. Quando estamos perto de uma fogueira, somos aquecidos pelo mesmo

processo. Todos os objetos emitem essa radiação eletromagnética por causa da sua temperatura e também absorvem parte da radiação que chega neles emitidas por outros objetos. Quanto mais alta for a temperatura de um objeto, mais ele irradia (Resnick, et al., 2003, p. 251).

A radiação proveniente do Sol é interceptada pela Terra e uma grande parte dela é absorvida. A radiação térmica de um corpo depende de sua temperatura. Quanto maior a temperatura, mais ele irradia. Nota-se que a energia irradiada é proporcional à quarta potência da temperatura.

Essa afirmação pode ser comprovada com a Lei de Stefan Boltzmann,—“a radiância R_N de um corpo negro é proporcional a quarta potência de sua temperatura Kelvin, T , isto é ... (Luz e Álvares, 2014, p. 110):

$$R_N \propto T^4 \text{ ou } R_N = \sigma T^4 \quad (\text{Equação 6})$$

onde:

R_N = Radiância de um corpo negro,

σ = Constante de proporcionalidade,

T^4 = Temperatura na escala Celsius,

Esta lei permite calcular o poder emissor de um corpo. Podemos então definir que irradiação térmica é um processo de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas, chamadas de ondas de calor ou calor radiante.



Figura 2.6: Nas lareiras, o principal processo de transmissão de calor é a irradiação. Fonte: (Marques; Araújo, 2009, p. 40).

A capacidade térmica de um corpo está relacionada com a quantidade de energia que ele pode absorver ou ceder quando varia sua temperatura e é diretamente proporcional a massa de cada corpo; por isso, o corpo de menor massa sofre maior variação de temperatura.

É conveniente definir capacidade térmica C de um corpo como razão entre a quantidade de energia transferida para um corpo em forma de calor Q em um processo qualquer e a sua variação de temperatura correspondente, isto é:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (\text{Equação 7})$$

onde:

C = Capacidade térmica de um corpo, (J/°C ou Cal/°C),

Q = Quantidade calor cedida ou recebida (J),

ΔT = Variação de temperatura (°C),

A palavra “capacidade” pode ser errônea porque sugere “a quantidade de calor que um corpo pode conter”, sendo que ela simplesmente transfere energia por grau de variação de temperatura na forma de calor. A capacidade térmica por unidade de massa de um corpo, chamada de capacidade térmica específica ou apenas calor específico, que é uma característica de cada material e de cada substância, pode ser descrita pela equação:

$$c = \frac{C}{m} \quad (\text{Equação 8})$$

onde:

c = Calor específico (Cal/g°C),

C = Capacidade térmica (Cal/°C),

m = massa(Kg),

O calor específico é definido como a quantidade de energia por unidade de massa necessária para baixar ou elevar um grau Celsius a temperatura dessa substância.

Considerando o calor específico uma constante para uma determinada faixa de temperatura, obtém-se a seguinte equação:

$$Q = m c (T_f - T_i) \quad (\text{Equação 9})$$

onde:

Q = Quantidade de calor (J ou cal)

m = Massa (Kg),

c = Calor específico cal/g°C),

T_f = Temperatura final (°C),

T_i = Temperatura inicial(°C),

Pode-se determinar o calor que precisa ser transferido a um corpo de massa m com calor específico c, para que haja uma variação de temperatura dT,

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c dT \longrightarrow Q = mc (T_f - T_i) \quad (\text{Equação 10})$$

onde:

Q = Quantidade de calor (J ou cal)

T_f = Temperatura final (°C),

T_i = Temperatura inicial (°C),

c = Calor específico (cal/g°C),

dT = Taxa de variação de temperatura.

Por exemplo, a água precisa absorver uma energia 10 vezes maior que metais, como o cobre para sofrer a mesma variação de temperatura. E essa propriedade da água de absorver e liberar grandes quantidades de energia sem alteração de temperatura é muito importante para o clima no planeta Terra. Isso acontece graças á grande polarização de ligação oxigênio – hidrogênio, há nas moléculas de água a formação de intensos pólos positivos e negativos, essa polarização e a disposição espacial dos átomos na molécula possibilitam a

interação de átomos de hidrogênio de uma molécula com átomos de oxigênio de moléculas vizinhas resultando em uma força relativamente intensa entre as moléculas de água.

O calor específico é importante para substâncias sólidas, líquidas e gasosas, absorvendo ou cedendo energia quando sua temperatura sofre variação; mas, quando ocorre mudança de fase, a situação muda um pouco. A quantidade de energia necessária para causar uma transformação ou seja numa determinada quantidade de massa de uma substância é chamada de calor latente de fusão (Marques; Araújo, 2009, p. 36).

O calor total transferido em uma mudança de fase é, então,

$$Q = m L \quad \text{(Equação 11)}$$

onde:

Q= Quantidade de calor (J),

m = massa (Kg),

L = Calor latente (Cal/g),

O calor transferido durante a mudança de fase é chamado de calor latente. Durante a vaporização ou condensação é chamado de calor latente de vaporização, representado por (L_v), ou Calor latente de fusão, representado por (L_f).

Assim, dependendo do que está em questão, podemos representar a equação da seguinte maneira:

Para um processo de fusão / solidificação:

$$Q = L_f m \text{ ou } Q = L_v m, \quad \text{(Equação 12)}$$

onde:

Q = Quantidade de calor (J ou Cal)

L_f = Calor latente de fusão (J/ kg ou cal/g) ,

L_v = Calor latente de vaporização (J / kg ou cal/g),
 m = massa (Kg),

O calor latente de fusão varia de substância para substância. No caso da água, o valor é de 80 cal/g. Em outras palavras, são necessárias 80 calorias para fundir cada grama de gelo. Após fusão, cedendo – se mais calor, a temperatura de água sobe em função de seu específico, mas sem mudança de fase. Quando a temperatura atinge 100°C, ela muda de fase novamente, assim a temperatura permanece constante até que se finde a vaporização.

Segundo (Pietrocola, *et al.*; 2010) para a água, o calor latente de vaporização é de 540 cal/g, ou seja, são necessárias 540 calorias para vaporizar cada grama de água. Durante o processo inverso, incluindo a transformação de vapor em água (condensação) e de água em gelo (Solidificação), a temperatura permanece constante enquanto a energia é retirada para que todas as moléculas entrem na nova fase.

Na representação, tem-se o estado físico da água no estado sólido, estado do gelo em fusão, água, água em ebulição, vapor d'água.

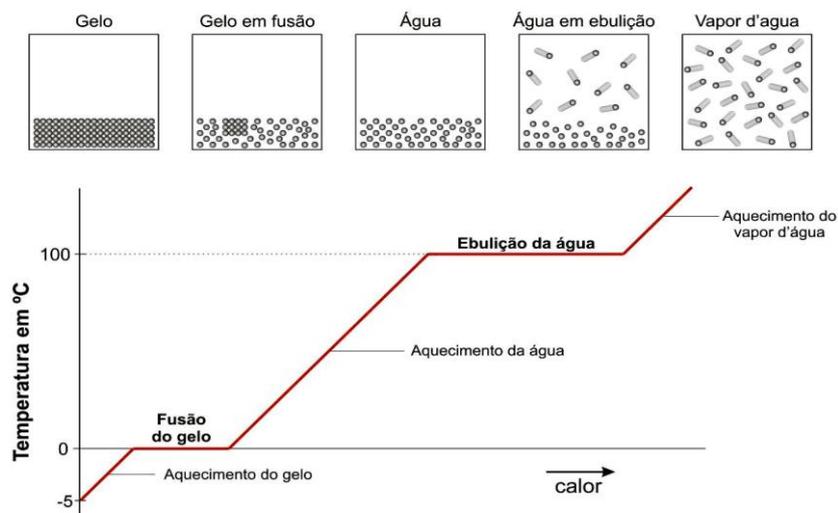


Figura 2.7: Temperatura em função da quantidade de calor absorvida. Fonte: (Marques; Araújo, 2009, p. 37).

O gráfico mostra a temperatura em função da quantidade de calor absorvida. Pode-se notar que a temperatura permanece constante durante a fusão e durante

a ebulição. Na análise do gráfico, despreza-se a ebulição da água e a sublimação, já que a condensação se forma nas paredes do recipiente.

Segundo (Marques; Araujo, 2009), quando um corpo recebe calor sem que a temperatura sofra variação, isso ocorre devido à mudança de fase na qual a energia pode ser recebida ou cedida, alterando as interações intermoleculares.

Capítulo 3

Teoria da aprendizagem significativa

3.1 A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel

O médico psiquiatra Ausubel dedicou sua carreira à psicologia educacional. Professor emérito da Universidade de Columbia em Nova Iorque voltou à psiquiatria após se aposentar, onde desde então professor Joseph D. Novak é quem elabora e divulga a teoria da aprendizagem significativa podendo ser referenciada como a teoria de Ausubel e Novak. (Moreira, 1999, p. 150).

Ausubel aponta três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva refere-se ao arquivamento ordenado de informações na memória do aprendiz, o que caracteriza a estrutura cognitiva. Já a aprendizagem afetiva é coincidente à cognitiva, pois “resulta em sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências, tais como, prazer e dor (...) algumas experiências afetivas sempre acompanham as experiências cognitivas” (Moreira, 1999, p.152).

A aprendizagem psicomotora é resultante de práticas repetitivas e está atrelada em aprendizagens afetiva e cognitiva.

Para Ausubel a aprendizagem significativa, depende de conteúdos que os indivíduos já possuem, na estrutura cognitiva. “A aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação é acoplada a uma estrutura cognitiva particular e específica, conhecida como subsunção” (Yamazaki, 2008, p. 2).

Na concepção de ensino-aprendizagem, Ausubel considera que aprender verdadeiramente é ampliar e reconfigurar saberes já existentes, ou seja, ele considera que o aluno já conhece conteúdo a ser trabalhado. “Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe” (Moreira, 1999, p. 152).

É através de aulas bem elaboradas, considerando essas ideias pré-existentes no aluno sobre determinado conteúdo que lhe seja significativo, que acontece a aprendizagem significativa. Porém, é condição importante que o aluno esteja

disposto a relacionar, comparar o que já sabe sobre tal conteúdo, reconfigurando e ampliando seu conhecimento.

Ausubel destaca em sua teoria a aprendizagem significativa que é fundamental haver uma interação entre a nova informação e o que o aluno já conhece, é o que ele define como conceito subsunçor.

Ensinar sem levar em conta o que a criança já sabe, segundo Ausubel, é um esforço vão, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar (Fernandes, 2011).

É relevante considerar o conhecimento já existente, as experiências vivenciadas pelo aluno anteriormente, para que as aulas sejam preparadas considerando não só este fator, mas a realidade sociocultural desses alunos. Assim, as aulas se tornarão mais atrativas para os mesmos, não alheias ao seu interesse.

No entanto, para ocorrer a aprendizagem significativa, é necessário que o assunto a ser apresentado seja relacionável com a estrutura cognitiva do aluno, e não arbitrária ou literal.

Ausubel cita três tipos de aprendizagem significativa:

- Aprendizagem representacional: Envolve atribuição de significados a determinados símbolos. Os símbolos passam a significar para o aluno aquilo que seus referentes significam.

- “Aprendizagem de conceitos: É de certa forma uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos particulares” (Moreira, 1999, p. 157).

- Aprendizagem proporcional: Neste tipo de aprendizagem, a característica principal é aprender o significado de ideias em forma de proposição. A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras que compõem o planejado.

Para melhor entender esse processo de aquisição, organização de significados na mente do indivíduo, Ausubel descreve a teoria da assimilação e a esquematiza da seguinte maneira:

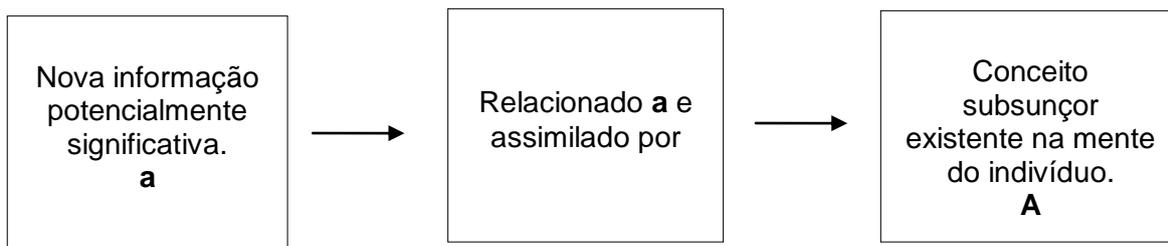


Figura 3.1: Esquema processo de aquisição e organização de significados. Fonte: (Moreira, 1999, p. 157).

Em conformidade com Ausubel, a assimilação ou ancoragem tem efeito facilitador na retenção das novas informações.

$$Aa \longleftrightarrow A+a$$

Logo após a aprendizagem significativa, começa o segundo estágio da assimilação em que as informações preexistentes não serão mais indispensáveis para o entendimento do novo contexto, pois este já foi assimilado. “O esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo de assimilação que facilita a aprendizagem e a retenção de novas informações” (Moreira, 1999, p. 159).

Ausubel caracteriza a aprendizagem como subordinada, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinada é aquela em que a nova informação depende da interação dos subsunçores em um princípio de subordinação à estrutura cognitiva preexistente.

Já a aprendizagem superordenada é aquela que se dá quando um conceito significativo interage com os conceitos pré-existentes, e esses são identificados como instância mais específica de uma nova ideia superordenada.

Na aprendizagem combinatória, “(...) a nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva, nem é capaz de assimilá-las. É como se a nova afirmação fosse significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo (...)” (Moreira, 1999, p. 159).

Ausubel apresenta duas situações que ocorrem no processo de aprendizagem significativa. A primeira é aquela que um novo conceito é aprendido com a influência do conceito subsunçor, e o pré-conceito também se modifica,

caracterizando a diferenciação progressiva do conceito subsunçor. A segunda situação ocorre quando as ideias ou conceitos preexistentes na estrutura cognitiva podem no decorrer da nova aprendizagem ser reconhecidos como relacionados, assim, com a nova aprendizagem, eles se reorganizam e adquirem novos significados. A esse processo Ausubel chama reconciliação integrativa.

Em concordância com Ausubel, sem dúvida que o fator mais importante para a aprendizagem significativa é a estrutura cognitiva do aprendiz no momento da aprendizagem.

Porém, esta estrutura cognitiva pode ser influenciada de duas maneiras que são:

Substantivamente pela apresentação ao aprendiz de conceitos e princípios unificadores e inclusivos com maior poder explanatório e propriedades integradoras. (...) Programaticamente pelo emprego de métodos adequados de apresentação do conteúdo e utilização de princípios programáticos apropriados na organização sequencial da matéria de ensino (Moreira, 1999, p.161).

Logo, o ponto principal de cada matéria é a identificação dos conceitos básicos e sua estruturação. Só depois, os conteúdos que sejam relevantes poderão ser elaborados para serem ensinados.

Outro ponto importante na facilitação da aprendizagem significativa é o papel do professor, que tem pelo menos quatro tarefas fundamentais:

1º - Saber quais são os conceitos com maior possibilidade de serem trabalhados, organizá-los hierarquicamente de modo a progredir para o amplo entendimento;

2º - Saber identificar quais os subsunçores relevantes para a aprendizagem dos conteúdos planejados;

3º - Perceber o que o aluno já conhece sobre o conteúdo a ser ministrado, ou seja, quais subsunções estão presentes na estrutura cognitiva de seus alunos e se são relevantes para a aprendizagem do conteúdo;

4º - Utilizar recursos que facilitem ao aluno organizar seus próprios conceitos, auxiliando-o na formação de sua própria estrutura cognitiva nessa área do conhecimento.

Por fim, o professor deve ser capaz de elaborar, manipular, organizar seu conteúdo de forma que seus alunos se interessem em saber sobre ele, e principalmente, estar embasado nos conceitos prévios sobre esse conteúdo já existente na memória do aluno, para que assim ocorra efetivamente a aprendizagem significativa.

3.2 A teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira

Ausubel já orientou e ensinou o que é realmente aprendizagem significativa, quais são as condições para que ela ocorra, o que compete ao aprendiz e ao mediador dessa aprendizagem. Esse é um questionamento pertinente que Moreira faz:

Mas se já sabemos o que é aprendizagem significativa, quais são as condições para que ocorra e como facilitá-la em sala de aula, o que falta a nós professores para que possamos promovê-la como uma *atividade crítica*? Na verdade, nos falta muito. A começar pela questão da predisposição para aprender. Como provocá-la? Muito mais do que motivação, o que está em jogo é a relevância do novo conhecimento para o aluno. Como levá-lo a perceber como relevante é o conhecimento que queremos que construa? (Moreira, 2010, p.7). (Grifo do autor).

A aprendizagem significativa crítica é uma perspectiva que permite e prepara o indivíduo a participar ativamente das atividades do grupo social em que está inserido e, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo.

É pela aprendizagem significativa crítica que o aluno pode fazer parte de um grupo ou cultura sem ser subjugado por eles, seja pelos seus mitos, diferenças, crenças ou qualquer outra opção, seja ela de categoria social ou sexual por exemplo.

(Moreira 2010) acredita que a facilitação da aprendizagem significativa crítica é possível e viável em sala de aula. Em virtude dessa viabilidade, ele descreve algumas estratégias facilitadoras:

- Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos. (...) Quer dizer, para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante(...) (Moreira, 2010, p.8).

- Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas. (...) Um ensino baseado em respostas transmitidas, primeiro do professor para o aluno nas aulas e, depois, do aluno para o professor nas provas, não é crítico e tende a gerar aprendizagem não crítica, em geral mecânica (...) (Moreira, 2010, p.8).

- Princípio da não centralidade do livro de texto, do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos, da diversidade de materiais instrucionais (...). Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos (...) (Moreira, 2010, p.10).

- Princípio do aprendiz como preceptor/representador (...). A questão é que o aprendiz é um preceptor/representador, ele percebe o mundo e o representa. Quer dizer, tudo que o aluno recebe ele percebe (...) (Moreira, 2010, p.10).

- Princípio do conhecimento como linguagem (...). Aprendê-la de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo (...) (Moreira, 2010, p. 12).

- Princípio da consciência semântica (...). Este princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica implica várias conscientizações. A primeira delas, e talvez a mais importante de todas, é tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras. Sejam quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas (...) (Moreira, 2010, p.12).

- Princípio da aprendizagem pelo erro. (...) Quer dizer, tais professores buscariam ajudar seus alunos a serem também detectores de erros. Isso nos remete, outra vez, à ideia de aprendizagem significativa crítica: buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação (...) (Moreira , 2010, p.14-15).

- Princípio da desaprendizagem (...). Desaprender está sendo usado aqui com o significado de não usar o conhecimento prévio (subsunçor) que impede que o sujeito capte os significados compartilhados a respeito do novo conhecimento (...). Desaprendizagem tem aqui o sentido de esquecimento seletivo. Aprender a desaprender é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante, desaprendê-lo (Moreira, 2010, p.15).

- Princípio da incerteza do conhecimento (...). O princípio da incerteza do conhecimento nos chama atenção que nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana (...) (Moreira, 2010, p.17).

- Princípio da não utilização do quadro-de-giz, da participação ativa do aluno, da diversidade de estratégias de ensino (...) O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica (...) (Moreira, 2010, p.18).

- Princípio do abandono da narrativa, de deixar o aluno falar (...). Atualmente fala-se muito em ensino centrado no aluno, em o professor como mediador e em aprender a aprender. Se ensinar é um meio para facilitar a aprendizagem e se a narrativa tem sido ineficaz para isso, por que não abandoná-la? Ensino centrado no aluno tendo o professor como mediador é ensino em que o aluno fala mais e o professor fala menos. Deixar o aluno falar implica usar estratégias nas quais os alunos possam discutir negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. O aluno tem que ser ativo, não passivo (...) (Moreira, 2010, p.18-19).

Capítulo 4

Aprendizagem significativa dos conteúdos propostos no produto educacional: Aquecimento Global e Efeito Estufa

- A escolha do efeito estufa para trabalhar os conceitos de calor e temperatura é justificada pela correlação destes, com o aquecimento global. A motivação dessa escolha baseia-se no espaço que as discussões sobre esses fenômenos tem ocupado nas últimas décadas, tendo em vista o aumento gradativo da temperatura do nosso Planeta.

O Sol, estrela solitária no sistema planetário, é uma imensa massa gasosa constituída basicamente por hidrogênio e hélio, que apresenta temperatura e pressão elevadas. É também um potente emissor de radiações eletromagnéticas, como luz visível, ultravioleta e infravermelho (calor) (Máximo; Alvarenga, 2014).

Essa radiação tem um papel importante no surgimento e manutenção da vida no planeta Terra.

O Aquecimento Global, foi apontado na Rio+20, realizada em junho de 2012, como um dos principais desafios que a humanidade deverá enfrentar. O embate científico sobre as causas da oscilação da temperatura ainda perdura apesar de já ter ocorrido em outros momentos da história (Schwertl, *et al.*; 2013, p.2).

No entanto, uma considerável parcela de cientistas argumenta que o aquecimento global é causado pela emissão dos gases provenientes das atividades antropogênicas. Já uma segunda corrente de pesquisadores defende que o aquecimento global pode ser de origem natural, ou seja, o clima do planeta pode se alterar por causa das atividades vulcânicas, das mudanças na quantidade de radiação que o Sol emite.

Dessa forma, de acordo com Vieira e Bazzo apud (Rubino, 2010), há controvérsias sobre as causas do aquecimento global, e podem ser resumidas em duas hipóteses:

- Hipótese 1: o aquecimento global é real e causado pela atividade humana (queima de combustíveis fósseis – petróleo, gás e carvão–, queima das florestas tropicais, etc.), por isso, os governantes devem tomar medidas urgentes para salvar o planeta de uma catástrofe.

- Hipótese 2: O aquecimento global é real, mas não se tem certeza sobre as suas causas. Pode se tratar de atividade solar e parte de um ciclo de aquecimento e resfriamento das temperaturas na Terra. Nesse caso, não há nada que os governantes possam fazer a respeito (Rubino, 2010, p.5).

Para (Silva e Lima, 2009), as causas do aquecimento global são conseqüências não só dos fatores antropogênicos, mas também dos internos e naturais:

(...) as simulações climáticas referentes ao início do século passado (1900-1950) podem ser explicadas somente pelos fatores internos e naturais; mas o aquecimento ocorrido após a metade do século passado até o momento, para ser explicado, necessita dos fatores externos como as emissões de gases de origem antropogênica, responsáveis pelo efeito estufa. Essa explicação é devida principalmente ao tempo de permanência desses gases na atmosfera, em sua maioria acima de cem anos, e a velocidade do aumento da temperatura nas últimas décadas (Silva e Lima, 2009, p.48).

No que se refere a análise dessas hipóteses, também existem diferentes formas de aceitação, conforme o interesse de cada segmento. Os ambientalistas e a maioria dos indivíduos leigos neste assunto consideram a primeira hipótese, uma vez que os argumentos a favor desta são bastante relevantes e são lançados pela mídia diariamente.

Contrários a esse grupo, estão os grandes empresários das indústrias e alguns governantes dos países desenvolvidos e industrializados, que são os maiores poluidores e responsáveis pela maior parte das emissões dos gases estufa no mundo. Estes preferem a segunda hipótese, à medida que não querem reduzir o ritmo de produção de suas indústrias, o que frearia a economia do país e reduziria seus lucros, aumentando também a taxa de desemprego, o que ocasionaria um caos.

Mas o problema vai além das causas socioeconômicas mundiais. São várias as inferências do aquecimento global e algumas delas já podem ser sentidas em diferentes partes do planeta. Os cientistas já observam que o aumento da

temperatura média do planeta tem elevado o nível do mar devido ao derretimento das calotas polares, podendo ocasionar o desaparecimento de ilhas e cidades litorâneas densamente povoadas. E há previsão de uma frequência maior de eventos extremos climáticos (tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, seca, nevascas, furacões, tornados e tsunamis) com graves conseqüências para populações humanas e ecossistemas naturais, podendo ocasionar a extinção de espécies de animais e de plantas.

O aquecimento global pode ser controlado, mas considerando que o aumento de temperatura é devido aos gases do efeito estufa, algumas atitudes precisam ser tomadas, como: diminuir o desmatamento; investir no reflorestamento e na conservação de áreas naturais; incentivar o uso de energias renováveis não convencionais (solar, eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas); preferir utilizar bicombustíveis (etanol, biodiesel) a combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel); investir na redução do consumo de energia e na eficiência energética; reduzir, reaproveitar e reciclar materiais; investir em tecnologias de baixo carbono e melhorar o transporte público com baixa emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), são algumas das possibilidades. E tais medidas podem ser estabelecidas através de políticas nacionais e internacionais de clima.

Como medida preventiva para reduzir esses Gases do Efeito Estufa (GEEs), os países desenvolvidos elaboraram uma lista de metas.

Na preocupação com a grande quantidade de poluentes emitidos por países desenvolvidos, elaborou – se então o tratado de Quioto, criado em 1997, o Protocolo entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005, logo após o atendimento às condições que exigiam a ratificação por, no mínimo 55% do total de países-membros da Convenção e que fossem responsáveis por, pelo menos, 55% do total das emissões de 1990. E esse protocolo constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, definindo metas de redução de emissões para os países desenvolvidos e os que, à época, apresentavam economia em transição para o capitalismo, considerados os responsáveis históricos pela mudança atual do clima (Protocolo de Quioto, 1997).

Durante o primeiro período de compromisso (2008-2012), 37 países industrializados e a Comunidade Europeia comprometeram-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) para uma média de 5% em relação aos

níveis de 1990. No segundo período de compromisso (2013-2020), as partes se comprometeram a reduzir as emissões de GEE em pelo menos 18% dos níveis de 1990. Cada país negociou a sua própria meta de redução de emissões em função da sua visão sobre a capacidade de atingi-la no período considerado.

Independente do que esses grupos de países acreditam, é relevante considerar que o planeta é como uma grande estufa. A atmosfera que envolve a Terra faz com que o calor proveniente do sol na forma de radiação ultravioleta seja absorvido pela Terra e devolvido à atmosfera por raios infravermelhos (calor).

Poderíamos definir o efeito estufa como o aumento da temperatura terrestre devido, principalmente, à absorção de energia reemitida pela superfície terrestre. A presença de vapor d'água, nitrogênio, oxigênio e gases ricos em carbono - como gás carbônico, o monóxido de carbono, o metano, o óxido nitroso e óxido nítrico - faz com que o calor refletido pela superfície da Terra seja absorvido e com que a temperatura média na atmosfera do planeta seja de 15°C (Oliveira, et al., 2009, p.36).

A razão pela qual esses dois gases, o vapor de água e o dióxido de carbono, são denominados de gases estufa se deve ao fato de eles serem excelentes absorvedores da radiação infravermelha. Na atmosfera, acontecem processos de troca de energia térmica importantes para o clima terrestre. Existem a condução de calor, a convecção e a interação da radiação eletromagnética com os gases e partículas que compõem a atmosfera. Neste último caso, pode ocorrer absorção ou algum processo de espalhamento que depende de fatores como comprimento de onda da radiação, a composição química das substâncias envolvidos e o tamanho das partículas. O resultado líquido dessa interação é um aquecimento adicional da superfície terrestre, possibilitando que a sua temperatura média global seja cerca de 15°C ao invés daqueles inóspitos -18°C calculada pelo equilíbrio Terra-Sol. As moléculas de vapor de água, o dióxido de carbono e alguns outros gases absorvem radiação eletromagnética, apresentando uma eficiência de absorção relativamente menor para a radiação solar (ondas curtas) do que para a radiação vinda da superfície da Terra (ondas longas). Esses gases atmosféricos aquecidos também emitem radiação, a qual se dirige em parte para a Terra e em parte para o espaço. O aquecimento adicional da superfície terrestre por esse processo é chamado de Efeito Estufa. Como se pode perceber, ele

contribui para uma condição climática essencial ao desenvolvimento da biosfera terrestre.

O fenômeno de absorção da radiação e emissão na atmosfera é conhecido como “efeito estufa natural” e é responsável pelo balanço de energia no sistema Terra – Atmosfera.

Dessa forma, pode-se definir que o efeito estufa é o responsável pelo aumento da temperatura terrestre, devido à absorção de energia reemitida pela superfície. Os gases como vapor d’água, nitrogênio, oxigênio e gases ricos em carbono fazem com que o calor refletido para a superfície da Terra seja absorvido com uma temperatura média na atmosfera de 15° Celsius. A presença desses gases é responsável pelo efeito estufa natural, o que é benéfico ao planeta e aos seres vivos de todas as espécies.

Para compreender melhor o efeito estufa natural podemos fazer uma analogia com um carro parado, com os vidros fechados sob a luz do Sol, dessa forma a radiação ultravioleta atravessa os vidros penetrando no interior do carro aquecendo – o, a partir daí tem – se uma emissão de calor na forma de radiação infravermelha, a qual tem dificuldade para atravessar o vidro do carro, e com isso, a parte que fica presa dentro do veículo, intensifica o aquecimento dentro do carro, da mesma forma ocorre com o Planeta Terra, onde os gases funcionam como o vidro do automóvel, deixando que a radiação ultravioleta proveniente do Sol passe, mas impedindo que parte da radiação, que é transformada em infravermelha, seja devolvida em forma de calor para a atmosfera.

O exemplo acima está relacionado com o dia a dia dos alunos, o que facilita o entendimento físico sobre o efeito estufa e aquecimento global.

Dessa forma, é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação a esses fenômenos, pois entendendo o que acontece no interior do carro facilita a compreensão sobre o que ocorre no planeta Terra sob a ação do efeito estufa.

Apesar de estes fenômenos estarem presentes no cotidiano dos alunos, não são conteúdos abordados com grande ênfase nos livros didáticos, o que dificulta o entendimento por parte dos mesmos.

A partir dessa dificuldade, idealizou-se a construção de um produto educacional como tentativa de sanar as dificuldades de entendimento desses

conceitos físicos. Segundo Piaget apud (Moreira, 1999, p.104): “(...) é que o ensino deve ser acompanhado de ações e demonstrações sempre que possível deve oportunizar o aluno a ação deve estar interligada com a argumentação, pois só haverá conhecimento se houver uma integração entre teoria e prática”.

O produto educacional possibilita um comparativo entre o efeito estufa e aquecimento global e os fenômenos físicos que ocorrem no interior das mini-estufas, devido a radiação emitidas pelas lâmpadas, que é absorvida pela terra no interior da mini-estufa, possibilitando uma analogia com o que ocorre no planeta.

A radiação ultravioleta também conhecida pela sigla UV, é a radiação eletromagnética ou os raios ultravioletas com um comprimento de onda menor do que o da luz visível e maior que dos raios-X, de 380 nm a 1nm. O nome significa mais alto que – além do (do latim *ultra*), - violeta, pelo fato de que o violeta é a cor visível com comprimento de onda mais curto e maior frequência. A radiação ultravioleta é emitida pelo Sol juntamente com a luz visível (Oliveira, et al., 2009, p.35).

Além de a atmosfera absorver a radiação solar, as nuvens também têm um papel importante, pois são boas absorvedoras de radiação infravermelha, com isso elas são responsáveis por manter a superfície da Terra aquecida principalmente durante a noite.

Mas é notório o aumento desse aquecimento devido às atividades humanas, como as emissões expelidas por fábricas, indústrias, veículos automotores, áreas de cultivo e resíduos líquidos e sólidos no uso da terra, bem como o desmatamento, agropecuária, queimadas, a queima de combustíveis fósseis e o uso excessivo de agrotóxicos, muito desses gases serão absorvidos pelas plantas na fotossíntese.

Quando a radiação solar atinge a Terra, ela é absorvida, espalhada é refletida nas seguintes proporções:

- 30% da radiação é refletida para o espaço,
- 19% é absorvida pela atmosfera,
- 51% da radiação solar é absorvida pela superfície do globo. Num solo com vegetação, as folhas absorvem uma grande quantidade de radiação, livrando assim a incidência direta da radiação na superfície,

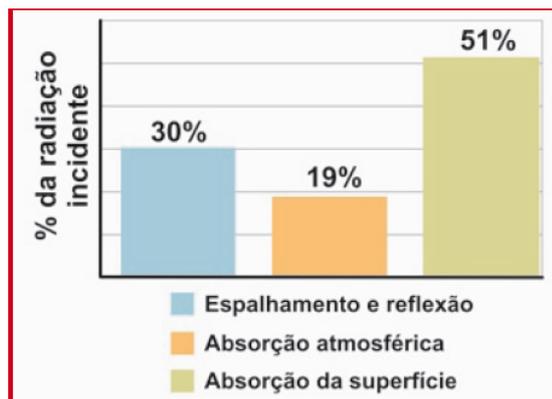


Figura 4.1: O que ocorre com os raios solares depois que atingem a superfície da Terra. Fonte: (Oliveira, et al., 2009, p. 37).

Assim, o Efeito Estufa é um dos principais mecanismos para manter a temperatura ideal na Terra para o desenvolvimento da vida. Entretanto, a emissão desenfreada de gases (principalmente CO₂ e CH₄) acentua os reflexos do Efeito Estufa, aumentando a temperatura global e, dessa maneira, modificando as condições ambientais atuais através do derretimento das calotas polares, do aumento do nível médio dos mares e da desestabilização das estações do ano, dentre outros efeitos climáticos.



Figura 4.2: O Efeito Estufa. Fonte: (Tavares, 2015).

São muitos os fatores que determinam as condições climáticas em todo planeta, alguns podem passar milênios inalterados, apesar das ações antropogênicas intensas. Em muitos outros processos, ciclos e momentos, a ação humana contribui para uma mudança nos padrões que durante milhares de anos, mantiveram o clima da Terra propício para a vida.

Os gases do efeito-estufa como o CO₂ têm aumentado consideravelmente em menos de dois séculos de ação humana, pois em 650 mil anos de sua história, não foi registrado tamanho aumento de CO₂ na Terra.

O vapor de água é o mais potente dos gases do efeito estufa, e está presente na parte inferior da atmosfera. Como a maior parte da radiação é absorvida em sua base, o gás carbônico e o vapor de água são os gases mais efetivos, por existirem em maior quantidade.

Mudanças climáticas são impostas pela própria natureza, ou seja, mudanças climáticas naturais, esse fenômeno passará por uma abordagem da história da Terra e de momentos fundamentais de sua trajetória, cujos reflexos foram decisivos para a evolução do clima no planeta.

Tão importante quanto as influências das mudanças climática naturais na evolução do clima no planeta, há também as atividades antrópicas que causam mudanças consideráveis no clima como o aumento da emissão de gases do efeito estufa, queimadas, desmatamentos, entre outros.

É inegável que o meio ambiente é vital para a sobrevivência de todos os seres vivos do planeta, pois o ambiente em que estamos inseridos interfere no nosso modo de viver, bem como na qualidade de vida e na existência dos seres vivos, lembrando ainda que a água funciona como moderador de temperatura para o nosso planeta, pois possui elevados valores de calor específico, calor latente de vaporização e calor latente de ebulição, e isso faz com que o nosso planeta não tenha variações bruscas em sua temperatura, possibilitando a vida de muitos organismos, que só sobrevivem uma faixa estreita de variação de temperatura.

De acordo com (Oliveira, et al.2009), o homem é o responsável pelas mudanças no meio em que vive, ameaçando vários ecossistemas do planeta.

Ao longo de três décadas tem - se tornado evidente que as atividades humanas passaram a ameaçar, de forma considerável, o equilíbrio do nosso planeta. Recursos naturais como água e ar, em diversas regiões, encontram – se contaminados. Da mesma forma, vários ecossistemas são destruídos ou estão em avançado processo de devastação. Mais recentemente, o processo de aquecimento global do planeta ganhou destaque, fruto do aumento das concentrações dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera (Oliveira, et al., 2009, p.113).

Percebe-se assim que o ser humano não tem buscado viver em equilíbrio com o Planeta. As comodidades e confortos proporcionados pelo uso cada vez maior de aparelhos e eletrodomésticos desenvolvidos com funções cada vez mais específicas e que utilizam a energia, como por exemplo, o ar condicionado, tem contribuído para o impacto sobre a produção dos gases que causam o efeito estufa.

Inegável é o comprometimento de vários países na tentativa de buscar uma solução para reduzir as emissões de gases que intensificam o Efeito Estufa o mesmo, contribui para que o planeta venha a aquecer.

Após pesquisas realizadas, evidências científicas comprovam que as atividades humanas têm relação direta com o aquecimento global recente.

Nesse sentido, precisa ser implementada uma incansável busca por meios alternativos e para isso faz-se necessário que o assunto seja incluso no conteúdo didático de forma mais incisiva e evidente, levando em consideração a seriedade do problema.

Se atitudes não forem planejadas a partir da educação, talvez não tenhamos condição de evitar um colapso mundial, pois o acontecimento pode ser de maneira momentaneamente imperceptível ao ser humano e com isso não causar de fato a sensibilização necessária nas pessoas. Contudo, os grandes problemas que virão poderão afetar até mesmo a produção de alimentos, pois os desastres em decorrência do aumento do aquecimento global podem ser catastróficas, devastadora e causar sérios danos a humanidade.

Capítulo 5

Métodos, técnicas e a pesquisa de campo

O levantamento da problemática de pesquisa, bem como sua solução, pode ser motivado por razões intelectuais ou práticas. Segundo Gil (2007), a atividade da pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que busca proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Ela desenvolve-se seguindo um processo constituído de várias fases, que se iniciam na formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

5.1 Caracterização da pesquisa

A palavra método vem do “grego *methodos*; *met'hodos* que significa, literalmente, caminho para chegar a um fim” (Tartuce, 2006). Portanto, pode-se entender que método é o caminho em direção a um objetivo.

Segundo (Gerhardt; Silveira 2009), em geral, o método científico compreende basicamente um conjunto de dados iniciais e um sistema de operações ordenadas adequadas para a formulação de conclusões, de acordo com os objetivos determinados.

Uma pesquisa pode ser identificada quanto à sua abordagem, seus objetivos e seus procedimentos. Quanto à abordagem e objetivos esta pesquisa caracteriza-se como do tipo qualitativa e de caráter exploratória, respectivamente.

Para (Gil 2009), as pesquisas de caráter exploratório envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que conhecem o problema pesquisado; e a análise de exemplos que estimulem a compreensão do objeto estudado. (Gil 2009). Pontua ainda que essas pesquisas possam ser classificadas como pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Quanto aos procedimentos, partiu-se da compreensão proposta por (Fonseca, 2002), de que a pesquisa possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar, através de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção no real. Nesse sentido, esta pesquisa

proposta define-se como um estudo de caso. Para (Gil 2009), esta modalidade de pesquisa é amplamente usada nas ciências biomédicas e sociais.

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade, por exemplo, de um sistema educativo e visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de essencial e característico. (Fonseca, 2002).

5.2 Caracterização do instrumento e das técnicas de pesquisa

As técnicas e instrumentos que foram utilizados para a coleta de dados, seguiram as orientações teórico-metodológicas das autoras (Marconi; Lakatos 2007); (Gil 2009); (Tartuce 2006); e (Gerhardt; Silveira, 2009). A coleta de dados é a busca por informações para a elucidação do fenômeno ou fato que o pesquisador quer desvendar. O instrumental técnico elaborado pelo pesquisador para o registro e a medição dos dados deverá preencher os seguintes requisitos: validade, confiabilidade e precisão (Gerhardt; Silveira, 2009).

No que concerne a documentação, (Marconi; Lakatos 2007), apontam para a existência da documentação indireta e documentação direta. A documentação indireta é a fase da pesquisa realizada com intuito de recolher informações prévias sobre o campo de interesse. “O levantamento de dados, primeiro passo de qualquer pesquisa científica, é feito de duas maneiras: pesquisa documental (ou de fontes primárias) e pesquisa bibliográfica (ou de fontes secundárias)” (Marconi; Lakatos, 2007, p.174) (grifos das autoras). Na pesquisa documental (fonte primária) recorreremos aos documentos oficiais da escola, como a Proposta Político Pedagógica.

Considerada por (Gerhardt; Silveira 2009) como “mãe de toda pesquisa”, a pesquisa bibliográfica (fonte secundária), fundamenta-se na localização das fontes bibliográficas produzidas e disponibilizadas em bibliotecas públicas ou particulares, livrarias ou meio eletrônico. A finalidade principal dessa pesquisa é reunir obras e autores que possibilitem uma compreensão a cerca do tema

abordado e auxiliem na leitura e interpretação dos dados que foram levantados em campo.

Como documentação direta, utilizou-se a observação direta intensiva que é realizada através da observação estruturada (sistemática), participante, individual e em ambiente real.

Neste trabalho a observação direta extensiva deu-se através da aplicação de um questionário diagnóstico, contendo 10 questões abertas, em dois momentos diferentes. O primeiro procedimento, caracterizado como pré-teste, antes da aplicação do produto educacional e o segundo posterior à apresentação dos conceitos de calor e temperatura com a utilização do produto educacional, na fase de pós-teste.

5.2.1 Questionário diagnóstico

As dez questões apresentadas a seguir compõem o questionário construído com a finalidade de averiguar os conceitos subsunçores de calor e temperatura no pré-teste com as duas turmas de 2º Ano. O pré-teste foi realizado na turma “A” antes da apresentação do produto educacional e da turma “C” antes da apresentação dos conceitos através da aula quadro e giz.

Após a aplicação do produto educacional, as mesmas questões foram reaplicadas nas duas turmas no intuito de identificar se o uso do produto educacional contribuiu satisfatoriamente para aprendizagem dos alunos, objetivo principal deste trabalho.

1) Pela manhã quando servimos café e percebemos que está muito quente, adicionamos uma quantidade de leite frio. Em segundos, a mistura do leite com o café está mais fria. Por quê?

2) Ao retirar o gelo do congelador e deixá-lo sobre a mesa, o que você espera que aconteça ao medir a temperatura deste gelo enquanto ele derrete?

3) Ao colocar água em temperatura ambiente para ferver, o que ocorre com a temperatura dela antes de ferver?

4) Uma colher de alumínio é deixada sobre o fogo. Logo após, ao tocarmos na colher, queimamos a mão. O que ocorreu?

5) Observamos que em todos os ambientes, que a instalação dos aparelhos de ar condicionado é feito na parte superior. Por quê?

6) É possível que um objeto quando tocado transfira mais calor que outro objeto na mesma temperatura?

7) Uma bola de metal é capaz de passar através de um anel de metal. Entretanto, quando a bola de metal é aquecida ela fica entalada no anel. O que ocorre se, em vez da bola ser aquecida, o anel for aquecido?

8) O que faz com que os canos estourem no inverno?

9) Por que um cubo de gelo gruda em uma bandeja de gelo metálica que acabou de sair da geladeira?

10) Por que um agasalho impede que uma pessoa passe frio?

5.3 Descrição do local da pesquisa

A Escola Estadual Albert Einstein, foi criada através do Decreto Nº 1139 de 20/01/2000 devido ao anseio de pais, alunos, professores e sociedade em geral por uma escola que atendesse somente na modalidade Ensino Médio regular, sendo que a Escola Estadual Guarantã atendia toda uma clientela de ensino fundamental e médio e por sua vez o ensino médio precisava de uma atenção diferenciada e para que houvesse essa identificação de unidade de Ensino Médio deu-se o desmembramento da Escola Guarantã e a criação da Escola Estadual Albert Einstein – Ensino Médio.

A Escola Estadual Albert Einstein está localizada na Rua Inharé, nº 835, Bairro Centro, no município de Guarantã do Norte, localizada no extremo norte do estado de Mato Grosso.

A Escola atende uma clientela diversificada, pois recebe estudantes dos bairros centrais e periféricos e também da zona rural, que utilizam o transporte escolar, na modalidade Ensino Médio Regular e Ensino Médio Integrado a Educação Profissional - EMIEP, funcionando nos três turnos e atualmente na rede pública de ensino do município é a única escola que oferece ensino médio regular.

A Escola Albert Einstein atende neste ano aproximadamente 1024 alunos distribuídos em 32 turmas tendo em média 32 alunos por turma.

A estrutura física da escola é composta por 12 salas de aula todas climatizadas; cinco laboratórios, sendo eles de Física, Matemática, Química, Biologia, Informática Aplicada as Línguas e o LIED (Laboratório de Informática Educativa). Possui dois banheiros para alunos, um para professores e um para funcionários; uma sala de professores; secretaria; uma sala para direção e uma para coordenação; cozinha; biblioteca; almoxarifado; quadra de esportes coberta e quadra de areia; bebedouro e uma pequena área recentemente arborizada.



Figuras 5.1 : Visão externa da Escola Estadual Albert Einstein.

5.4 Definição da população

Este trabalho envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio, mais especificamente das turmas “A” e “C”, do período matutino da Escola Estadual Albert Einstein.

A escolha das turmas de 2º ano justifica-se, pois os conteúdos abordados no produto educacional construído são pré-requisitos curriculares dessa fase do ensino médio. Nesse sentido, o planejamento foi remodelado para que os alunos já no primeiro dia de aula fossem inseridos no trabalho, de modo que os mesmos estivessem conscientes de que fariam parte do projeto que abordaria os assuntos referentes a calor, temperatura, efeito estufa, suas causas e aquecimento global.

No desenvolvimento das atividades, foi contextualizado e explicado passo a passo da construção do produto educacional, com intuito de mostrar a partir da ação concreta, o conceito de ligações em série e paralelo, instalação e funcionamento dos aparelhos como o voltímetro, o amperímetro, o potenciômetro e das lâmpadas. Também foram entendidas as funções de cada objeto e elucidações dos objetivos para cada uma das situações simuladas em cada mini-estufa.

5.5 Construção e averiguação do produto educacional

5.5.1 Materiais e roteiro de construção do produto educacional

Para a construção do produto educacional, mini-estufas, foram utilizadas duas caixas organizadoras de aproximadamente 53 litros cada. Uma revestida internamente com papel-alumínio e outra com placas de espelho. Para complementar o arranjo das mini-estufas foi utilizado os seguintes materiais: canos de PVC de 100 mm e 50 mm, lâmpadas incandescentes de 40 watts, amperímetro, voltímetro, potenciômetro, termômetro e fios flexíveis.

As mini-estufas foram construídas contendo em seu interior substâncias diferentes. Em uma delas colocou-se água e na outra terra. Essas substâncias foram escolhidas, pois são análogas ao planeta e indispensáveis para a manutenção da vida, o que torna os estudos sobre o assunto mais atrativo já que

se trata de substâncias comuns na vida dos seres vivos. O material utilizado e o passo-a-passo da montagem das estufas pode ser encontrado no Apêndice A1.

5.5.2 Roteiro de averiguação do produto educacional

Uma vez finalizada a parte de construção do produto educacional, fez-se necessário a realização de um teste cuja finalidade foi fazer a averiguação do seu funcionamento para evitar imprevistos no momento da aplicação junto aos alunos.

Nas duas mini-estufas as unidades de medidas aferidas foram:

P = Potência, unidade de medida em Watts,

V = diferença de potencial, a unidade de medida é Volt,

i = corrente elétrica, sua unidade de medida é Ampère,

T = temperatura no interior das mini-estufas.

Para esta averiguação foram realizadas 12 medições, realizadas seguindo sempre o critério de mesmo horário e ambiente, foram realizadas no laboratório de física da escola no período, repetindo-se as medidas de 5 em 5 minutos. As variáveis aferidas foram: temperatura, corrente e tensão e partir destas, foi possível calcular a potência que se manteve constante utilizando a fórmula:

$$P = Vi \quad \text{(Equação 13)}$$

onde:

P = Potência (W),

V = Diferença de potencial(V),

i = Corrente elétrica (A),

Essa equação é utilizada para calcular a potência, variando tensão e correntes regulados por um potenciômetro.

Nota-se que ao atingir temperatura entre 36,2°C à 40,2°C houve a mudança de estado físico de parte da água presente na mini-estufa, formando gotículas na tampa devido ao aumento da temperatura no interior da mesma; ou seja passou do estado líquido para o vapor. A formação das gotículas se deu pelo fato de o calor ficar preso no interior da mini-estufa, pois a mesma é fechada impedindo

que o calor dissipasse para o meio externo. Esse fenômeno é conhecido como vaporização (Máximo e Alvarenga, 2014, p.133)

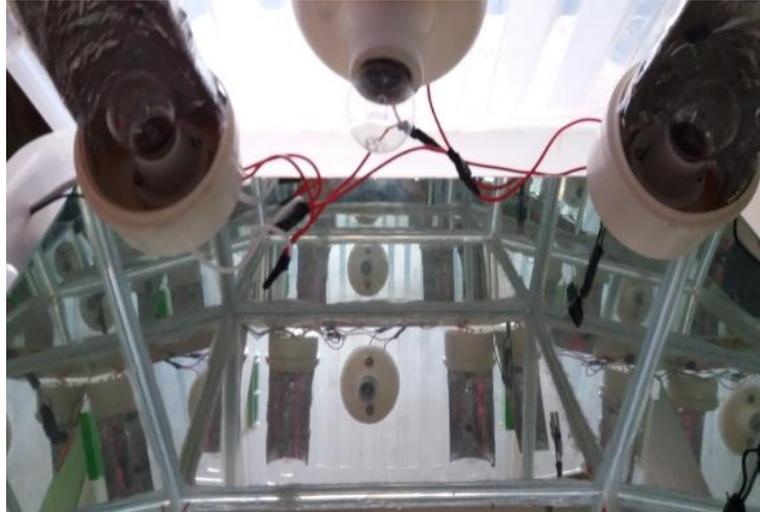


Figura 5.2: Produto educacional mini-estufa revestida com espelhos contendo água.



Figura 5.3: Evaporação e condensação da água durante o manuseio da mini-estufa.

Na estufa com terra observou-se um aumento na temperatura devido a transferência de energia das lâmpadas em forma de radiação infravermelha (calor) que foi absorvida pela terra, fazendo com que a temperatura atingisse aproximadamente $54,8^{\circ}\text{C}$. Neste processo chamado de calor sensível, muda-se a temperatura da substância, mas mantém-se a mesma estrutura física.



Figura 5.4: O produto educacional mini-estufa revestida com papel alumínio contendo terra.

Esse fenômeno pode ser observado na natureza. Em lugares onde há preservação de árvores a radiação proveniente do sol, não atinge diretamente o solo. Isso ocorre devido as formações vegetais possuírem a importante função de absorver parte da radiação solar que incide sobre a superfície terrestre. Assim, quando o grau de reflexão é maior, maior tende a ser o impacto do efeito estufa, pois haverá mais radiação disseminando-se e retornando para a atmosfera. Dessa forma, áreas mais abertas, com menor presença de vegetação, tendem a absorver mais calor, provocando o aumento das temperaturas. Ou seja, nas áreas devastadas a radiação eletromagnética incide diretamente no solo. Parte é absorvida e parte é devolvida para atmosfera. Essa situação agrava o que chamamos de aquecimento global, pois a radiação infravermelha, devido aos gases que acarretam o efeito estufa, não consegue atravessar a atmosfera provocando o aquecimento da Terra.

As medidas a seguir foram realizadas para averiguar o funcionamento produto educacionais, para posterior manuseio dos alunos nas aulas práticas de laboratório.

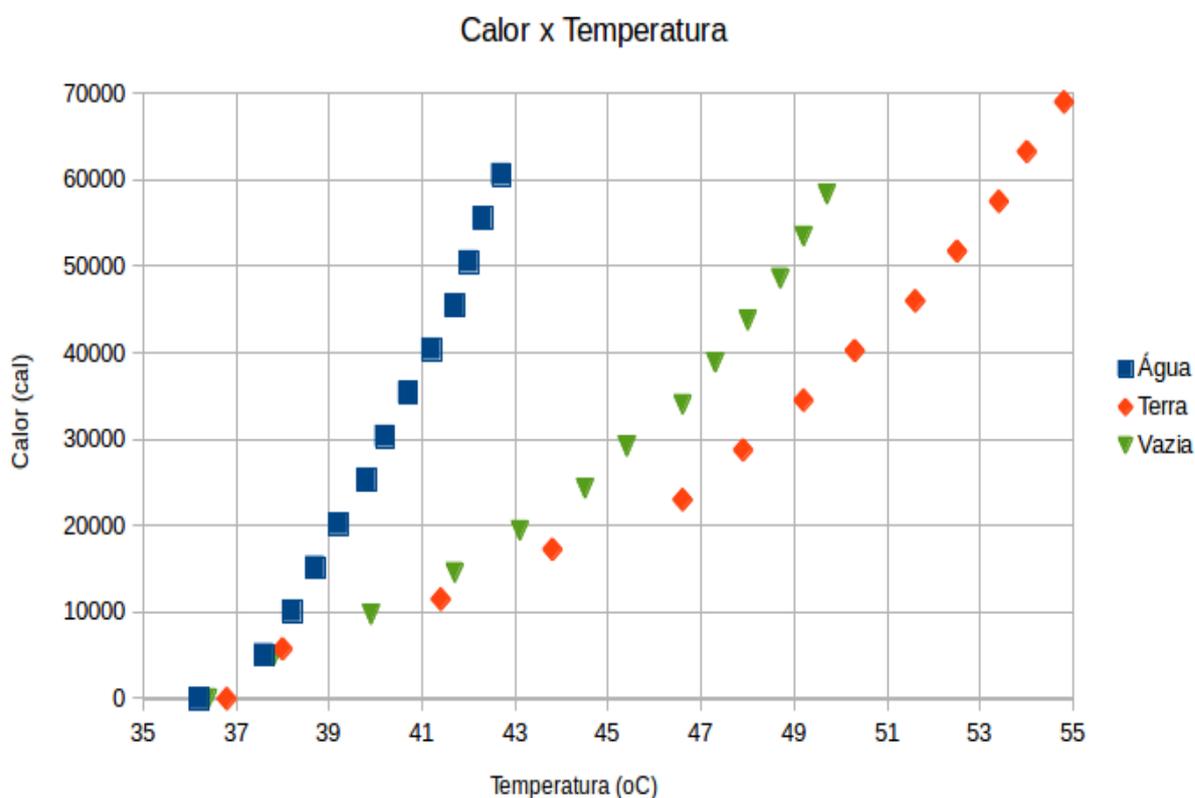


Figura 5.5: Gráfico das aferições das medidas de Calor (cal) x Temperatura (°C) da mini-estufa revestida internamente por placas de espelho sem substância, com substância água e com substância terra.

Os resultados apresentados na figura 5.5 mostram que a temperatura aumenta em função do calor inserido no interior da mini-estufa para os três casos analisados (vazia, com água e com terra).

Esse aquecimento ocorreu devido a funcionalidade das lâmpadas incandescentes utilizadas, que transformam 90% da energia elétrica consumida em energia térmica. (Pinheiro et al. 2011).

Os valores de calor foram obtidos através de aferições realizadas de 5 em 5 minutos (300s), considerando-se a potência da lâmpada de 67,8W .

A variação de temperatura ocorreu nas seguintes faixas para os três casos analisados: de 36,4°C a 49,7 °C (vazia), de 36,2°C `42,7°C (com água) e de 36,8 a 54,8°C (com terra). No caso das mini-estufas com água e terra, o termômetro foi colocado em contato com cada uma dessas substâncias. Quando submetida a uma mesma quantidade de calor a temperatura da estufa com água é menor do que na estufa vazia, que por sua vez é menor que na estufa com terra.

Considerando o processo de absorção de calor por cada uma dessas substâncias, justifica-se este comportamento em termos de calor específico da substância considerada, sendo os valores estabelecidos por cal/g°C: água 1, ar 0,24 e 0,175 valores médios de solos. (Pessôa, 2006).

Quanto maior o calor específico do material, menor a variação de temperatura. Assim, os dados são condizentes com o esperado; ou seja, sendo os calores específicos das três substâncias relacionados por: $c. \text{ água} > c. \text{ ar} > c. \text{ terra}$, as variações de temperatura da água são menores e as da terra maiores, ou seja, $\Delta T \text{ água} < \Delta T \text{ ar} < \Delta T \text{ terra}$.

Este comportamento é semelhante ao fenômeno de aquecimento da Terra:

O aquecimento da superfície da Terra controla o aquecimento do ar sobrejacente. Portanto, para entender variações nas temperaturas do ar, deve-se examinar as propriedades das várias superfícies, que refletem e absorvem energia solar em quantidades diferentes. O maior contraste é observado entre terra e água. A terra aquece mais rapidamente e a temperaturas mais altas que a água e resfria mais rapidamente e a temperaturas mais baixas que a água. Variações nas temperaturas do ar são, portanto, muito maiores sobre a terra que sobre a água.(Grimm, 1999).

Capítulo 6

Aplicação do Produto Educacional e Discussão dos Resultados

6.1 Desenvolvimento das aulas a partir da aplicação do produto educacional

Nesta etapa do trabalho, apresenta-se a descrição do cronograma e das atividades desenvolvidas para a aplicação do produto educacional e a apresentação dos resultados das duas turmas no pré-teste e pós-teste.

Este trabalho foi desenvolvido em 12h/a sendo:

- 28/03/17-02 h/a – Apresentação do projeto para os alunos e aplicação do questionário diagnóstico.



Figura 6.1: Apresentação do projeto do Mestrado Profissional Ensino de Física – UFMT para a turma escolhida para participar da aplicação do produto educacional.



Figura 6.2: Aplicação do questionário diagnóstico – pré-teste 2º Ano “A”.

Nesta aula foi apresentado aos alunos do 2º ano “A” do período matutino, por meio de “slides”; o trabalho e a importância desse produto na aprendizagem dos conteúdos físicos abordados. Os alunos também responderam o questionário diagnóstico sobre calor e temperatura para saber quais conceitos subsunçores estes apresentavam sobre o conteúdo.

- 04/04/17 - 02h/a – Vídeo sobre efeito estufa, calor e temperatura;



Figuras 6.3 Apresentação do vídeo sobre o efeito estufa, aquecimento global, calor e temperatura.

Na segunda semana os alunos assistiram a um vídeo de 30 minutos sobre o Efeito Estufa e sua relação com o calor e a temperatura. Após assistirem ao vídeo os mesmos foram divididos aleatoriamente em grupos de 05 alunos onde analisaram as questões respondidas na aula anterior e responderam novamente o questionário diagnóstico com o objetivo de analisar qual foi a influência do vídeo na assimilação do conteúdo.

O vídeo escolhido intitula-se Mudanças Ambientais Globais foi produzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2009).

- Aula prática no laboratório de Física para apresentação do produto educacional mini-estufas, divisão da turma em grupo “A” e grupo “B”;



Figuras 6.4: Mini - estufa revestida internamente por papel alumínio que foi manuseada pelo Grupo “A”, (B): Mini-estufa revestida com espelho que foi manuseada pelo Grupo “B”.

Depois, os alunos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, “A” e “B”; contendo catorze integrantes cada um. O Grupo “A” analisou a mini-estufa revestida internamente por papel alumínio e o grupo “B” observou a mini-estufa revestida com espelho, ambas vazias.

Neste dia os alunos foram orientados sobre o funcionamento das mini-estufas, tendo o professor da disciplina lhes apresentado e explicado sobre os nomes e finalidades de cada um dos equipamentos utilizados nas mini-estufas. Ao final, aferiram a medida da temperatura no interior de cada mini-estufa, que ainda encontravam-se vazias.

- 11/04/17- 02h/a – Aula prática no laboratório de Física para colocação dos substâncias água e terra e aferição da temperatura no interior de cada uma das mini-estufas;



Figuras 6.5: Manuseio da mini-estufa contendo terra pelos alunos do Grupo “B”.



Figuras 6.6 Manuseio da mini-estufa contendo água pelos alunos do Grupo “A”.

Na quarta semana os grupos “A” e “B” mediram aproximadamente três (03) quilos de terra e três (03) litros de água, com o objetivo de calcular o calor específico da terra e da água.

O grupo “A” mediu a quantidade de terra que posteriormente foi colocada na mini-estufa revestida com o papel alumínio e o grupo “B” mediu a quantidade de água que foi depositada na mini-estufa revestida de espelhos.

Nesta aula os grupos realizaram as medidas de temperatura com as estufas contendo a substância terra e água, bem como analisaram o comportamento dos elementos com a variação da temperatura.

O grupo “B” percebeu que a uma temperatura de aproximadamente $45,6^{\circ}\text{C}$ a $48,5^{\circ}\text{C}$ há uma concentração do processo de evaporação da água, ficando nítido na tampa da mini-estufa pequenas partículas de água, possibilitando ao grupo a percepção de mudança do estado físico da água.

O grupo “A” percebeu que; com o aumento da temperatura à aproximadamente $59,5^{\circ}\text{C}$, a terra não teve mudança alguma de estado físico, sendo assim perceberam que ao contrário da água, a terra possui apenas calor específico variando apenas a temperatura.

- 18/04/17- 02h/a – Aula prática no laboratório de Física. Os grupos quantificaram a terra e água colocada em cada mini-estufas. Foi realizada também a aferição da temperatura da água e da terra e cada grupo fez as anotações das medidas.





Figura 6.7: Cada grupo realizou a aferição do amperímetro e voltímetro, também fez a medida da massa e da temperatura da substância presente no interior da mini-estufa e posteriormente fez o cálculo da potência a partir das medidas coletadas.

- 25/04/17- 02h/a – Construção de tabelas e gráficos com base nos dados registrados no caderno de acompanhamento;



Figuras 6.8 Construção de gráficos após a coleta dos dados.

Nesta semana os grupos “A” e “B” foram ao laboratório de informática para digitar os dados obtidos durante as aferições e construíram as tabelas e gráficos dos mesmos.

- 02/05/17- 02h/a – Formação de grupos misturando substância dos Grupos “A” e “B” para compartilhamento das diferentes informações e conceitos obtidos pelo grupo da mini-estufa contendo terra e pelo grupo da mini-estufa contendo água.



Figuras 6.9 Discussão e compartilhamento entre alunos dos Grupos “A” e “B”.





Figura 6.10 : Aplicação do pós-teste.

Após a interação entre as substâncias dos Grupos “A” e “B”, os alunos receberam novamente o questionário diagnóstico para verificar se estas aulas foram relevantes na construção de novos conceitos e na aprendizagem significativa e significativa crítica desses conteúdos.

O primeiro grupo observou o produto educacional com o elemento terra e o segundo grupo, analisou a mini-estufa contendo água, sendo possível o comparativo entre os elementos das duas mini-estufas, já que os grupos puderam trocar de objeto de pesquisa assim que tiveram entendido significativamente a diferença entre calor e temperatura, bem como a influência do efeito estufa. Essa experiência facilitou um comparativo da variação de calor e temperatura dos elementos analisados, contribuindo para o êxito dessa pesquisa.

O produto educacional produzido ficou disponível no laboratório de Física da escola, podendo ser utilizado pelos alunos envolvidos nesse projeto sob orientação do docente.

6.2 Apresentação e discussão da aplicação do produto

Com a utilização das mini-estufas os alunos observaram a diferença de absorção do calor pela terra colocada na mini-estufa revestida de papel alumínio e pela água adicionada na mini-estufa revestida por placas de espelho. Assim, combinando a explicação teórica com a vivência prática, o entendimento dos alunos foi facilitado para discernir a diferença entre calor e temperatura principal objetivo deste trabalho.

Após as aulas expositivas e práticas onde as mini-estufas foram de fundamental importância para concretizar a diferenciação desses conceitos, no pós-teste percebe-se que os alunos assimilaram e descreveram com maior clareza as questões referentes a esses conceitos. Durante as aulas eles relacionavam o que foi aprendido com o cotidiano de cada um, o que demonstra que atingiram substancialmente os objetivos esperados com este trabalho; demonstraram ter aprendido significativamente e ao relacionar o conteúdo com seu dia a dia confirmaram a aprendizagem significativa crítica. Desta forma, este produto educacional combinado com o método utilizado nas aulas foi importante neste processo de ensino aprendizagem e pode ser utilizado para trabalhar outros conteúdos como: Calor específico, Calor latente, Capacidade térmica, Potência, Corrente elétrica, Tensão, Efeito Estufa, Transferência de Calor e Equilíbrio Térmico.

O produto educacional foi um importante facilitador da aprendizagem significativa crítica, estimulando a curiosidade a busca pela descoberta do saber, o entusiasmo foi contagiante, pois, os alunos sentiram-se desafiados tornando – se instrumento fundamental para a execução do projeto.

Com este produto educacional foi possível ir além desse conteúdo da Física, pois o aluno está em constante aprendizado e tudo o que lhe é disposto de maneira que lhe desperte o interesse possibilita a aprendizagem significativa e potencializada.

Os alunos perceberam que no elemento terra foi possível desenvolver um cálculo envolvendo a fórmula do calor sensível específico, onde há variação de temperatura sem mudar o estado físico da matéria, já na água perceberam que ao atingir a temperatura maior que o ambiente, por volta de $45,6^{\circ}\text{C}$ a $48,5^{\circ}\text{C}$, esta

substância começou a mudar de estado físico, entrou no processo de transformação de água para vapor, onde foi explicado através da vivência que o calor responsável por esse fenômeno é chamado de calor latente.

O que geralmente acontece na natureza onde existe a preservação das matas, a irradiação emitida pelo Sol, parte dela é absorvida pelas árvores e ou plantas que realizam a fotossíntese, essa radiação não atinge diretamente o solo.

Eles observaram também a diferença de absorção do calor pela terra e pela água. Assim, combinando a explicação teórica com a vivência prática, o entendimento dos alunos foi facilitado para discernir a diferença entre calor e temperatura.

As mini-estufas foram um importante instrumento de estudo para outras práticas pedagógicas, o que melhorou não somente os conteúdos citados, mas foi de considerável importância para a escola que dispõe de mais uma ferramenta pedagógica para o ensino de física, já que geralmente as escolas são tão carentes desses dispositivos.

A seguir, é apresentada a comparação dos resultados obtidos com os pré e pós-testes, juntamente com a análise de cada questão sobre os aspectos analisados. O questionário completo, com perguntas e respostas esperadas pode ser visto no apêndice.

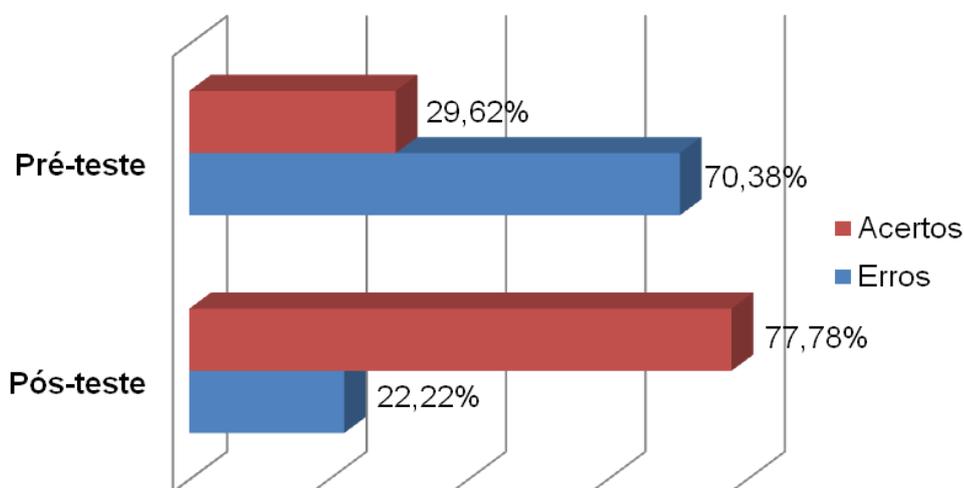


Figura 6.11: Gráfico comparativo do resultado da questão 1 entre pré-teste e pós-teste.

Com o objetivo de averiguar os subsunçores dos alunos sobre equilíbrio térmico que são o entendimento entre as diferentes temperaturas das substâncias, foi elaborada questão acima explicitada, visto que de acordo com

Resnick et al. (...) “antes de se tratar diretamente com a temperatura, primeiro é necessário estabelecer o conceito de *equilíbrio térmico* (...)” (Resnick, et al., 2003, p. 206). (Grifos do autor).

É importante que os alunos entendam que quando duas substâncias de diferentes temperaturas estão em contato a de maior temperatura passa energia em forma de calor para a de menor temperatura, após algum tempo essas substâncias atingem temperatura comum, que chamamos de equilíbrio térmico.

Quando dois corpos, com diferença de temperatura, são colocados em contato, a energia é transferida em razão das colisões microscópicas das partículas que os constituem. A energia é transferida do corpo que possui maior grau de agitação média das partículas para o corpo com menor grau. Essa troca de energia – em nível microscópico – termina quando as partículas de um corpo tiverem o mesmo grau de agitação que as do outro corpo. Nessa situação final, dizemos que os corpos estão em equilíbrio térmico (Guimarães, et al., 2014, p. 13).

Ao observar o gráfico elaborado a partir dos resultados entre o pré-teste e o pós-teste, podemos afirmar que o conceito de equilíbrio térmico não era claro para a turma, tendo em vista que apenas 29,62% dos alunos corresponderam à expectativa na resposta dada a questão. Após a aplicação do produto educacional o rendimento da turma aumentou em 48,16%, sendo esta a questão com o terceiro melhor rendimento entre o pré-teste e o pós-teste.

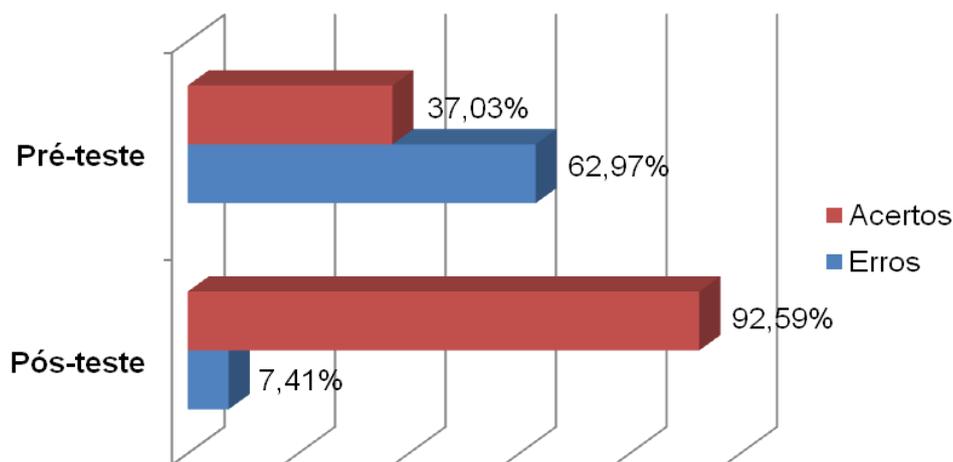


Figura 6.12: Gráfico comparativo do resultado da questão 2 entre pré-teste e pós-teste.

Na segunda questão abordamos o conteúdo referente a mudança de estado físico do gelo, de sólido para líquido em temperatura ambiente, com intuito de

perceber o que os alunos sabiam sobre as alterações que ocorreriam nesse processo.

A leitura do gráfico acima nos mostra que o rendimento demonstrado no pré-teste não foi satisfatório, pois apenas 37,03% dos alunos acertaram a questão naquele momento.

Abre-se um parêntese aqui, para enfatizar que a aplicação do pré-teste configurou-se numa ferramenta importante para organização dos próximos momentos da execução deste trabalho. Como toda avaliação de caráter diagnóstico, o pré-teste forneceu base para fazer uma análise detalhada do processo de aprendizagem, a partir do conhecimento demonstrado por cada aluno diante da aplicação desse instrumento.

Através da Avaliação Diagnóstica, busca-se: Investigar seriamente o que os alunos “ainda” não compreenderam o que “ainda” não produziram o que “ainda” necessitam de maior atenção e orientação [...] enfim, localizar cada estudante em seu momento e trajetos percorridos, alterando-se radicalmente o enfoque avaliativo e as “práticas de recuperação” (Hoffman, 2008, p.68). (Grifos do autor).

A avaliação diagnóstica pode ser realizada no início, no meio e no final de um processo (aula, unidade, bimestre, etc.). No início, ela é considerada como uma sondagem, pois se verifica o conhecimento prévio dos alunos em relação a matéria nova. Durante o processo ensino-aprendizagem, fornece informações importantes para o professor desde o progresso dos alunos, até mesmo em relação a sua metodologia, ou seja, se sua linguagem, seus métodos e materiais estão adequados. No final, ela assume o papel de avaliar os resultados (Lorencini, 2013).

Percebe-se que as aulas práticas desenvolvidas para melhorar a aprendizagem destes conjuntos de conceitos físicos foram eficientes, pois esta foi a questão de maior rendimento entre o pré-teste e o pós-teste. Foi também a que obteve maior porcentagem de acertos no pós-teste.

A verificação do rendimento da turma a partir do aumento em 55,56% após a aplicação do produto educacional comprova que os alunos atingiram a aprendizagem significativa esperada.

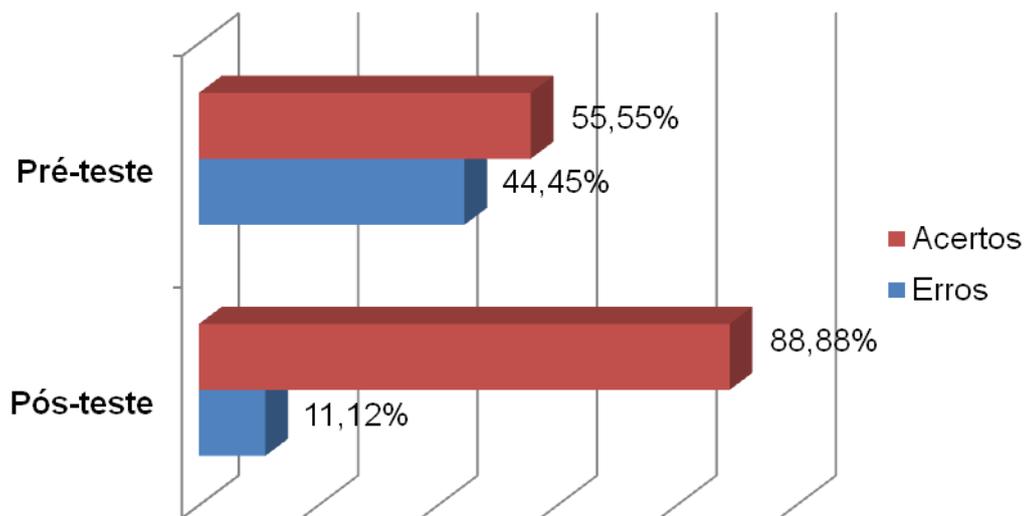


Figura 6.13: Gráfico comparativo do resultado da questão 3 entre pré-teste e pós-teste.

Os alunos observaram nessa questão, que ocorreu uma mudança na temperatura da substância água, mas não mudou de estado físico. Esta propriedade física denominada calor específico.

Segundo (Válio 2013), “calor específico c é a quantidade de calor que deve ser fornecida ou retirada para que a massa unitária de uma substância sofra uma variação unitária de temperatura para mais ou para menos” (Valio, et al., 2013, p. 32).

Percebe-se com a análise gráfica da referida questão que o rendimento dos alunos foi de 33,33% o que mostra a eficácia do método aplicado e teorias utilizadas como base foram proficientes, pois esta questão foi a segunda com porcentagem de acertos no pós-teste, 88,88%.

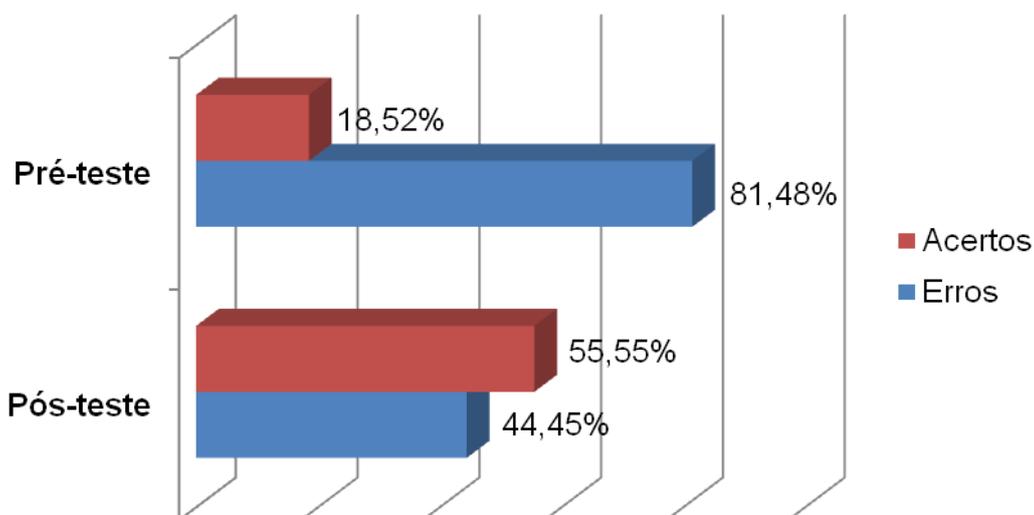


Figura 6.14: Gráfico comparativo do resultado da questão 4 entre pré-teste e pós-teste.

Esperava-se que nesta questão os alunos identificassem uma situação do dia a dia com o fenômeno físico da transferência de calor por condução, foi utilizado como exemplo o aquecimento de uma colher de alumínio exposta ao fogo. Porém, mesmo se tratando de uma situação corriqueira, a porcentagem de acertos no pré-teste de apenas 18,52%, sendo a segunda questão com maior porcentagem de erro, evidenciou que a compreensão do fenômeno a partir do conceito de transferência de calor por condução não era clara para os alunos.

A substância curricular de Física no ensino médio precisa despertar no aluno o senso de curiosidade, tendo em vista que os conceitos abordados e trabalhados nesta disciplina acontecem no cotidiano. Contudo não é isto que temos percebido e o resultado da questão 4 no pré-teste evidencia essa dificuldade. Está explícita a discrepância entre os conteúdos ministrados em sala pelos professores e os conhecimentos empíricos que os alunos possuem.

A partir do momento que os alunos vivenciaram um ensino pautado na teoria da aprendizagem significativa através da aplicação do produto educacional, o rendimento da turma melhorou em 37,03%, pois os alunos perceberam que a colher esquentou porque seus átomos e moléculas foram aquecidos, isso é possível devido a transferência de calor por contato entre o fogo e a colher.

Condução é o processo de transferência de calor por **contato direto** entre os corpos, em que a energia é transferida de partícula a partícula, desde o corpo que está em contato com a fonte quente até o corpo que está na região mais fria. Portanto, a condução **depende de um meio material** (Valio, et al., 2013, p.18). (Grifo do autor).

Assim, a partir de uma situação comum no seu dia a dia, os alunos conseguiram entender o fenômeno físico condução de calor, explicitando assim, a aprendizagem significativa crítica, pois possivelmente em todas as outras situações estes saberão identificar transferência de calor por condução.

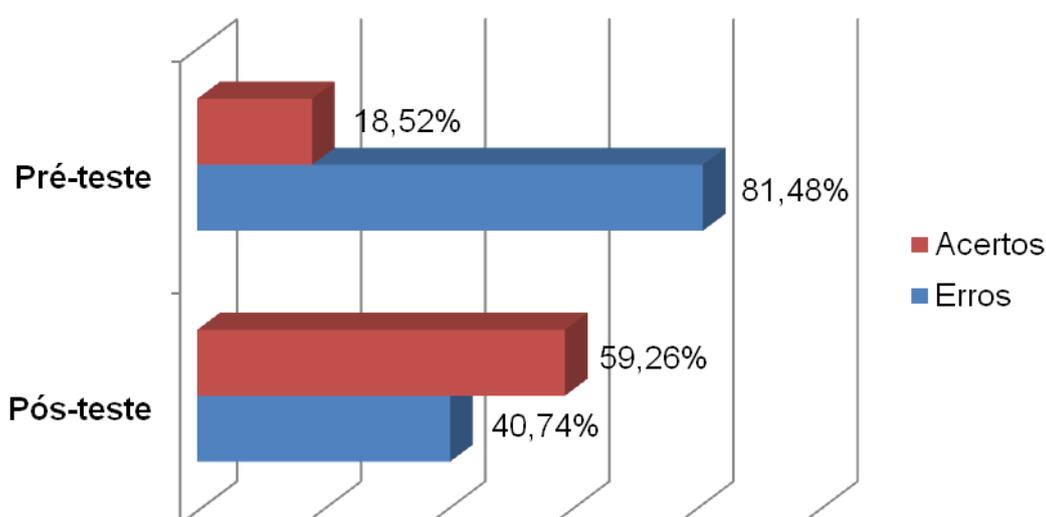


Figura 6.15: Gráfico comparativo do resultado da questão 5 entre pré-teste e pós-teste.

Nesta questão o objetivo era identificar os subsunçores da turma em relação as correntes de convecção. Para isso, utilizamos na questão outro exemplo bastante comum do dia a dia, que são os aparelhos de ar condicionado. Aqui, assim como na questão anterior, o percentual de acertos de 18,52% nos evidencia a falta de contextualização dos conceitos físicos ao ser ensinados tradicionalmente não demonstram, como já é posto, eficiência no processo de ensino e aprendizagem.

Ao utilizar uma metodologia diferenciada para ensinar o conceito das correntes de convecção, com o produto educacional, o entendimento foi facilitado e a aprendizagem da turma foi melhorada em 40,74%, como se percebe no gráfico acima, com os resultados do pós-teste.

Uma das definições estudadas nos livros didáticos foi a de (Torres et al. 2010) que define convecção como “o processo de transmissão do calor em que a energia térmica se propaga pela movimentação de massas líquidas ou gasosas que alternam suas posições no meio devido a diferença de densidade” (Torres, et al., 2010, p. 63).

Combinando as teorias descritas nos livros didáticos e os exemplos vivenciados no dia a dia, como aparelho de ar condicionado, torna-se mais lógico e usual o conceito físico.

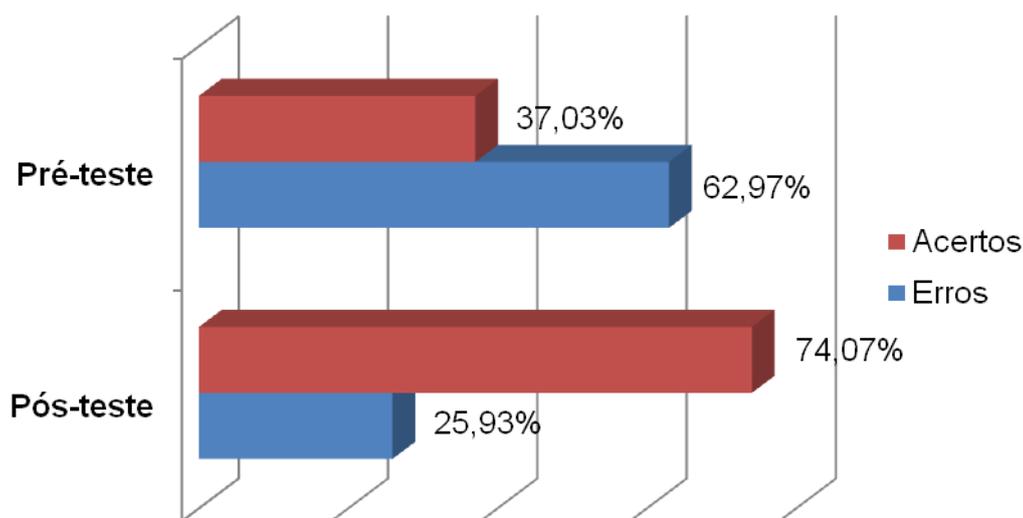


Figura 6.16: Gráfico comparativo do resultado da questão 6 entre pré-teste e pós-teste.

Esta questão é relativamente complexa, pois os alunos precisavam ter um pré-conceito sobre capacidade térmica e calor específico de cada objeto, para assim poderem entender se quando submetidos à uma mesma temperatura dois objetos podem ter ou não ter mais calor um que o outro, sendo que a capacidade térmica é definida como a quantidade de calor que um corpo necessita receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade.

(Resnick, et al.2003) define “a *capacidade térmica* C de um corpo como a razão entre a quantidade de energia transferida para um corpo na forma de calor Q em um processo qualquer e sua variação de temperatura correspondente. (Resnick, et al., 2003, p.254). (Grifo do autor).

Considerando a dificuldade desta questão observa-se que houve um rendimento considerável, em virtude das aulas utilizando o produto educacional, que possibilitou o entendimento deste conceito de capacidade térmica, pois ao

observar as mini-estufas, uma contendo água e a outra contendo terra, porém, com a mesma massa (3kg) e estando à mesma temperatura, os alunos puderam verificar que ambas possuíam calor específico diferentes.

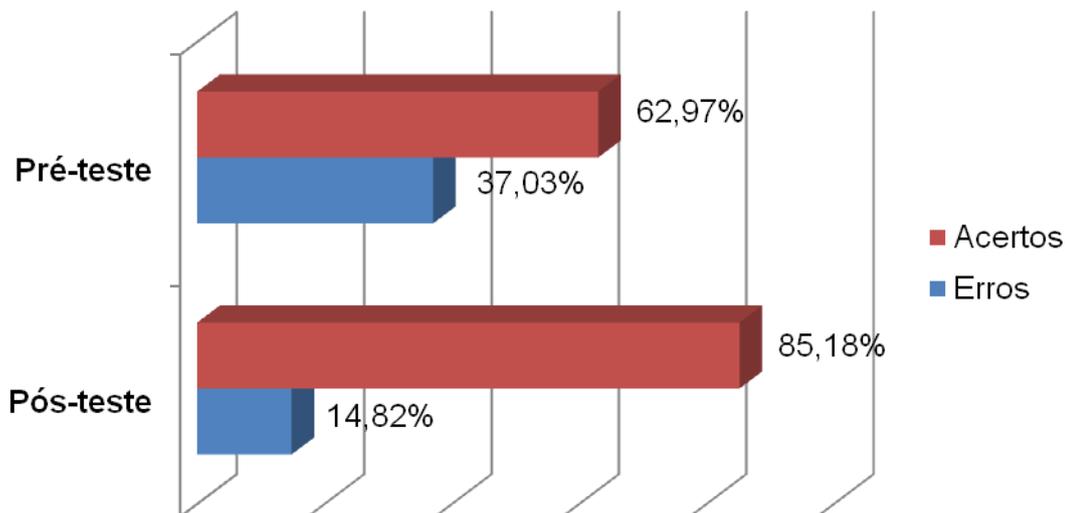


Figura 6.17: Gráfico comparativo do resultado da questão 7 entre pré-teste e pós-teste.

Percebe-se que os alunos possuíam conhecimento prévio sobre dilatação dos sólidos através do aumento da temperatura, tendo em vista que 62,97% dos alunos acertaram a questão no pré-teste, configurando-se também como a questão de maior rendimento nesta etapa.

Conclui-se que os alunos entendem que se ao invés de aquecer a bola de metal o anel for aquecido, este se dilatará aumentando suas dimensões facilitando a passagem da esfera.

(Luz e Álvares 2008) elucidam porque ocorre esta dilatação:

Se analisarmos a estrutura interna de um sólido, podemos entender porque ocorre a dilatação. Os átomos que constituem o sólido se distribuem ordenadamente, dando origem a uma estrutura que é denominada rede cristalina do sólido. A ligação entre estes átomos se faz por meio de forças elétricas que atuam como se existissem pequenas molas unindo um átomo a outro. Esses átomos estão em constante vibração em torno de uma posição média de equilíbrio. Quando a temperatura do sólido aumenta há um aumento na agitação de seus átomos, fazendo com que eles, ao vibrar, afastem-se mais da posição de equilíbrio. Entretanto, a força que se manifesta entre os átomos atua como se a “mola” fosse mais dura para ser comprimida do que para ser distendida. Em consequência disto, a distância média entre os átomos torna-se maior ocasionando a dilatação do sólido (Luz e Álvares, 2008, p.50-51).

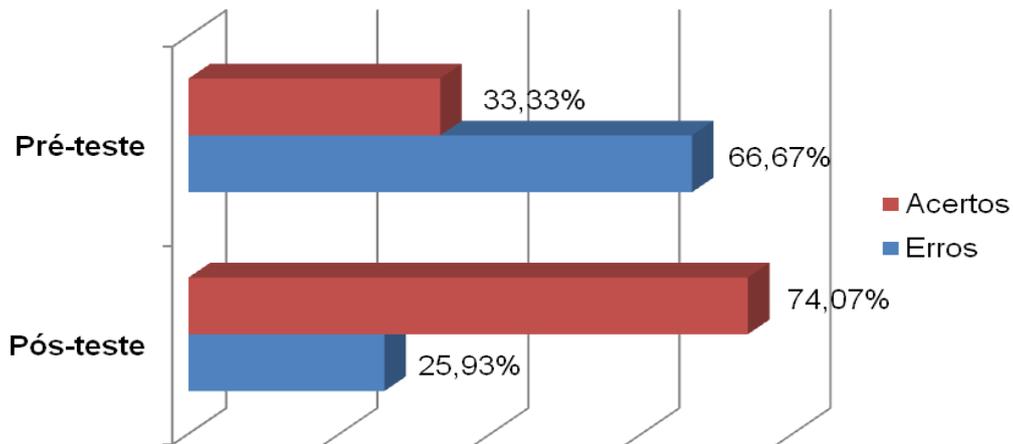


Figura 6.18: Gráfico comparativo do resultado da questão 8 entre pré-teste e pós-teste.

Esta questão abordou a dilatação líquida exposta à baixa temperatura onde os alunos perceberam a influência do calor latente na mudança do estado físico da matéria, solidificando a água.

Esse fenômeno ocorre porque o ponto de congelamento da água é 0°C sendo assim a água congela, e quando isso ocorre as moléculas se agrupam de forma, hexagonal, ampliando seu volume. Se o cano estiver cheio de água e ela congelar seu volume irá expandir e o cano irá estourar.

Observando o gráfico, percebe-se que os alunos compreenderam conforme o esperado esta questão, pois o rendimento demonstrado no pós-teste aumentou em 40,74%.

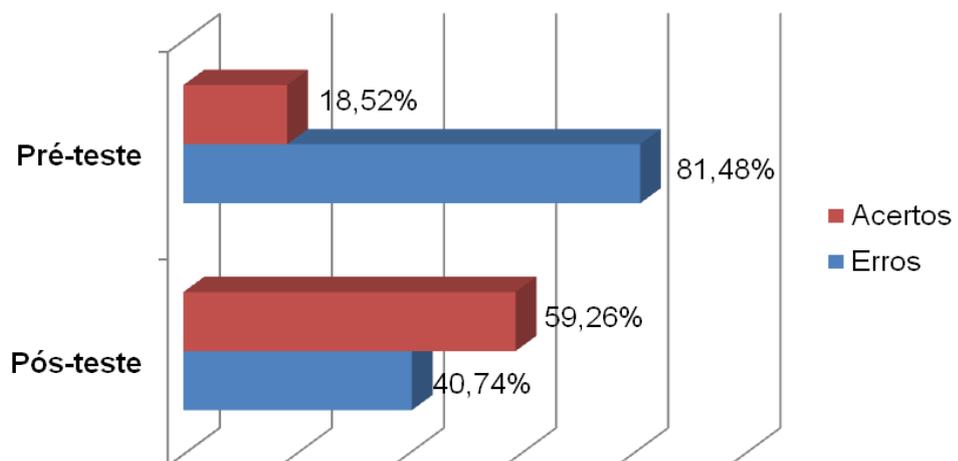


Figura 6.19: Gráfico comparativo do resultado da questão 9 entre pré-teste e pós-teste.

Fazendo a leitura gráfica desta questão observa-se que o percentual de erros no pré-teste foi considerável com relação as demais questões, sendo esta a segunda com maior porcentagem de erros no pré-teste, porém após as aulas práticas e a intervenção do professor, o rendimento aumentou em 40,74%, o que significa que os alunos assimilaram consideravelmente o conceito de calor latente, onde o gelo ao receber calor do ambiente, derreteu uma pequena quantidade, mudando de estado físico de sólido para líquido, quando essa quantidade de água tocou a superfície da bandeja que estava a uma temperatura inferior ao do ambiente, sendo assim a água se solidificou novamente.

Quando fornecemos calor a um corpo a sua temperatura se eleva já sabemos que há um aumento na energia de agitação de seus átomos. Este aumento de agitação faz com que a força de ligação entre os átomos seja alterada podendo acarretar modificações na organização e separação desses átomos. Em outras palavras, absorção de calor. (Luz e Álvares, 2011, p. 131).

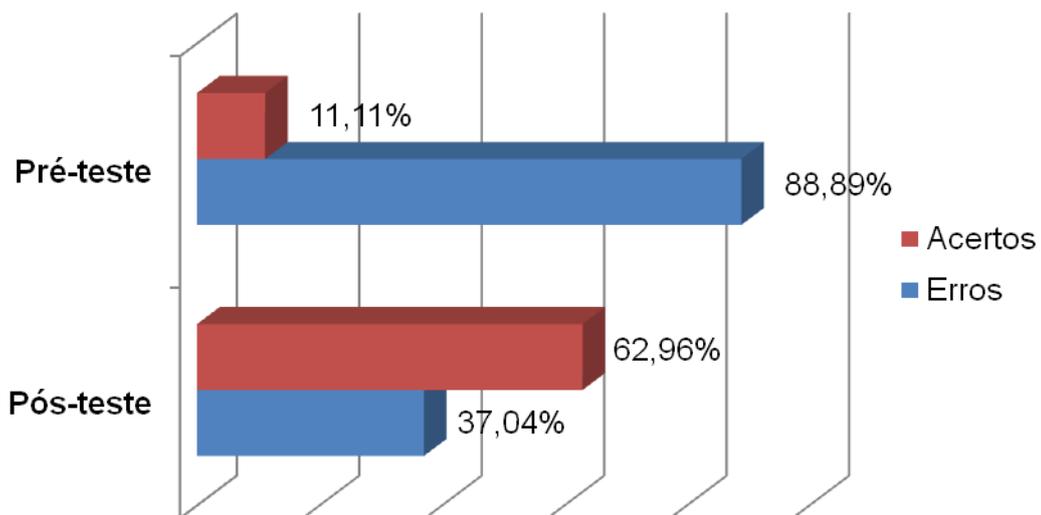


Figura 6.20: Gráfico comparativo do resultado da questão 10 entre pré-teste e pós-teste.

Os alunos demonstraram entendimento considerável nesta questão no pós-teste que aborda uma situação corriqueira dos dias frios que é a função do agasalho de dificultar a troca de calor com o meio externo. Contudo, mais uma vez, numa situação aparentemente fácil e que pertence ao dia a dia, os alunos demonstram como a falta de contextualização ao trabalhar os conteúdos em sala

tem dificultado a transposição dos conceitos ensinados em sala para compreensão de algumas situações vivenciadas no dia a dia.

Os agasalhos não esquentam, eles dificultam a troca de calor entre o nosso corpo e o ambiente, essa energia trocada entre dois ou mais sistemas ocorre quando há diferença de temperatura entre eles, essa energia flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. “Sabe-se que calor é transferido entre um sistema e suas vizinhanças quando as suas temperaturas diferem” (Resnick, et al., 2003, p.248).

Todas as questões respondidas pelos alunos foram aplicadas visando a aprendizagem significativa, dessa forma identificando os conceitos subsunçores, e partindo do conhecimento prévio, que cada aluno trazia na sua estrutura cognitiva foi possível elaborar novos conceitos utilizando o produto educacional mini – estufas, com aulas práticas no laboratório de Física. Associando uma nova teoria com um novo método, assim alcançando os conceitos subçunsores pertinente a cada questão.

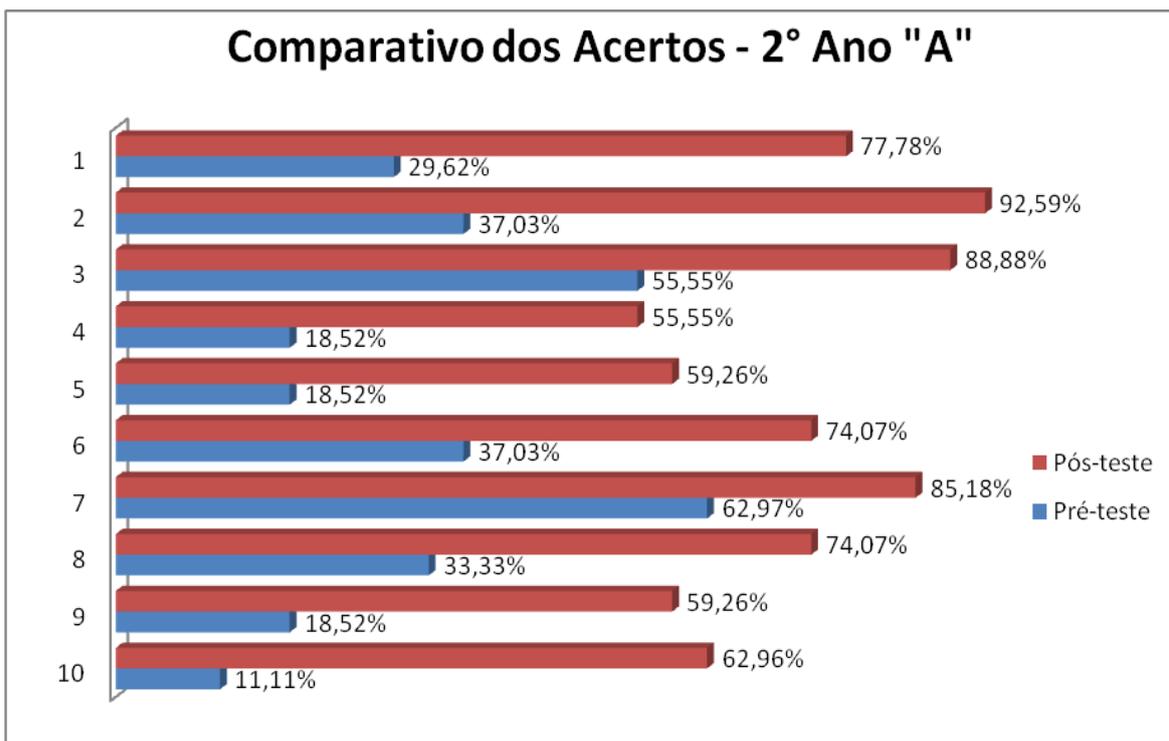


Figura 6.21: Gráfico comparativo dos acertos no pré-teste e pós-teste - 2º Ano "A".

Nesse gráfico observa-se os conceitos subsunçores lapidados, aproveitando o que o indivíduo já sabia. Dessa forma, foi possível observar com relevância a aprendizagem significativa, e significativa crítica.

Na comparação dos gráficos elaborados com os resultados referente a quantidade de acertos, do pré-teste e do pós-teste, fica nítido o avanço sobre os conceitos prévios antes e depois da aplicação do produto .

Logo a seguir serão apresentados os resultados alcançados pelos alunos da turma do 2º Ano "C" no pré e no pós-teste que, diferentemente dos alunos do 2º Ano "A", não tiveram a oportunidade de trabalhar com o produto educacional.

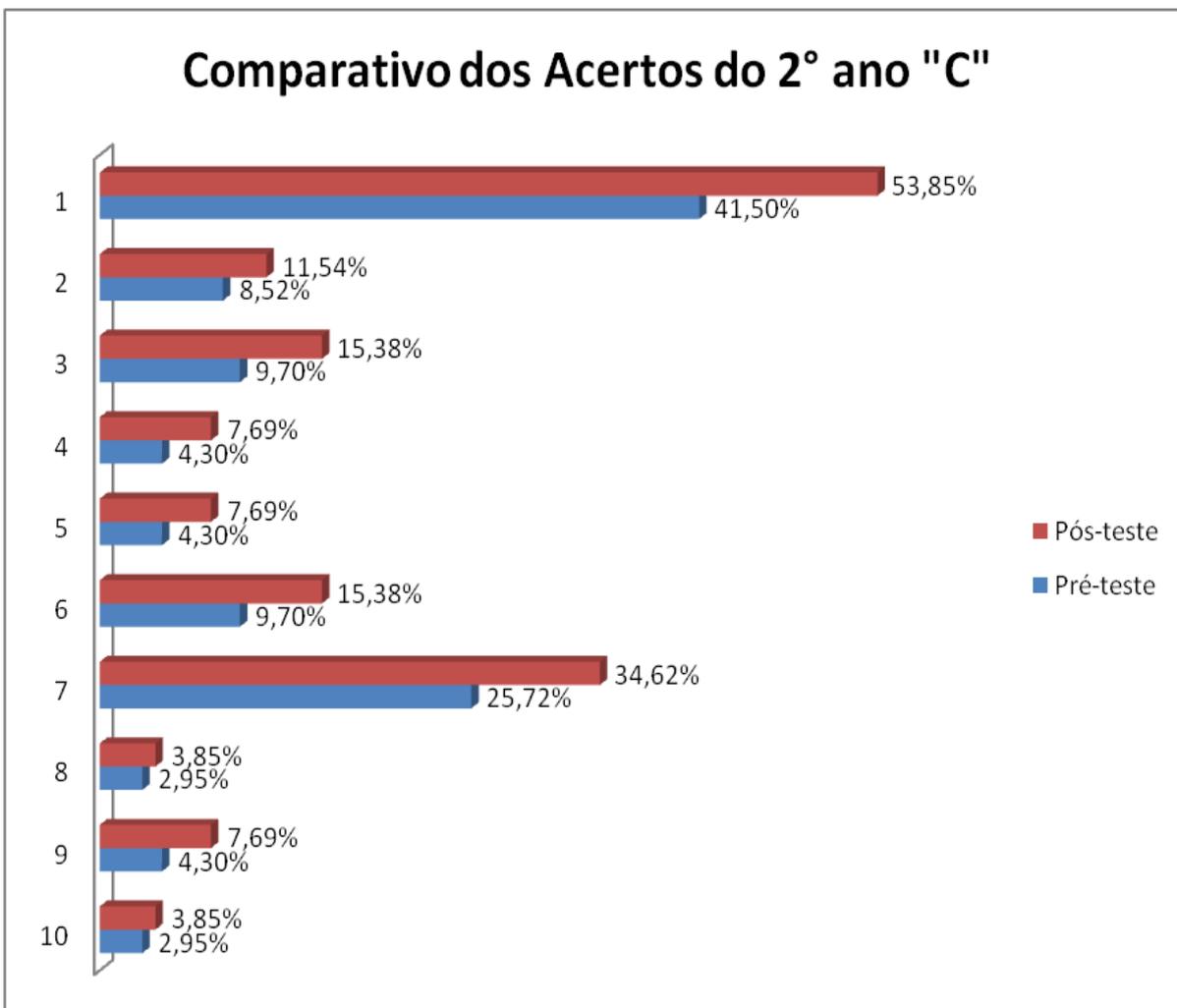


Figura 6.22: Gráfico comparativo dos acertos no pré-teste e pós-teste - 2º Ano "C".

É evidente que o produto educacional, baseado nas teorias de (Ausubel 1983) e (Moreira 1999) foi eficaz e imprescindível para o ensino de física.

Analisando o gráfico de averiguação do questionário respondido pelos alunos do 2º ano C, com objetivo de verificar a eficácia das aulas tradicionais, com método habitual (quadro e giz), é evidenciado que não houve avanços no sentido de melhorar os conhecimentos pré-existentes dos mesmos, concluindo-se que aulas tradicionais não são eficientemente para promover a aprendizagem significativa nos alunos.

Considerações finais

Atualmente a maioria dos alunos não se sente motivado, entusiasmado a aprender. Um dos vários motivos que causa esse desinteresse são as aulas tradicionais sem atrativos e sem inovação para facilitar a aprendizagem dos conteúdos previstos no currículo escolar.

Mas o que fazer para que esses indivíduos se sintam motivados a aprender? Como facilitar a aprendizagem?

Diante dessa problemática e na tentativa de inquietar o aluno a aprender foi desenvolvido este trabalho voltado para os alunos do 2º ano “A” do ensino médio da Escola Estadual Albert Einstein, do município de Guarantã do Norte – MT foi utilizado este trabalho de construção das mini-estufas para abordar o tema do efeito estufa e o aquecimento global, enfocando os conceitos físicos de calor e temperatura, uma vez que os conceitos físicos de calor e temperatura são conteúdos da termodinâmica que os alunos apresentam grande dificuldade em diferenciar um do outro, o que causa prejuízos no entendimento de outros conteúdos físicos como a dilatação térmica de sólidos e fluidos, equilíbrio térmico, capacidade térmica, entre outros.

Inicialmente, para identificar os subsunçores foi realizado um questionário diagnóstico para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre calor e temperatura. Posteriormente foi necessária a elaboração de novas estratégias para chegar ao objetivo de instigar nos alunos a vontade de aprender, pois sabendo que apenas as aulas tradicionais expositivas não seriam suficientemente eficientes para promover a aprendizagem dos alunos, pensou-se em desenvolver um produto educacional que chamasse a atenção dos mesmos.

Elaborou-se um roteiro para a construção de mini-estufas e posteriormente confeccionou-se dois exemplares que foram utilizados nas aulas práticas, a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos na definição dos conceitos de calor e temperatura e saber diferenciá-los. Os alunos demonstraram grande interesse em entender os temas abordados, pois tinham curiosidade em manusear o produto educacional e saber como funciona. Além disso, proporcionou um estudo minucioso sobre o assunto em que, combinando teoria e prática, foi possível concretizar a aprendizagem significativa, principal objetivo desse trabalho.

Concomitante a essas aprendizagens, os discentes puderam conceituar corrente e tensão elétrica, bem como potência, utilizando o amperímetro, o voltímetro e termorregulador. Essa atitude potencializou não só os conceitos objetivados neste trabalho, mas também possibilitou o entendimento sobre radiação ultravioleta, infravermelha e transformação de energia elétrica em térmica, além de aquecimento global e efeito estufa.

Para comprovar se ocorreu realmente a aprendizagem significativa e aprendizagem significativa crítica e confirmar o pressuposto de que o produto educacional mini-estufas seria eficiente para concretizar o ensino aprendizagem dos conceitos físicos de calor e temperatura, foi aplicado novamente o questionário utilizado anteriormente na fase diagnóstica, onde ficou explícito o sucesso dessa prática embasada nas teorias de aprendizagem significativa e aprendizagem significativa crítica de David Ausubel e Marco Antonio Moreira, comprovando-se que realmente ocorreu aprendizagem.

O produto educacional está a disposição no laboratório de Física da escola a disposição dos outros professores para utilizar essa ferramenta e enriquecer suas aulas com os demais alunos da escola.

Apêndices

A1. Produto educacional: mini-estufas

A utilização das mini-estufas nas aulas facilita o ensino aprendizagem, envolvendo simultaneamente todos os alunos sem a necessidade de um ambiente específico para seu manuseio. O professor pode levá-las de uma sala para outra, pois são construídas com material leve e de fácil transporte.

As aulas se tornarão mais atrativas e motivantes pois o ensino deixa de ser abstrato para torna-se concreto, despertando o interesse dos alunos pelos conteúdos abordados.

Possibilita também ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada.

Além disso, proporciona situações de motivação e momentos de aprendizagem que dificilmente aparecem em aulas tradicionais, de lousa e giz. Também acrescentam ao pensamento do aluno elementos de realidade e enriquece conceitos espontâneos e de experiência pessoal.

As mini - estufas proporcionam aos alunos um conceito específico para calor e temperatura, onde os mesmos podem perceber na prática através do manuseio de equipamentos como o potenciômetro (que aumenta e diminui o brilho das lâmpadas no interior de cada mini - estufa), as diferenças destes conceitos. Além desse tema é possível abordar conteúdos como calor latente: quando a temperatura aumenta no interior da mini-estufa observando após alguns minutos gotículas de água na tampa.

Calor específico: com o aumento da temperatura no interior da mini - estufa percebe – se que não houve mudança de estado físico do substância, apenas aumento de temperatura.

Transferência de calor: que ocorre das lâmpadas para o interior das mini-estufas e para os substâncias nelas contidas.

As mini-estufas podem ser utilizadas de forma interdisciplinar entre as disciplinas afins.

Roteiro de construção do produto educacional: mini-estufas

A2. Materiais necessários para a construção do produto educacional

As mini-estufas foram construídas com os seguintes materiais:

- 02 termômetros digitais;
- 02 potenciômetros;
- 02 voltímetros;
- 02 amperímetros;
- 02 caixas organizadoras de aproximadamente 53 litros cada
- 06 lâmpadas incandescentes de 40 Watts de potência;
- 15 parafusos com porcas e arruelas;
- 03 m de fio de 1,5mm duplo flexível;
- 03 m de fio não flexível de 1,5 mm;
- 02 m de cano PVC de esgoto com 4 tampas;
- 01 Cola PVC;
- 01 rolo de papel alumínio de 45 X 75cm;
- 04 placas de espelho;
- 06 soquetes de porcelana;
- 02 plugs de 10 Ampares.

A3. Passo-a-passo da construção do produto educacional

Com o material acima mencionado, pode-se construir duas mini-estufas, sendo uma revestida com papel alumínio e a outra com placas de espelhos, seguindo os seguintes passos:

Mini-estufa revestida de alumínio

Para a construção da mini-estufa revestida de alumínio deve-se seguir os seguintes passos:

- revestir internamente a caixa organizadora com o papel alumínio;
- cortar um cano de PVC de 100 mm de diâmetro em um tamanho de 50 cm de comprimento na horizontal;



(a)



(b)

Figura A3.1: (a) Caixa organizadora revestida internamente por papel alumínio
(b) Tubo de PVC de 100mm e tampa de PVC de 100mm.

- Dividir o pedaço de cano de 50 cm ao meio no sentido horizontal;
- encaixar uma tampa de PVC de 100 mm em uma das extremidades do cano;
- revestir as duas metades do cano cortado na horizontal com papel alumínio, que servirão de luminária;



Figura A3.2: (a) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC,
 (b)Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC revestido com papel alumínio.

- Instalar na tampa de PVC um soquete;
- Conectar três lâmpadas incandescentes de 40 watts
- Fixar o cano revestido na tampa da caixa no lado de dentro na parte superior; para esse procedimento será utilizado:01 furadeira com broca de 4mm.
- para fazer os furos em cada extremidade das tampas, para parafusar as Luminárias, serão utilizados 04 parafusos de 4mm, arruelas e porcas;

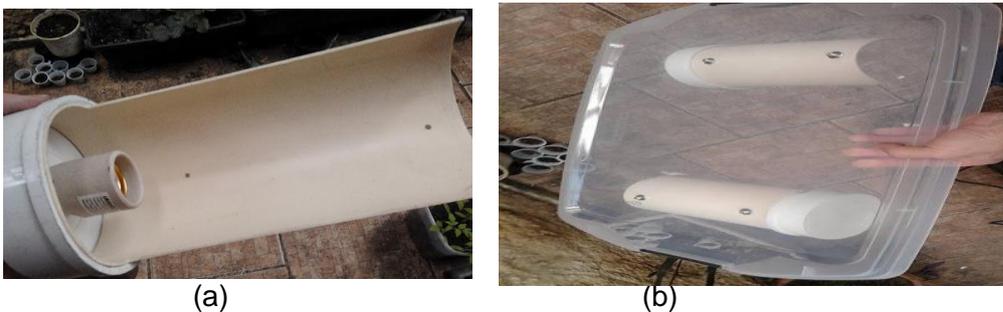


Figura A3.3: (a) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC,
 (b) soquete e Fixação do tubo de PVC de 100mm dividido ao meio na tampa da caixa organizadora.

- Utilizar uma tampa de 100 mm e uma de 50mm para outra luminária sendo que a tampa de 50mm será parafusada no interior na de 100 mm e posteriormente parafusado outro soquete;



(a)



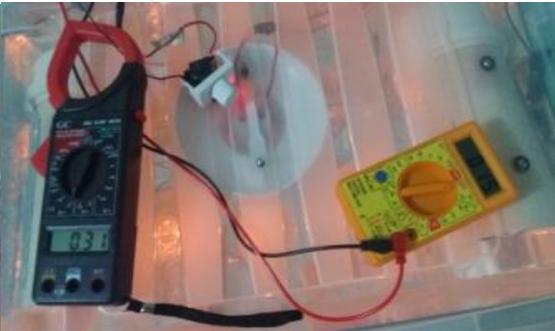
(b)

Figura A3.4: (a) Tampa de PVC de 100 mm
(b) tampa de PVC de 50 mm encaixada na de 100 mm.

- Instalar no lado interno na base da caixa
- Instalar os aparelhos voltímetro e amperímetro em paralelo



(a)



(b)

Figura A3.5: (a) Luminária instalada na parte interna na base da caixa,
(b) Aparelhos voltímetro, amperímetro e potenciômetro.

- em uma das extremidades do fio deverá ser conectado um plug de 10 ampéres;
- Instalar um termômetro digital para aferir a temperatura no interior da mini-estufa.

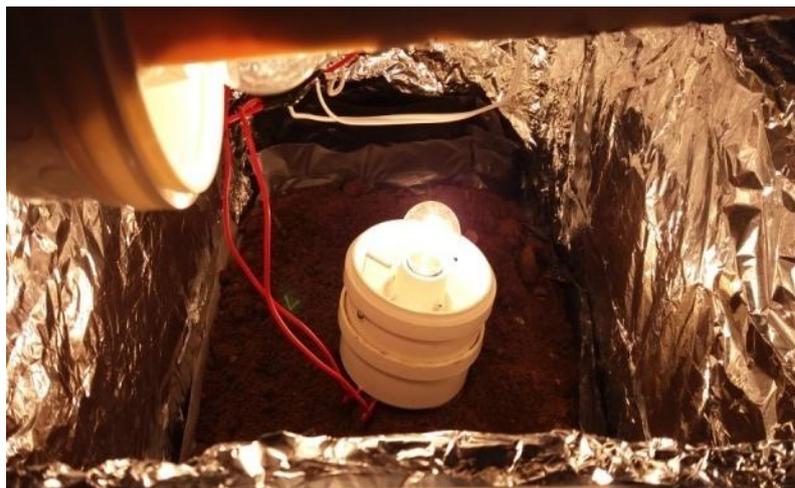


Figura A3.6: Mini-estufa com o substância terra.

Mini-estufa revestida de espelhos

Para a construção da mini-estufa revestida de espelhos deve-se seguir os seguintes passos:

- Revestir internamente a caixa organizadora com quatro placas de espelhos;
- Cortar um cano de PVC de 100 mm em um tamanho de 50 cm na horizontal;



(a)



(b)

Figura A3.7: (a) Caixa organizadora revestida internamente com espelhos, (b) Tubo de PVC de 100 mm e tampa de PVC de 100 mm.

- Dividir o pedaço de cano de 50 cm ao meio no sentido horizontal;

- Encaixar uma tampa de PVC de 100 mm em uma das extremidades do cano;
- Revestir as duas metades do cano cortado na horizontal com papel alumínio; que serviram de luminária.



Figura A3.8: (a)Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC.
 (b) Tubo de PVC de 100 mm dividido ao meio com a tampa de PVC revestido com papel alumínio.

- Instalar na tampa de PVC um soquete;
- Instalar três lâmpadas incandescente de 40 watts
- Fixar o cano revestido na tampa da caixa no lado de dentro na parte superior; para esse procedimento será utilizado:- 01 furadeira e broca de 4mm para fazer os furos em cada extremidade das tampas, para parafusar as luminárias;- 04 parafusos de 4mm, arruelas e porcas;



Figura A3.9: (a) Tubo de PVC de 100mm dividido ao meio com a tampa de PVC.
 (b) Soquete e Fixação do tubo de PVC de 100mm dividido ao meio na tampa da caixa organizadora.

- Utilizar uma tampa de 100mm e uma de 50mm para outra luminária sendo que a tampa de 50mm será colada na de 100mm e posteriormente parafusado outro soquete;
- Instalar no lado interno na parte superior da caixa entre as duas luminárias;
- Instalar 1m de fio de 1,5mm flexível no interior da caixa para ligar as lâmpadas, o voltímetro e um potenciômetro sendo que as lâmpadas serão instaladas em série e os aparelhos voltímetro e amperímetro em paralelo;



(a)



(b)

Figura A3.10: (a) Instalação do soquete no lado interno na parte superior da caixa. (Imagem refletida pelos espelhos do interior da caixa).
(b) Aparelhos voltímetro, amperímetro e potenciômetro.

- em uma das extremidades do fio conectar um plug de 10 ampères e instalar um termômetro digital para aferir a temperatura no interior da mini-estufa;

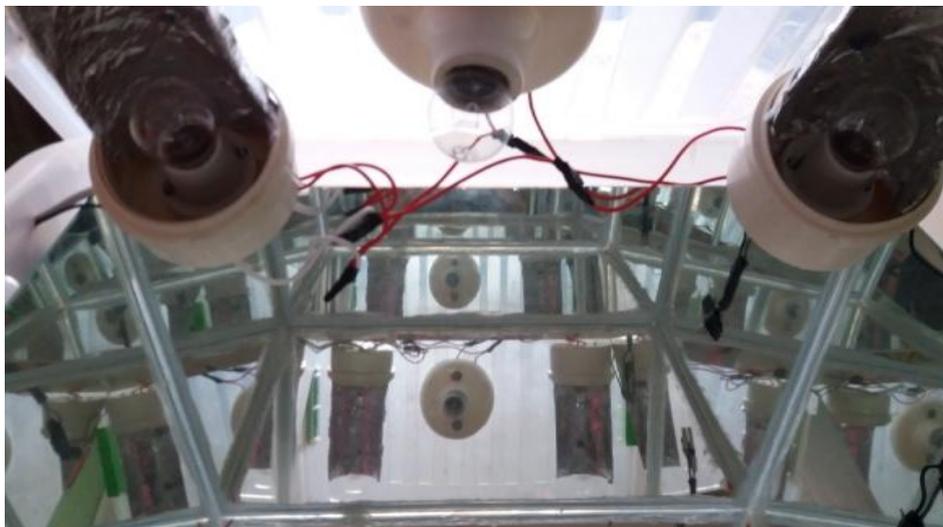


Figura A3.11: Mini - estufa revestida de espelhos com a substância água.

As mini - estufas serão construídas contendo em seu interior substâncias diferentes. Em uma delas será colocado água e na outra terra. Essas substâncias foram sugeridas, por serem análogas ao planeta e indispensáveis para a manutenção da vida, o que torna os estudos sobre o assunto mais atrativo já que se trata de duas substâncias comuns na vida dos seres vivos.

A4. Questionário diagnóstico

As dez questões apresentadas a seguir, compõem o questionário construído com a finalidade de averiguar os conceitos subsunçores de calor e temperatura. Após a aplicação do produto educacional, as mesmas questões devem ser aplicadas com o intuito de identificar se o uso do produto educacional contribuiu satisfatoriamente para aprendizagem dos alunos.

1) Pela manhã quando servimos café e percebemos que está muito quente, adicionamos uma quantidade de leite frio. Em segundos a mistura de leite com café está mais fria. Por quê?

R: Nesta questão observar - se as trocas de calor e variação de temperatura, proporcionando ao aluno observar, que com a mistura de café quente e o leite frio, essas substâncias entrariam em equilíbrio térmico. Conteúdo apresentado a partir do produto educacional, com o objetivo de lapidar os conhecimentos prévios dos alunos.

2) Ao retirar o gelo do congelador e deixá-lo sobre a mesa, o que você espera que aconteça ao medir a temperatura deste gelo enquanto ele derrete?

R: O gelo vai trocar calor com o ambiente, isso faz com que o gelo derreta, mudando assim seu estado físico, de sólido para líquido, e enquanto derrete sua variação de sua temperatura é muito pequena, podendo ser desconsiderada, após alguns minutos, será possível perceber que a água estará a temperatura ambiente, usando o conceito de equilíbrio térmico.

3) Ao colocar água em temperatura ambiente para ferver, o que ocorre com a temperatura dela antes de ferver?

R: Nesta questão fica evidente para o aluno o conceito de calor específico sensível, já que a água não apresenta mudança de seu estado físico um aumenta sua temperatura.

4) Uma colher de alumínio é deixada sobre o fogo. Logo após, ao tocarmos na colher, queimamos a mão. O que ocorreu?

R: Pode –se trabalhar nessa questão os processos de transferência de calor, que especificamente neste caso é a condução de calor. A condução de calor se dá devido ao calor transferido de partícula a partícula, até que o objeto esteja quente o suficiente para que possa queimar a mão de quem venha manusear o objeto.

5) Observamos que em todos os ambientes, que a instalação dos aparelhos de ar condicionado é feito na parte superior. Por quê?

R: Percebe – se nessa questão processo de transferência de calor por correntes de convecção, sendo que o ar quente de menor densidade fica na parte superior, o aparelho resfria este ar tornando mais denso, assim desce empurrando o ar menos denso para cima, formando as corrente de convecção .

6) É possível que um objeto quando tocado, transfira mais calor que outro objeto na mesma temperatura?

R: Sim, pois todo o objeto ou substância tem seu calor específico, mesmo estando a temperatura igual o calor trocado pode ser diferente, evidenciando assim que temperatura e calor e são grandezas diferentes, podendo ainda melhorar os conceitos subsunçores dos alunos que ainda confundem calor e temperatura.

7) Uma bola de metal é capaz de passar através de um anel de metal. Entretanto, quando a bola de metal é aquecida ela fica entalada no anel. O que ocorre se, em vez de a bola ser aquecida, o anel for aquecido?

R: Quando se aquece o anel, acontece uma dilatação em todas as direções aumentando o orifício do anel facilitando a passagem da bola de metal, conteúdo esse observado na dilatação dos sólidos.

8) O que faz com que os canos estourem no inverno?

R: Em algumas regiões dos Sul do país esse acontecimento é rotineiro na época do inverno, pois a água muda seu estado físico de líquido para sólido, aumentando de volume, o que faz com que os canos estourem.

9) Por que um cubo de gelo gruda em uma bandeja de gelo metálica que acabou de sair da geladeira?

R: Quando o gelo entra em contato com a temperatura do ambiente as camadas superficiais do gelo começam a derreter. Quando a água gelada que foi derretida encontra a bandeja com a temperatura ainda mais baixa, se solidifica de novo, grudando na bandeja.

10) Por que um agasalho impede que uma pessoa passe frio.

R: A função do agasalho é dificultar a troca de calor do nosso corpo com o ambiente e assim manter o corpo aquecido.

A5. Desenvolvimento das aulas: aplicação do produto educacional

Este trabalho deve ser desenvolvido em 12h/a sendo:

Aula 01: 02 h/a

Atividade desenvolvida – Apresentação do projeto para os alunos e aplicação do questionário diagnóstico.

Nesta aula serão utilizados “slides” para apontar a importância desse produto na aprendizagem dos conteúdos físicos abordados. Os alunos devem responder o questionário diagnóstico sobre calor e temperatura para saber quais conceitos subseqüentes estes apresentavam sobre o conteúdo.

Aula 02: 02 h/a

Atividade desenvolvida – Vídeo sobre efeito estufa, calor e temperatura e apresentação do produto educacional mini-estufas aos alunos.

Os alunos podem assistir a um vídeo sobre o Efeito Estufa e sua relação com o calor e a temperatura. Após assistirem ao vídeo os mesmos devem ser divididos aleatoriamente em grupos de 05 componentes, onde irão analisar as respostas das questões resolvidas na aula anterior e responder novamente o questionário diagnóstico com o objetivo de analisar qual foi a influência do vídeo na assimilação do conteúdo.

- Aula prática no laboratório de Física ou em sala convencional para apresentação do produto educacional.

Os alunos podem ser divididos em dois grupos. O Grupo “A” poderá analisar a mini-estufa revestida internamente por papel alumínio e o grupo “B” poderá observar a mini-estufa revestida com espelho, ambas vazias.

Neste dia os alunos deveram ser orientados sobre o funcionamento das mini-estufas, tendo o professor da disciplina lhes apresentado sobre os nomes e finalidades de cada equipamentos utilizados nas mini-estufas.

Deverá ser explicado aos alunos que para cada mini-estufa foi utilizada uma caixa organizadora de 80 litros para facilitar o manuseio e transporte das mesmas. Sobre os materiais de revestimento das mini-estufas: (Papel alumínio e vidro) e os substâncias que podem ser analisados em cada uma delas: (terra e água).

Poderá ser elucidado a utilização do papel alumínio e vidro onde, ambos desempenham a mesma função: refletir o calor emitido pelas lâmpadas e o que deve ser observado é se há diferença do calor refletido do papel alumínio para o vidro.

Poderá também ser o analisado cada mini-estufa em diferentes situações: mini-estufa revestida internamente com papel alumínio estando vazia e depois com a substância terra e mini-estufa revestida internamente com placas de espelho também estando vazia e depois com a substância água.

Quanto aos substâncias observados, terra e água são sugeridos por existirem em abundância em nosso planeta e por serem imprescindíveis à sobrevivência dos seres vivos.

Em seguida deverá ser explicado para os alunos sobre cada aparelho que compõe as mini-estufas, bem como seus nomes e funções. Sendo eles:

- Potenciômetro para aferir a potência de cada lâmpada;
- Voltímetro para medir a tensão recebida da rede elétrica;
- Amperímetro para averiguar a corrente elétrica que chegava até as lâmpadas;
- Termômetro digital para medir a temperatura no interior das mini-estufas.

Aula 03: 02 h/a

Atividade desenvolvida – Aula prática no laboratório de Física ou sala convencional para colocar as substâncias água e terra no interior de cada mini-estufa e posterior aferição da temperatura.

Os grupos “A” e “B” medirão aproximadamente três (03) quilos de terra e três (03) litros de água, com o objetivo de calcular o calor específico da terra e da água depois de receber radiação infravermelha em forma de calor.

Nesta aula os grupos deverão realizar as medidas de temperatura com as estufas e suas respectivas substâncias. Utilizando o potenciômetro para variar a intensidade do brilho de cada lâmpada, sendo explicado que esta intensidade do brilho aumenta o calor que é a energia emitida das lâmpadas, possibilitando assim que os alunos observem a alteração na variação da temperatura no interior de cada mini-estufa.

Aula 04: 02 h/a

Atividade desenvolvida – Aula prática para aferição da temperatura da água e da terra, cálculo de potência e explanação sobre os conceitos de escalas termométricas.

Os grupos deverão manusear as mini-estufas e realizar os cálculos de potência, aferir a temperatura da água e da terra com o auxílio do termômetro digital, podendo ser abordado os conceitos de conversão de escalas termométricas e cada grupo poderá anotar as medidas no caderno de acompanhamento para em seguida elaborar as tabelas e gráficos dessas medidas.

Aula 05: 02 h/a

Atividade desenvolvida – Construção de tabelas e gráficos com base nos dados registrados no caderno de acompanhamento

Nesta aula os alunos poderão ir ao laboratório de informática para digitar os dados obtidos durante as aferições para construir as tabelas e gráficos dos mesmos.

Com essa atividade poderá se notada a variação de temperatura em função da potência, corrente elétrica e tensão elétrica. E também poderão realizar os cálculos referentes à potência média, temperatura média e desvio padrão.

Aula 06:02 h/a

Atividade desenvolvida – Debate sobre os conceitos aprendidos nos grupos “A” e “B”.

Os integrantes dos Grupos “A” e “B” deverão ser remanejados entre si para compartilharem as diferentes informações e conceitos obtidos pelo grupo da mini-estufa contendo terra e pelo grupo da mini-estufa contendo água. Esta integração possibilitará a elucidação dos conceitos de calor e temperatura. O que facilitará a aprendizagem significativa e a aprendizagem significativa crítica.

Como análises dos conhecimentos adquiridos pelos alunos, estes deverão responder novamente o questionário diagnóstico para verificar se estas aulas foram relevantes na construção de novos conceitos e na aprendizagem significativa e significativa crítica desses conteúdos.

Referências bibliográficas

BARBOSA V.. **Plantas reduzem poluição até 8 vezes mais do que se pensava.** Exame.com. julho 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/plantas-reduzem-poluicao-ate-8-vezes-mais-do-que-se-pensava>>. Acesso em 27 jan. 2017.

BRASIL. **Mudanças Ambientais Globais.** Ministério da Ciência e Tecnologia. AEB - Escola, AEB - Agencia Espacial Brasileira; INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Brasília – DF. 2009. Cd Rom (30 min).

BRIGADÃO, G.. **4 razões práticas e cotidianas para você prestar atenção na Dilatação Térmica.** Disponível em: <<https://descomplica.com.br/blog/fisica/lista-dilatacao-termica/>>. Acesso em 07 jun. 2017.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.. **Metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

EINSTEIN, A.; INFELD, L.. **A Evolução da Física.** 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

FERNANDES, E.. David Ausubel e a Aprendizagem Significativa. In: **Nova Escola.** ed. 248, 2011. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>>. Acesso em 05 Out. de 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T., (Orgs.). **Métodos de pesquisa.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W.. **Física 2.** 1.ed. São Paulo: Ática, 2014.

GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica - notas de aula:** Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-5.html>>. Acesso em 02 nov.2017.

HOFFMANN, J. M. L.. **Avaliar: respeitar primeiro, educar depois.** Porto Alegre, RS: Mediação, 2008.

LORENCINI, P. B. M.. **Avaliação Diagnóstica**: um instrumento norteador para o trabalho docente no ensino da matemática para os alunos do 8º ano. 2013. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4433/1/MD_EDUMTE_2014_2_73.pdf>. Acesso em 07 jun. 2017. Acesso em 17 abr. 2017.

LUZ, Antonio M. R da L.; ÁLVARES, B. A.. **Física ensino médio**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2008.

LUZ, A. M. R da L.; ÁLVARES, B. A.. **Curso de Física**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2011.

LUZ, A. M. R da L.; ÁLVARES, B. A.. **Física contexto e aplicações** . 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2014.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 4. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2007.

MARQUES, N. L. R.; ARAUJO I. S.. **Textos de Apoio ao Professor de Física**. Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Física – Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre 2009. Disponível em: < [20n5_marques_araujo.pdf](#)>. Acesso em 24 abr. 2015.

MAXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Contexto e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Scipione. 2014.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>>. Acesso em 26 jan. 2017.

MOREIRA, M. A.. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária (EPU), 1999.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem Significativa Crítica**. 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~Moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 23 nov. de 2016.

OLIVEIRA, G. S. de; SILVA, N. F. da. HENRIQUES, R.. **Mudanças Climáticas: Ensino fundamental e médio**. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

PADILHA, A. **Comprimento e frequência da Luz**: Disponível em: <<https://aria.nepadilha.files.wordpress.com/2009/12/picture-3.png>>. Acesso em : 03 fev. 2016.

PESSÔA, T.O.A.. **Avaliação da Influência da Mineralogia, Índice de Vazios e Teor de Umidade em Propriedades Térmicas de Solos**. 2006. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.15. Disponível em: < https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9507/9507_1.PDF>. Acesso em 09 nov. 2017.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R. de; ROMERO, T. R.. **Energia calor imagem e som** : São Paulo Ed. FTD. 1ª edição 2010.

PINHEIRO, N.; SILVA, E.R.; CARVALHO, R.; LIMA, T.A.; COSTA, H.A.D.. **Medição da carga térmica liberada por lâmpadas incandescentes medida em um calorímetro**. 2011.

Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/7243.htm>. Acesso em: 01 nov. 2017

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física 2**. 5. ed. Tradução PACHECO, Pedro M.C.L; TRINDADE, Marcelo A.; XAVIER, Leydervan, S.; SILVA, Fernando R.. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

RUBINO, L.. **A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o ensino médio**. 2010. 112f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 05. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2010_Leandro_Rubino/material_do_aluno.pdf>. Acesso em 6 mai. 2016.

SILVA, J. E. da. **Temperatura: histórico e conceitos**. Artigo Técnico 02. Disponível em: <<http://analogica.com.br/arquivos/art-002-teperatura-historico-e-conceitos.pdf>>. Acesso em 09 Jul. de 2016.

SILVA, R. W. de; LIMA, P. B.. **Causas do Aquecimento Global: Antropogênica versus Natural**. Terra e Didática, 2009.

SCHWERTL, S.L; OLIVEIRA, F.P.V; BAZZO, W.A. Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica. In: Atas do **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0805-1.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

TARTUCE, T. J. A. **Métodos de pesquisa**. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2006. Apostila.

TAVARES R.. **Importância dos gases de efeito de estufa para a vida na terra**: Disponível em: <<http://ciencias-em-rede.blogspot.com.br/2015/10/importancia-dos-gases-de-efeito-de.html>>. Acesso em 05 out. 2016.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. "O que é dilatação térmica linear?"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-dilatacao-termica-linear.htm>>. Acesso em 07 jun. 2017.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, Paulo A. de T.; **Física: Ciência e Tecnologia**. 2 ed. São Paulo: SP, Moderna, 2010.

VALIO, A. B. M; KUKUI, A.; MOLINA, M. de M.. **Ser Protagonista Física: Ensino Médio 2º ano**. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

YAMAZAKI, S. C. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel:**
Disponível em: < <https://docslide.org/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel>>. Acesso em: 19 mar. 2017.