

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA -
SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 38 UFRR – CAMPUS UFRR /
PARICARANA**



SULIENE ALVES BARBOSA

**USO DE UM DISPOSITIVO CONFECCIONADO COM MATERIAIS DE FÁCIL
ACESSO PARA AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE
PROPAGAÇÃO DE CALOR APLICADO NO ENSINO MÉDIO**

**BOA VISTA, RR
2019**

SULIENE ALVES BARBOSA

**USO DE UM DISPOSITIVO CONFECCIONADO COM MATERIAIS DE FÁCIL
ACESSO PARA AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE
PROPAGAÇÃO DE CALOR APLICADO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada para a Banca de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Física do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Linha de Pesquisa: Calorimetria.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Ferreira dos Santos.

**BOA VISTA, RR
2019**

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

B238u Barbosa, Suliene Alves.

Uso de um dispositivo confeccionado com materiais de fácil acesso para auxiliar na aprendizagem do conceito de propagação de calor aplicado no Ensino Médio / Suliene Alves Barbosa. – Boa Vista, 2019.

114 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Ferreira dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Física.

1 - Aprendizagem significativa. 2 - Ensino de Física. 3 - Transferência de calor. I - Título. II - Santos, Roberto Ferreira dos (orientador).

CDU - 372:53

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista:
Maria de Fátima Andrade Costa - CRB-11/453-AM

Suliane Alves Barbosa

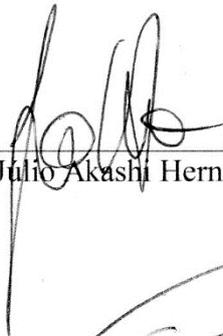
USO DE UM DISPOSITIVO CONFECCIONADO COM MATERIAIS DE FÁCIL ACESSO PARA AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PROPAGAÇÃO DE CALOR APLICADO NO ENSINO MÉDIO, BOA VISTA – RR

Dissertação submetida ao Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física (MNPEF), Polo 38 UFRR, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 16 de Agosto de 2019.



Prof. Dr. Roberto Ferreira dos Santos (Orientador - UFRR)



Prof. Dr. Julio Akashi Hernandez (Membro Externo - UFJF)



Prof. Dr. Cassio Sanguini Sergio (Membro Interno – UFRR)

Dedico esta dissertação a minha família e amigos pelo incentivo nesta jornada de aquisição de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois através dele tive força e coragem para concluir esse trabalho. Agradeço em especial a minha mãe apesar de estar mais entre nós, foi a pessoa que mais me apoiou nos meus estudos e ao meu querido pai.

Agradeço aos meus familiares e amigos em especiais as minhas melhores amigas Claudina, Maria Aneiran, Luciana, Luciane e Vanessa, aos casais de amigos muito especiais também Bruna, Fabiano, Hiderly e Walter, pois foram as pessoas que mais apoiaram e estavam ao meu lado ajudando nos momentos difíceis quando quis desistir do mestrado, quando perdi minha mãe.

Agradeço aos colegas de turma do mestrado de 2017 pelo apoio e contribuição nos trabalhos acadêmicos.

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

Agradeço ao meu Orientador Roberto Ferreira que teve muita paciência, sabedoria, recursos, ferramentas e contribuiu para evolução da minha pesquisa e a todos os professores do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-polo 38).

Agradeço a Universidade Federal de Roraima (UFRR) pelo apoio e contribuições aos conhecimentos adquiridos neste processo de aprendizagem e a Sociedade Brasileira de Física (SBF).

*“Se você não consegue explicar algo de
forma simples, você não entendeu
suficientemente bem”.*

Albert Einstein

RESUMO

Nesse trabalho, desenvolvemos aulas experimentais de física com um dispositivo educacional de propagação de calor para alunos do segundo ano Ensino Médio na Escola A, do município Bom Vista Roraima. Buscamos enriquecer a aprendizagem dos alunos sobre propagação de calor de um modo significativo objetivando entender as relações entre temperatura, calor, energia térmica, fluxo de calor e equilíbrio térmico. Dessa forma, analisamos de que maneira as aulas práticas de Física com o dispositivo experimental, montado a partir de materiais recicláveis, poderia contribuir na compreensão e aprendizagem dos alunos do ensino médio. Durante a atividade, pudemos verificar que o processo do ensino se tornou mais eficiente e prazeroso para os alunos, visto que constatamos mais motivação, interesse e curiosidade por parte destes. De um modo geral, os resultados da pesquisa mostraram que quando utilizamos experimentos na aula como um dispositivo educacional como ferramenta didática, as turmas apresentaram um notório desenvolvimento na aprendizagem. Acreditamos que esta pesquisa pode auxiliar no ensino de Física como mais uma proposta pedagógica centrada na prática experimental com a necessidade de resgatar, nos alunos, conhecimentos críticos e reflexões sobre os conteúdos abordados em sala. Nesse sentido, é importante que o professor possa entender como o estudante consegue compreender e aprender os conceitos a fim de que ele investigue, planeje e elabore estratégias e maneiras para alcançar a aprendizagem significativa. Conclui-se que os alunos desenvolveram habilidades e competências no conteúdo abordado no período de desenvolvimento da intervenção pedagógica, o qual envolvia conceitos relacionados à propagação de calor. No que diz respeito às etapas de aplicação da pesquisa, os alunos avançaram e aprenderam de maneira significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Ensino de Física. Transferência de calor.

ABSTRACT

In this work, we developed experimental Physics classes with an educational device for heat spread applied to High School students of **A** School, located in Boa Vista city, the capital of the state of Roraima. We intended to enrich learning about heat propagation in order to understand the relationship between temperature, heat, thermal energy, heat flow and thermal balance. Considering this, we analyzed how the practical classes of Physics with the experimental device assembled from recyclable materials would contribute to the understanding and learning of students. We could observe that with the aid of experimental activity, the teaching process could make the learning process more efficient and enjoyable, thus contributing to improve the Physics teaching since it was observed that with the application of experiment in the classroom, students were more motivated, interested and curious about the subject. Overall, the survey results showed that when we used experiments in classroom as an educational tool, there was a significant evolution in the learning process because students showed a development in learning. We believe this research may help Physics teaching as one more pedagogical purpose centered on experimental practice with the need to redeem increasingly critical knowledge and reflections on the content addressed in class in the students. It is also important that the teacher can reflect upon how the student can understand and learn the concepts so that one can investigate, plan and develop strategies and ways to achieve significant learning. Thus, we conclude that students developed skills and competencies in content which involved the concepts related to heat spread. Regarding the steps of the application of the research, the students advanced and learned significantly.

Keywords: Meaningful learning Physics teaching. Heat transfer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Mudanças de fase da matéria.....	24
Figura 02 -	Termômetro comum de mercúrio.....	25
Figura 03 -	Comparação das escalas termométricas.....	27
Figura 04 -	Medindo a temperatura de duas substâncias.....	28
Figura 05 -	Bastão condutor isolado com suas extremidades com duas diferentes temperaturas. (b) – segmento do bastão de comprimento dx.....	30
Figura 06 -	Processo de convecção de calor.....	32
Figura 07 -	Espectro de distribuição de radiação de um corpo negro.....	35
Figura 08 -	Suporte de sensores de temperatura.....	38
Figura 09 -	Suporte de condução de calor.....	39
Figura 10 -	Suporte de convecção.....	40
Figura 11 -	Suporte de irradiação: a) folha de papel A4 com indicação das distâncias da fonte de calor até ao sensor de temperatura; b) sensor distante da fonte de calor; c) sensor próximo da fonte de calor.....	42
Figura 12 -	Dispositivo utilizado como sensor de temperatura. Em destaque um termistor NTC 10 K 5 mm usados.....	44
Figura 13 -	Temperaturas em função da residência: a) do sensor 1; b) sensor 2.....	45
Figura 14 -	Aplicação do diagnóstico- (A) - turma 224 e (B) - turma 221.....	49
Figura 15 -	Apresentação da aula teórica – (A) aula teórica na turma 224 e (B) – aula teórica na turma 221.....	50
Figura 16 -	Aplicação do pré-teste – (A) turma 221 e (B) turma 224.....	52
Figura 17 -	Montagem do dispositivo com os alunos.....	52
Figura 18 -	Apresentação do dispositivo de condução de calor (A).....	53
Figura 19 -	Apresentação do dispositivo de convecção de calor (B).....	54
Figura 20 -	Aplicação do pós-teste nas turmas: (a) – turma 221 e (b)- turma 224.....	55
Figura 21 -	Comparação do diagnóstico das turmas 224 e 221 (gráfico 01)...	56
Figura 22 -	Comparação percentual de acertos entre pré-teste e pós-teste da turma 221 (gráfico 02).....	60
Figura 23 -	Comparação percentual de acertos entre pré-teste e pós-teste da turma 224 (gráfico 03).....	65
Figura 24 -	Percentual médio geral entre os testes: A- Pré-teste da turma 221; B- Pré-teste da turma 224; C – Pós-teste da turma 221; D- Pós-teste 224.....	68

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	OBJETIVOS.....	12
1.1	Objetivo geral	12
1.2	Objetivos específicos	14
2	JUSTIFICATIVA.....	14
	CAPÍTULO 01 – REVISÃO DE LITERATURA NO ENSINO DE FÍSICA	16
1.1	O ENSINO DE FÍSICA.....	16
1.2	PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	17
1.3	FÍSICA EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO.....	19
1.4	TEORIA DA APRENDIZAGEM: CONCEITUAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA TEORIA DE AUSUBEL.....	21
	CAPÍTULO 02 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE FÍSICA	24
2.1	TEMPERATURA E SUAS MEDIDAS.....	24
2.2	MEDIDA DE TEMPERATURA.....	25
2.3	AS ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	26
2.4	EQUILÍBRIO TÉRMICO.....	28
2.5	CALOR E SUAS MEDIDAS.....	28
2.6	CONDUÇÃO DE CALOR.....	29
2.7	CONVECÇÃO DE CALOR.....	31
2.8	RADIAÇÃO DE CALOR.....	33
	CAPÍTULO 03 – DISPOSITIVO EXPERIMENTAL PARA PROPAGAÇÃO DE CALOR	36
3.1	MATERIAIS PARA CONFECCIONAR DO DISPOSITIVO.....	36
3.2	MONTAGEM DO SUPORTE PARA OS SENSORES DE TEMPERATURA.....	37
3.3	MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONDUÇÃO DE CALOR.....	38
3.4	MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONVECÇÃO DE CALOR.....	40
3.5	MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO DE RADIAÇÃO DE CALOR.....	41
3.6	FUNCIONAMENTO DOS SENSORES DE TEMPERATURA.....	43
3.7	EQUAÇÃO DE JOHN. S. STENHART.....	44

	CAPÍTULO 04 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
4.1	PROCEDIMENTO DIDÁTICO.....	48
4.2	DIAGNÓSTICO.....	48
4.3	AULA TEÓRICA.....	49
4.4	PRÉ-TESTE.....	51
4.5	MONTAGEM E APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO EXPERIMENTAL.....	52
4.6	PÓS-TESTE.....	55
	CAPÍTULO 05 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	56
5.1	DIAGNÓSTICO DAS TURMAS 221 E 224.....	56
5.2	ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA 221.....	59
5.3	ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA 224.....	65
5.4	ANÁLISE COMPARATIVA DOS TESTES: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DAS TURMAS 221 E 224.....	67
	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICE (A) - TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS.....	75
	APÊNDICE (B) - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE (TCLE).....	77
	APÊNDICE (C) - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (1).....	78
	APÊNDICE (D) - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (2).....	80
	APÊNDICE (E) – MANUAL DO DISPOSITIVO.....	82

INTRODUÇÃO

Seguindo o ponto de vista do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), o Mestrado Profissional (MP) é uma modalidade de Pós-Graduação stricto sensu voltada para a capacitação de profissionais, nas diversas áreas do conhecimento, mediante o estudo de técnicas, processos, ou temáticas que atendam a alguma demanda do mercado de trabalho.

Seu objetivo é contribuir com o setor produtivo nacional no sentido de agregar um nível maior de competitividade e produtividade a empresas e organizações, sejam elas públicas ou privadas. Conseqüentemente, as propostas de cursos novos na modalidade Mestrado Profissional devem apresentar uma estrutura curricular que enfatize a articulação entre conhecimento atualizado, domínio da metodologia pertinente e aplicação orientada para o campo de atuação profissional específico.

O trabalho final do curso deve ser sempre vinculado a problemas reais da área de atuação do profissional-aluno, que de acordo com a natureza da área e a finalidade do curso, pode ser apresentado em diversos formatos.

Seguindo esse direcionamento, para que as aulas de Física se tornem mais atraentes e significativas aos alunos do Ensino Médio da Escola **A**, desafios são necessários.

Tal desafio é preciso para despertar nesses alunos algo diferente e que lhes motivem quanto ao quesito curiosidade, compreensão e conseqüentemente gerando a aprendizagem dos conceitos da transferência de calor a partir de um dispositivo reciclável utilizando aula experimental fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel nos estudantes de segundo ano do Ensino Médio.

Então, diante desse desafio surge o seguinte questionamento e com esse produto educacional procura-se responder se o **“Uso de um dispositivo confeccionado com materiais de fácil acesso pode auxiliar na aprendizagem do conceito de propagação de calor aplicado no ensino médio”** pode auxiliar na resposta do problema:

Quais dificuldades que os alunos têm em compreender o conteúdo de Propagação de Calor?

Nesses conceitos buscaremos enriquecer a aprendizagem dos alunos sobre a propagação de calor no intuito de entender as relações entre temperatura, calor, energia térmica, fluxo de calor e equilíbrio térmico.

Com as aulas apresentadas com o auxílio de dispositivo experimental, podemos perceber que proporcionaram para aprendizagem dos alunos do segundo ano do ensino médio uma aprendizagem significativa, onde nesse processo os novos conhecimentos possam contribuir para um conhecimento que ele já tenha adquirido ao longo de sua aprendizagem no ensino escolar.

Para Moreira (2011, p. 14) “é importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre o conhecimento prévio e conhecimento novos e que essa interação é não liberal e não arbitrária.

O ensino-aprendizagem da Física desenvolvida pelos professores se caracteriza muitas vezes por atividades voltadas a apresentação de conceitos, leis e fórmulas de modo desarticulado e distanciado da realidade do educando. Em busca de amenizar essa situação utilizaremos atividade experimental com um apoio que esta ciência se torne significativa e próxima do aluno.

No entanto será necessário que os experimentos sejam como um elemento central do processo de aprendizagem e fortemente apoiado na concepção da importância para a aquisição entre o aluno e o objeto do conhecimento, porém sempre mediado pelo professor.

Segundo Silva (2008), “o físico e matemático Galileu Galilei (1564-1642) e o filósofo Francis Bacon (1561-1626) foram alguns dos primeiros estudiosos a propor uma metodologia que se baseasse na indução e na observação experimental. Essa forma de investigação consistia basicamente na observação e na análise dos fenômenos naturais e na elaboração de premissas e de suas respectivas verificações por meios de experimentação, resultando em generalizações e formulações de leis matemáticas”.

O presente trabalho está organizado, em cinco capítulos:

No primeiro capítulo serão abordados os argumentos para o ensino da Física, analisando estratégia para contribuir na aprendizagem do educando. Esses argumentos poderão ser desenvolvidos numa breve discussão de fundamentos conceituada nos PCN's, algumas referenciam embasadas no ensino de Física e uma proposta da Física experimental no Ensino da Física; conceituação da teoria da aprendizagem, na qual a pesquisa embasa-se na teoria de David Ausubel, onde se argumenta elementos nos conceitos da aprendizagem significativa.

No segundo capítulo relatam-se os fundamentos teóricos de Física como: a propagação de calor, temperatura e suas medidas, equilíbrio térmico, calor e suas medidas, condução de calor, convecção de calor e radiação de calor.

No terceiro capítulo serão abordados as etapas e o funcionamento do dispositivo experimental para propagação de calor com os procedimentos seguinte: materiais para confeccionar o dispositivo, montagem e aplicação do suporte para os sensores, para condução de calor, para convecção de calor e para o experimento de irradiação.

No quarto capítulo serão apresentados o passo a passo da metodologia utilizada na pesquisa, a partir dos métodos qualitativos que define o tipo de investigação capaz de identificar e analisar dados da pesquisa e assim obter instrumentos necessários para as análises de dados. Além dos procedimentos didáticos utilizado na pesquisa como o diagnóstico, aula teórica, pré-teste, montagem e aplicação do dispositivo e o pós-teste.

No quinto capítulo a descrição da análise e discussões dos resultados obtidos na pesquisa durante a aplicação metodologia didática, afim de, mensurar a evolução do ensino e aprendizagem dos alunos a respeito dos conceitos físicos relacionados com propagação de calor. Para obtenção dos dados foram utilizados um total de 50 alunos, sendo 26 alunos da turma 221 no período da manhã e 24 alunos da turma 224 no período da tarde.

E por fim, apresentado o fechamento da ideia a partir das considerações finais além de sugestões futuras.

1 OBJETIVOS

1.1 **Objetivo geral**

Analisar a aprendizagem dos fenômenos físicos relacionados à Transferência de Calor através de um dispositivo educacional, construído a partir de materiais recicláveis e assim contribuir para a aprendizagem dos alunos do ensino médio visando diminuir a distância entre teoria e prática.

1.2 Objetivos específicos

- a) Construir e montar em sala o dispositivo experimental junto com os alunos;
- b) Avaliar a capacidade do dispositivo experimental como uma ferramenta educacional aplicada ao estudo de fenômenos físicos como: Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico, Condução Térmica; Radiação Térmica, Convecção Térmica;
- c) Verificar a aprendizagem dos alunos no conteúdo de transferência de calor.

2 JUSTIFICATIVA

Com intuito de proporcionar um ensino de qualidade, para a construção de mais conhecimento, despertando interesse e curiosidade, podemos buscar alternativas para aprendizagem do aluno do Ensino Médio. Desta maneira, justificamos que a utilização de aulas experimentais no Ensino de Física pode servir como ferramenta de extrema importância no processo de ensino - aprendizagem, contribuindo assim para o próprio processo da construção do conhecimento científico que é fundamental para o processo de formação do estudante.

Acreditamos que com experimento relacionado à propagação de calor, relatam situações que presenciamos no nosso cotidiano, como a troca de calor entre corpos ou entre os sistemas. Para vivenciar esses fenômenos podemos mostrar as três propagações de calor através de um dispositivo educacional, em busca de melhorar a aprendizagem dos alunos do segundo ano do Ensino médio, nesse conteúdo de Física.

Diante disto, primeiramente devemos constatar algumas dificuldades dos alunos na compreensão do conteúdo relacionado a propagação de calor. Após isso, devemos buscar em atividades experimentais soluções para amenizar essa situação utilizando algumas atividades experimentais como um apoio, para que a ciência se torne significativa e próxima do aluno, e assim trazendo melhoria para o ensino-aprendizagem do aluno, fazendo com que o estudante tenha a capacidade de fazer uma conexão do conhecimento prévio com as novas ideias adquiridas.

Esses conhecimentos dos estudantes são denominados de diferentes formas: ideias, concepções ou conceitos intuitivos, alternativas, prévios, de senso comum, entre outros. Resguardadas as diferenças de conceituais que existem entre essas expressões, vamos aqui nos referir a elas como conhecimentos prévios, concepções ou concepções espontâneas, que são construídos tanto dentro como fora do âmbito escolar. Em alguns casos podem ser errôneos ou conflitantes, em outros similares/próximos ao conteúdo que se quer ensinar (VILLATORRE, 2008, p. 37).

Por outro lado, diante de vários obstáculos encontrados no Ensino de Física propomos meios para facilitar aprendizagem dos alunos do segundo ano do Ensino Médio, utilizando método que o aluno tenha mais predisposição em assimilar os conteúdos de Física e assim fazendo uma correlação entre fenômenos e o do nosso cotidiano.

CAPÍTULO 01 – REVISÃO DE LITERATURA NO ENSINO DE FÍSICA

Nesse capítulo abordaremos argumento para o ensino da Física, analisando estratégia para contribuir na aprendizagem do educando. Esses argumentos poderão ser desenvolvidos numa breve discussão de fundamentos conceituada nos PCN's, algumas referenciam embasadas no ensino de Física e uma proposta da Física experimental no Ensino da Física.

Pois o processo de educação em uma escola requer muita atenção de cada professor para que tenha responsabilidade no seu espaço disciplinar, pois a escola não será apenas um ambiente onde cada professor atua, mas onde ele possa transformar-se em espaço e agente de definição e articulação do que aprende e ensina.

1.1 O ENSINO DE FÍSICA

Sabe-se que a Física é uma ciência muito antiga que engloba uma investigação que estuda a estrutura de uma molécula até a origem da evolução do Universo, com isto podemos constatar que a Física explica uma ampla quantidade de fenômenos que ocorrem no cotidiano. Carvalho cita que:

A preocupação com a formação geral dos estudantes demanda estender estas fronteiras: não basta mais que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares; é preciso formá-los para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhecê-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida (CARVALHO, 2010, p. 5).

A Física nos ensina a compreender mais sobre a natureza que nos cerca e o mundo das tecnologias que está sempre em mudanças, para isto temos que colocar os alunos frente com as situações concretas e reais, dessa maneira eles serão capazes de relacionar seus estudos com suas vivências. Os PCN+ comentam:

A Física deve apresenta-se, portanto, como um conjunto de competências que específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distantes, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (PCN+, 2002, p. 59).

Segundo Moraes (2012), a entrada da Física como disciplina no currículo da Educação Básica ocorreu há quase dois séculos, com a fundação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro em 1837, onde destaca que as características do ensino de Física nessa época eram semelhantes com as atuais.

Diante dos fatos o ensino de Física no Brasil, costuma-se apresentar dificuldade para os alunos do primeiro ano do ensino médio, com isso eles acabam detestando a disciplina, em virtude da difícil linguagem matemática apresentada, pois muitos professores baseiam-se suas aulas didáticas apenas nos livros e deixando de lado a Física experimental com conhecimentos voltado com cotidiano dos educandos. Neste contexto de dificuldades Moraes destaca ainda que:

É comum observarmos que o papel docente é realizado sem que se leve em conta o grande avanço tecnológico que está ocorrendo nas últimas décadas e que afeta diretamente a vida de todos os indivíduos. Agrava essa situação a não contextualização dos conteúdos escolares, que são assim afastados da realidade vivida pelo aluno, impedindo-o de perceber o real valor do conhecimento que está sendo abordado, aparentando ser algo muito distante, sem relação com seus anseios, suas dificuldades e mesmos seus sonhos de realização pessoal e profissional (MORAES, 2012, p. 17).

1.2 PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA

Como podemos perceber o ensino de Física não se detém em aprender apenas os cálculos matemáticos, mas também abrange outras dimensões como a investigação e compreensão do que quer dizer os fenômenos da Física.

O tempo de aprendizagem para o ensino de Física é muito curto, e muitas vezes acumulam informações e não garante a aprendizagem do aluno, que acaba prejudicando o planejamento do professor.

Quando os conteúdos disciplinares são apresentados nos livros didáticos, a sequência das transformações pelas quais passaram acaba mascarando dificuldade, e eles são mostrados tão simplificados que parece ao aluno ser necessários em apenas decorar as fórmulas (PIETROCOLA, 2005, p. 100).

Nas aulas de Física o aluno terá que ter um conhecimento voltado para o mundo tecnológico, no qual serão apresentados os manuseios de máquinas, os processos industriais e outras atividades profissionais.

Esses processos de ensino devem se tratar de atividades voltadas para os aspectos práticos e sociais, em busca de solucionar os problemas concretos.

O papel a Física é reconhecer que podemos utilizar os conceitos físicos, relacionando com o mundo tecnológico, assim podendo compreender e utilizar as leis e a teorias produzindo uma evolução dos meios tecnológicos e uma solução dinâmica dos conhecimentos científicos, no qual dimensionando a capacidade crescente do ser humano, proporcionada pela tecnologia.

É necessário que o professor transmita aos alunos os conteúdos de suma importância, em sequência que deve ser abordada. Sabendo-se que as escolas públicas oferecem tempo mínimo de aula e aí devemos ter consciência de que conteúdos devem ser trabalhados. Caberá sempre ao professor, dentro das condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de sua escola e do projeto pedagógico em andamento, selecionar, priorizar, redefinir e organizar os objetivos em torno dos quais faz mais sentido de trabalhar (ANGOTTI, 2000, p. 123).

Nessa organização do conteúdo, o professor terá que expressar-se corretamente utilizando a linguagem Física adequada, apresentando de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido por meio dessa linguagem, conhecendo fontes de informação, de forma a obter conhecimento relevante, sabendo interpretar notícias científicas, elaborando os seus esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

A Física em geral apresenta várias características, onde podemos observar a presença da linguagem matemática e a investigação no conhecimento da natureza e suas tecnologias. No ensino da Física, o professor deve buscar passar os conteúdos didáticos como uma forma de fomentar no aluno a busca pela resolução de problemas relacionados com os fenômenos físicos.

Além disso, muitos livros didáticos ensinam-se as respostas sem formular as perguntas, nesse caso esse conjunto de conhecimento está determinado nos livros didáticos e no coletivo das pessoas de uma forma tão completa, que podemos juntar estas informações dos livros e trazer para o cotidiano dos alunos.

Por isso será preciso adquirir os objetivos que implicam definir estratégias para selecionar os conteúdos que seja não exposto de forma lógica da Física, mas em decorrência da proposta da educação e da lógica do ensino. Pois através da Física podemos adquirir informações ligadas com a telecomunicação, internet, telefonia, celular, a Física também está ligada com os fenômenos ambientais.

Nessa série de conhecimento podemos observar a Física através de experimentação, utilizando materiais recicláveis assim levanto aos alunos a teoria e prática dos contextos tratados em sala de aula, despertando uma técnica que esse processo de aprendizagem oferece aos alunos do ensino em debaterem com a realidade do mundo.

Os PCN's+ com os PCN procurando dar um novo sentido ao ensino da física, destacando que se trata de construir uma visão da física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. É, portanto de se perguntar não somente sobre o que ensinar de física, mas principalmente para que ensinar física. Os PCN+ afirmam que o nível de aprofundamento e as escolhas didáticas dependem das necessidades, realidades de cada escola, por isso é que o projeto político-pedagógico terá de ser uma elaboração coletiva, pois tais decisões ultrapassam alcance de um professor isoladamente (STUDART, 2005, p. 45).

1.3 FÍSICA EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO

O experimento é um modelo de uma situação real que o mediador produz artificialmente, a fim de estudar os fenômenos da natureza. É uma atividade realizada no sentido de proporcionar uma aprendizagem significativa, ao qual produzirá mais conhecimento aos alunos. Hennies (1991) cita “que a experiência fornece indicações e orienta o estudante por meio de questões, pra o desenvolvimento do experimento”.

Para Pereira (2000), “os experimentos em torno de uma situação problemática podem ter diferentes e particulares estruturas, orientadas no sentido de buscar explicações, interpretações e resultados, segundo peculiares formas de pensar e agir do investigador”. As ações do experimentador devem ser orientadas para um momento de verdade, quando ele é passivo, respectivo e aberto em função dos resultados.

As atividades experimentais no processo do ensino aprendizagem de Física possibilita estratégia metodológica que estimula os alunos a desenvolver experimentos com o professor e assim interagindo com o mundo científico. Pois estas atividades voltadas com prática realizada na sala de aula enriquecem os conhecimentos dos alunos, dando sentido ao mundo imaterial e formal das linguagens de uma forma que possibilita aos estudantes a se tornar seres mais críticos para desenvolver suas próprias ideias. Para Araújo e Abib:

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar a Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 2).

Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (2006) destacam “que a Física deve fazer modelos da realidade para entendê-la. Muitas vezes confunde-se contextualização com o cotidiano, porém essa relação não é tão simples”. Embora a maioria dos fenômenos da natureza e dos avanços tecnológicos faça parte do nosso cotidiano de uma parcela significativa da sociedade, sua explicação científica não ocorre com a mesma frequência.

Isto define a importância do experimento, que permite ao aluno ter um conhecimento proporcionando a investigação e compreensão dos conceitos físicos. Eles terão também que resolver problemas naturais, descobrindo suas aptidões, desenvolvendo habilidades úteis à sua preparação como indivíduo e adquirindo a vivência de vida necessária à sua integração na comunidade.

O ensino experimental está voltado para comprovação ou não de um conhecimento abordado teoricamente pelo professor e que, ao se realizar atividades experimentais, se oportuniza o desenvolvimento no educando de habilidade como a observação, análise e a interpretação dos fenômenos. Essa ideia de realizar aula experimental atribui ao professor à função de não apenas transmitir conhecimento, mas de possibilitar estratégias que incentivem os alunos a aprender.

De acordo com cada experimento, com qualquer esboço de estrutura, incorpora o trabalho mental posto em seu planejamento, na previsão de técnicas e atividades práticas que devem ser realizadas interpretações a serem feitas e previsões a serem propostas. Assim, qualquer estrutura de experimento é inseparável do desenvolvimento e aplicação de hipóteses e teorias.

As aulas experimentais podem ser desenvolvidas em pequenos grupos de alunos, com distribuição de roteiros, que indica aos alunos os procedimentos a serem seguidos, onde esses procedimentos serão trabalhados no experimento para a execução das tarefas a que possa ser utilizada na coleta de dado para fazer cálculos que servem de verificação das teorias físicas. De acordo com os autores Villatore, Higa e Tychanowicz (2008) “no planejamento de aula experimental, sugerimos o uso de estratégias, a saber, (observe que a experimentação é um dos elementos de estratégias)”:

- 1) Investigação de conceito por parte dos alunos;
- 2) Exposição de conceito por parte do professor;
- 3) Práticas de experimentação.

É importante ressaltar que a aula prática não é só conteúdo e temas que criar estratégias que garante o aprendizado dos alunos e assim conscientizar a fixação do conteúdo para realização de relatório da aula experimental, onde podemos estimular os alunos a participar mais das aulas com dinâmica atrativa. O relatório experimental elaborado pelo aluno será de conhecimento científico, onde abordarão tais pontos com a introdução, os objetivos, materiais e métodos, resultado e discussão, conclusão e bibliografia.

1.4 TEORIA DA APRENDIZAGEM: CONCEITUAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA TEORIA DE AUSUBEL

Nessa seção conceituamos a teoria abordada no desenvolvimento da aplicação do dispositivo de propagação de calor, as quais seguiram a teoria de aprendizagem significativa do psicólogo norte americano David Paul Ausubel, onde suas primeiras formulações sobre a teoria significativa foram iniciadas nos anos 60.

Segundo Pivatto (2013), aborda no seu artigo que “as primeiras propostas psicoeducativa e sua obra Psicologia Educacional, recebendo colaborações em 1980 de Joseph Dpnald Novak e Hellen Hanesian, acerca dos fatores sociais, cognitivo e afetivo na aprendizagem”.

A aprendizagem significativa proporciona uma compreensão de definições e entendimento para assegurar uma aprendizagem posterior, ou seja, que servirá de auxílio no desenvolvimento de estudo para o próximo conteúdo. Desse modo de organização, será apresentado conhecimento prévio de ideias que ocorrerá como uma corrente de pensamento cognitivo de habilidades mentais que serão fundamentais para a formação de conhecimento para uma nova ideia e assim contribui com a aprendizagem dos estudantes. Para Moreira (2011), há “pontes cognitivas” que os organizadores prévios são essenciais para auxiliar na aprendizagem.

Moreira (2011, p. 103) destaca ainda:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos, ideias ou proposições relevantes e inclusivas estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, com “âncoradouro” para novas ideias, conceitos ou proposições (MOREIRA, 2011, p. 103).

O processo da linguagem da aprendizagem significativa desenvolve uma manifestação no ser humano de armazenar informação de modo que elas possam ser expressas em ideias, imagens ou símbolos mostrando que já tenha significado e disposição em aprender algo do seu contexto.

A assimilação dessa aprendizagem não é só em aprender conceitos, mais que o indivíduo possa racionar ideias e ser capaz de formular esses conceitos sendo adquirido com as novas informações. Segundo Ausubel (1968, p. 82), “a aquisição da linguagem é que, em grande parte, permite aos seres humanos a aquisição, por aprendizagem significativa receptiva, de uma vasta quantidade de conceitos e princípios que, por si sós, poderiam nunca descobrir ao longo de suas vidas”.

O novo conhecimento terá uma organização, que adapta-se numa resistência simuladora para novo conceito de ideias, sendo já existente, não sendo uma relação de conhecimento entre o novo conceito, mas sim uma condição que ajuda a somar novos caminhos de discernimento para abstração de mais informações.

Pivatto (2013), cita no seu artigo que “a aprendizagem significativa deve preponderar em relação a aprendizagem de associações arbitrárias, organizacionalmente isoladas, mecânica”.

Para isso, algumas condições são apontadas por Ausubel *et al.*, (1980):

- a) A existência prévia de conceitos subsunçores, compreendido pelos autores como um conceito já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de âncoradouro a uma nova informação, de modo que esta adquira significado para o estudante;
- b) O estudante precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. A aprendizagem significativa pressupõe que o estudante manifeste uma disposição para a aprendizagem, ou seja, disposição para se relacionar de forma não arbitrária e substantiva ao novo conhecimento;

- c) O conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, deve estar relacionado à estrutura cognitiva do estudante, portanto, devem estar disponíveis em sua estrutura cognitiva subsunções adequadas.

Moreira destaca ainda que para Lev Vygotsky (1896-1934):

O desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos no ser humano é mediado por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio que ele está situado (MOREIRA, 2011, p. 91).

Para Piaget (1973), “a aprendizagem só se dá com a desordem e ordem daquilo que já existe dentro de cada sujeito. É necessário obter contato com o difícil, com o incomodo para desestruturar o já existente e em seguida estruturá-lo”.

Diante disto para prosseguir um desenvolvimento cognitivo o aprendiz terá uma mudança de comportamento na qual a resposta de suas experiências prévias envolva os aspectos do sujeito como um todo e assim sendo eles psicológicos, biológicos e sociais. Desse modo esses aspectos estejam sempre em equilíbrio, pois se não houver equilíbrio o aprendiz terá dificuldade na sua aprendizagem.

CAPÍTULO 02 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE FÍSICA

Para compreendermos melhor o conceito de transferência de calor, trataremos nesse capítulo sobre o comportamento das partículas com mudanças de temperatura e suas escalas termométricas, o conceito de calor, equilíbrio térmico, as propagações de calor e fluxo de calor.

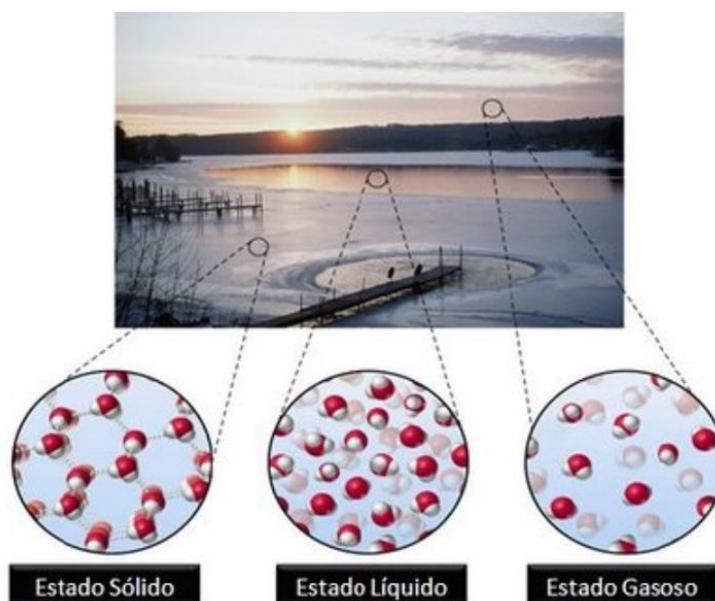
Termologia está relacionada com os fenômenos que estuda a energia térmica, que será a forma de energia que corresponde o grau de agitação da partícula de um corpo.

2.1 TEMPERATURA E SUAS MEDIDAS

O conceito de temperatura está relacionado na estrutura da matéria, pois o modelo cinético molecular, todos os corpos são formados de moléculas. Onde estas moléculas estão definitivamente em movimento desordenado e, quando se aproximam, interagem entre si.

As moléculas encontram-se em três fases, quando estão próximas, ou mais distantes e apresentam diferentes formas de organização. As fases são sólida, líquida e gasosa, como mostra a figura (1).

Figura 1 - Mudanças de fase da matéria



Os movimentos das moléculas estão relacionados com a energia cinética e essa energia está relacionada à temperatura. Quando maior grau de agitação das moléculas maior sua temperatura, quando menor o grau de agitação das moléculas menor sua temperatura.

2.2 MEDIDA DE TEMPERATURA

Para medir a temperatura de um corpo utilizaremos o termômetro, que é o aparelho, que seu funcionamento se baseia nas propriedades dos materiais associadas à temperatura. Os termômetros clínicos utilizados para medir a temperatura dos corpos humanos (conforme na figura 2), indicam as temperaturas com valores entre 35 °C e 42 °C.

Figura 2 - Termômetro comum de mercúrio



Fonte: Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-termico.htm>. Acesso em: 19 jan. 2019.

O mesmo é formado por um tubo capilar pelo qual passa o mercúrio que é muito estreito. Isso poderia dificultar a observação do nível de expansão do mercúrio. Desse modo, a haste de vidro é moldada de forma que sirva como uma lente de aumento.

O tubo e o início da haste existem um estrangulamento no tubo, que permite ao mercúrio se expandir ao longo do tubo, mas não voltar ao bulbo. Dessa maneira faz um termômetro de máxima, em um determinado intervalo de tempo, ele mede apenas a máxima temperatura do corpo.

Nussenneig (2004, p. 159-160) comenta que:

O volume do mercúrio é medido através do comprimento L da coluna líquida, e que este comprimento não reflete apenas a dilatação ou contração do mercúrio, mas a diferença entre ela e a dilatação ou contração correspondente do tubo de vidro que contém o mercúrio. Entretanto, a variação de volume do mercúrio é geralmente bem maior do que a do recipiente (NUSSENVEIG, 2004, p. 159-160).

2.3 AS ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Para atribuir valores numéricos aos estados térmicos, foram criadas escalas graduadas que são chamadas de escalas termométricas. Há muito tempo, surgiram várias escalas de diferentes pensadores por parte do mundo. Porém as mais conhecidas são: a escala de Celsius, argumentada em 1742 pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744); a escala de Fahrenheit, argumentada pelo físico alemão-polonês Gabriel Daniel Fahrenheit (1688-1736); e a escala de Kelvin, proposta em 1848 pelo o físico britânico William Thomson (1824-1907), conhecida pelo o título de nobreza como Lord Kelvin.

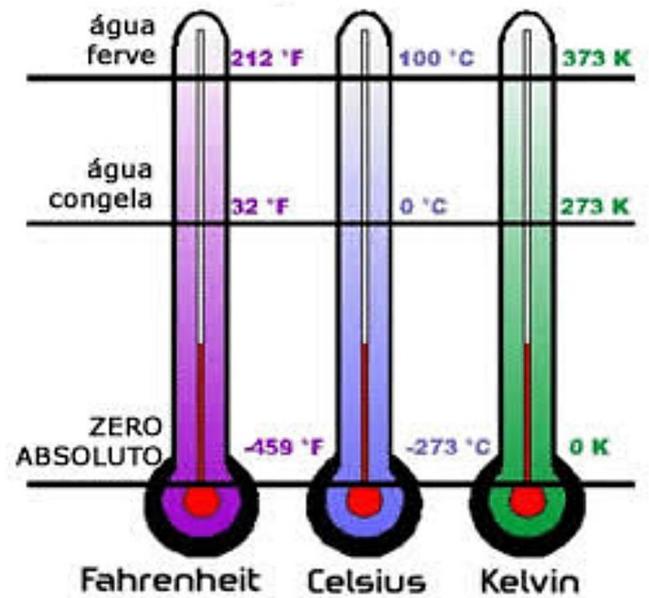
A escala de Celsius adota-se para o ponto de fusão da água zero graus Celsius ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) e para o ponto de ebulição da água cem graus Celsius ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$). A maioria dos países utiliza a escala de Celsius.

A escala de Fahrenheit adota-se para o ponto de fusão da água 32° F e para ponto de ebulição da água $212\text{ }^{\circ}\text{F}$. Porém os primeiros termômetros produzidos por Fahrenheit atribuíam-se a uma mistura de gelo, água e sal o valor zero, pois era a menor temperatura que conseguiam criar no laboratório. Já o valor cem foi atribuído para o que ele considerou a temperatura normal do corpo humano. Relata-se que essa escala atualmente é adotada apenas em cinco países no mundo.

A escala de Kelvin tem a mesma subdivisão da escala de Celsius, pois elas têm o mesmo tamanho, onde o seu primeiro ponto fixo, o ponto de fusão corresponde a 273 K , e o segundo, ponto de ebulição corresponde a 373 K .

Essa escala também é conhecida como zero absoluto, pois cientistas experimentais do século XIX descobriam que é impossível reduzir a temperatura de uma substância a um valor igual ou inferior a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. A figura 3 mostra a relações entre as escalas termométricas

Figura 3 - Comparação das escalas termométricas



Fonte: Disponível em: [https:// m.mundoeducaçao.bol.uol.com. br](https://m.mundoeducaçao.bol.uol.com.br). Acesso em: 19 jan. 2019.

A relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit é dada pela a seguinte equação:

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^{\circ} \quad (2.1)$$

Onde T_F é a temperatura de Fahrenheit e T_C é a temperatura de Celsius. A conversão entre a as duas pode ser usada as letras C e F para diferenciar medidas e graus nas duas escalas. Obtemos que 0°C na escala de Celsius mede a mesma temperatura que 32°F na escala Fahrenheit. A relação da escala de Celsius e a escala de Kelvin são dadas pela a seguinte equação:

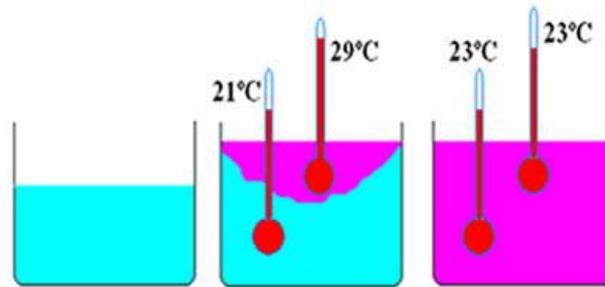
$$T_C = T - 273,15^{\circ} \quad (2.2)$$

Onde T_C representa a escala de Celsius e T a uma temperatura de Kelvin e o zero da escala de Celsius está deslocado para um valor mais conveniente do que zero absoluto.

2.4 EQUILÍBRIO TÉRMICO

O equilíbrio térmico é quando duas substâncias com temperaturas diferentes são colocados a um mesmo ambiente, como mostra a figura 4, há uma variação de temperatura nas substâncias, com isso ocorre uma mudança de energia térmica, por causa da troca de energia no sistema, entre eles sob forma de calor e com passar do tempo, terão a mesma temperatura.

Figura 4 - Medindo a temperatura de duas substâncias



Fonte: Disponível em: <https://https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/lei-zero-termodinamica..>
Acesso em: 19 jan. 2019.

Segundo Sears *et al.*, (1997, p. 334), comenta que “a temperatura de todos os sistemas em equilíbrio térmico pode ser representada por um número. Estabelecer uma escala de temperatura é simplesmente adotar um conjunto de regras para atribuir números a temperaturas. Feito isso, a condição para o equilíbrio térmico entre dois sistemas é que tenham a mesma temperatura”. Nessa maneira pode ser concluída a Lei zero da Termodinâmica.

2.5 CALOR E SUAS MEDIDAS

O calor é uma forma de energia que se manifesta quando há uma diferença de temperatura entre dois corpos colocados próximos. Para observar a troca de calor entre dois corpos no nosso dia a dia, quando colocamos uma panela ao fogo logo

fundo da panela irá esquentar, devido à energia que está relacionado com a temperatura dos corpos, que podemos conceituar com energia térmica. Para Young e Freedman (2008, p. 190), “a transferência de energia produzida apenas por uma diferença de temperatura denomina-se transferência de calor ou fluxo de calor, e a energia transferida desse modo denomina-se calor”.

A energia térmica de um sistema está relacionada com o movimento aleatório e de vibração das partículas do sistema, tendo assim um aumento de temperatura do sistema produz um aumento dessa agitação. Conseqüentemente haverá um aumento da energia cinética de agitação, que aumentará a energia térmica. Da mesma maneira ocorrerá se abaixamos a temperatura, diminuirá a energia térmica do sistema.

A energia térmica é uma propriedade das partículas que formam o sistema, que está contida nos nossos corpos, portanto o calor é uma forma de energia que se propaga de um corpo para ao outro, em diferentes formas de energia e em locais, mas obedecem ao Princípio da Conservação da Energia. Segundo Halliday (2006) “o calor é positivo quando a energia é transmitida para a energia térmica do sistema a partir do seu ambiente (dizemos que o calor é absorvido pelo sistema)”. O calor é negativo quando a energia é transferida da energia térmica do sistema para seu ambiente (dizemos que o calor é cedido ou perdido pelo sistema).

A unidade de medida de calor no Sistema internacional de medida (SI), é dada em joule (J), pois o SI não adota caloria (cal). Logo temos:

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal} = 4,186 \text{ J} \quad (2.3)$$

2.6 CONDUÇÃO DE CALOR

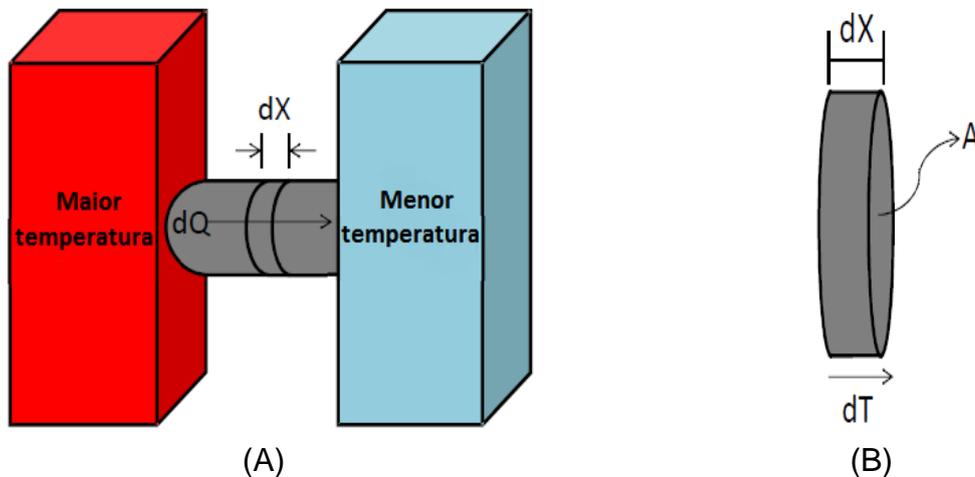
A condução de calor ocorre através de um meio material, ao contrário da convecção de calor conceituada na seção (2.7), não há movimento do próprio meio, mas pode ocorrer tanto nos fluídos com também nos sólidos, sob a gradiente de temperatura.

Em 1822 Foureir publicou “Traité Analytique da la Chaleur”, um texto que causou grande impacto na época. Para Salinas (2016), Fourier cita que “as transmissões de calor "são desconhecidas, mas estão sujeitas a leis simples e fixas

que podem ser descobertas pela observação, e que são o objeto de estudo da filosofia natural [...] Vamos então examinar o que as experiências nos ensinam sobre a transferência de calor” [...].”

Fourier analisa a condução do calor, partindo da “lei do resfriamento”, baseada em ampla evidência experimental. Segundo essa lei fenomenológica, o uso de calor (calórico), a partir de uma região com temperaturas mais altas para uma região com temperaturas mais baixas, é proporcional à razão entre a variação de temperatura e a distância espacial (ou seja, proporcional ao “gradiente” da temperatura), ver figura 5.

Figura 5 - Bastão condutor isolado com suas extremidades com duas diferentes temperaturas. (b) – segmento do bastão de comprimento dx .



Fonte: Disponível em: http://www.wikiwand.com/pt/Gradiente_de_temperatura Acesso em: 19 jan. 2019.

Na figura 5 (a) ilustra um bastão maciço uniforme e isolado, com seção reta de A , mantendo uma extremidade do bastão maior temperatura e a outra extremidade menor temperatura. A energia será conduzida através do bastão da extremidade quente para a extremidade fria. De acordo com Tipler (2009, p. 678), “em regime estacionário, a temperatura varia linearmente da extremidade quente para a extremidade fria”. A taxa de variação da temperatura ao longo da barra será:

$$\frac{dT}{dx} \quad (2.4)$$

Chamado de gradiente de temperatura, dT a diferença de temperatura ao longo de uma pequena seção de comprimento dx como mostra na figura 5-(b).

A quantidade de calor dQ conduzido através de uma seção reta do segmento durante um certo intervalo de tempo dt , então a taxa de condutividade é chamada de corrente térmica I dada por:

$$dQ/dt \quad (2.5)$$

Experimentalmente a corrente térmica é proporcional ao gradiente de temperatura e a área da seção A :

$$I = dQ/dt = -k A \frac{dT}{dx} \quad (2.6)$$

k é denominada a constante de condutividade térmica do material, seu valor numérico depende do material que é constituído o bastão. Lembrando que os valores mais elevados de k são os bons condutores de calor com por exemplos, o ferro e alumínio e os valores menos elevados de k são os isolantes térmicos com por exemplos a madeira e plástico. No Sistema Internacional de unidades-SI, a corrente térmica é expressa em watt (W) e a condutividade térmica em W/ (m.K).

Para resolver a diferença de temperatura da equação 4.2, obtemos:

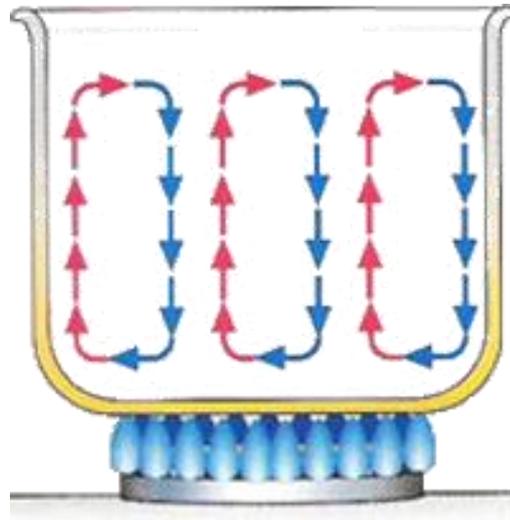
$$|\Delta T| = I \frac{|\Delta x|}{kA} \quad (2.7)$$

2.7 CONVECÇÃO DE CALOR

Para Halliday (2006), “Convecção é quando você olha para chama de uma vela ou um fósforo, você está observando a energia térmica sendo transportada para cima. Tal transferência de energia ocorre quando um fluido, como ar ou água, fica em contato com um objeto cuja temperatura é mais alta do que a do fluido”. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e (em muitos

casos) esta parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como este fluido expandido é agora mais leve do que o fluido em torno, mais frio, forças de empuxo fazem com que suba. O fluido mais frio, então, escoar para o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo continua com mostra na figura 6.

Figura 6 - Processo de convecção de calor



Fonte: Disponível em: http://www.aulas-fisica-quimica.com/7e_11.html Acesso em: 19 jan. 2019.

Young e Freedman (2008, p. 202) relatam:

A convecção de calor é transferência ocorrida pelo movimento da massa de uma região do fluido para outra região. Exemplos familiares incluem os sistemas de refrigeração do motor de um automóvel e o fluxo de do sangue pelo corpo. Quando o fluido é impulsionado pela ação de um ventilador ou uma bomba, o processo denomina-se convecção forçada; quando o escoamento é produzido pela existência de uma diferença de densidade provocada por uma expansão térmica, tal como ascensão do ar quente, o processo denomina-se convecção natural ou convecção livre (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 202).

O processo de convecção ocorre também na atmosfera onde desempenha um papel fundamental na formação climática e nas variações de temperatura. Sabemos que o sol aquece a superfície da Terra, logo aquece o ar atmosférico acima da superfície. O ar aquecido é mais leve, portanto, sobe como um balão de ar quente. O ar quente que subiu muda de estado físico, ou seja, passa a ser líquido (condensa), quando sua temperatura baixa. Dessa maneira ocorre a formação das nuvens que é responsável pela formação de intensas de intensas nuvens de tempestade.

2.8 RADIAÇÃO DE CALOR

Segundo Halliday (2006), “radiação é o método pelo qual um sistema e seu ambiente podem trocar energia sob forma de calor através de ondas eletromagnéticas (luz visível é um tipo de radiação eletromagnética). Podemos relacionar o termo de radiação com a emissão de energia da superfície de todos os corpos, que é chamada de energia radiante e é transportada por ondas eletromagnéticas”.

Há vários tipos de ondas eletromagnéticas com distintas frequências de vibrações das partículas, que abrangem as ondas de rádio, a luz visível, os raios X, as ondas infravermelhas, de televisão, etc.

A radiação eletromagnética absorvida por um corpo ocasionando aumento de sua temperatura denomina - se radiação térmica, que é um processo de propagação de calor que não necessita de meio material para ser transmitida da fonte até o receptor; ela se propaga no vácuo.

Young e Freedman (2008, p. 203) comentam:

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

Tipler e Gene (2009, p. 685) comentam “que todos os objetos emitem e absorvem radiação eletromagnética. Quando um objeto está em equilíbrio térmico com sua vizinhança ele emite e absorve radiação na mesma taxa.” A taxa que irradia de um objeto é proporcional à área da superfície e à quarta potência de sua temperatura absoluta. Esse resultado foi determinado empiricamente por Josef Stefan em 1879 e deduzido teoricamente por Ludwig Boltzmann cerca de cinco anos mais tarde, e chamada de Lei de Stefan- Boltzmann:

$$P_{r=es} = e\sigma AT^4 \quad (2.8)$$

onde, P_r é a potência irradiada, A é a área da superfície, T é a temperatura absoluta e σ é uma constante universal chamada de constante de Stefan, que vale:

$$\sigma = 5,6703 \times 10^{-8} \text{ w/ (m}^2 \cdot \text{k}^4) \quad (2.9)$$

e é a emissividade da superfície que irradia, uma quantidade adimensional entre 0 e 1 que depende da composição da superfície do objeto.

Quando a radiação eletromagnética atinge um objeto opaco, parte da radiação é refletida e a outra parte é absorvida. Os objetos coloridos refletem a maior parte da radiação visível, enquanto os objetos escuros a maior parte dela. A taxa de um objeto que absorve radiação é dada por:

$$P_a = e\sigma A T_0^4 \quad (2.10)$$

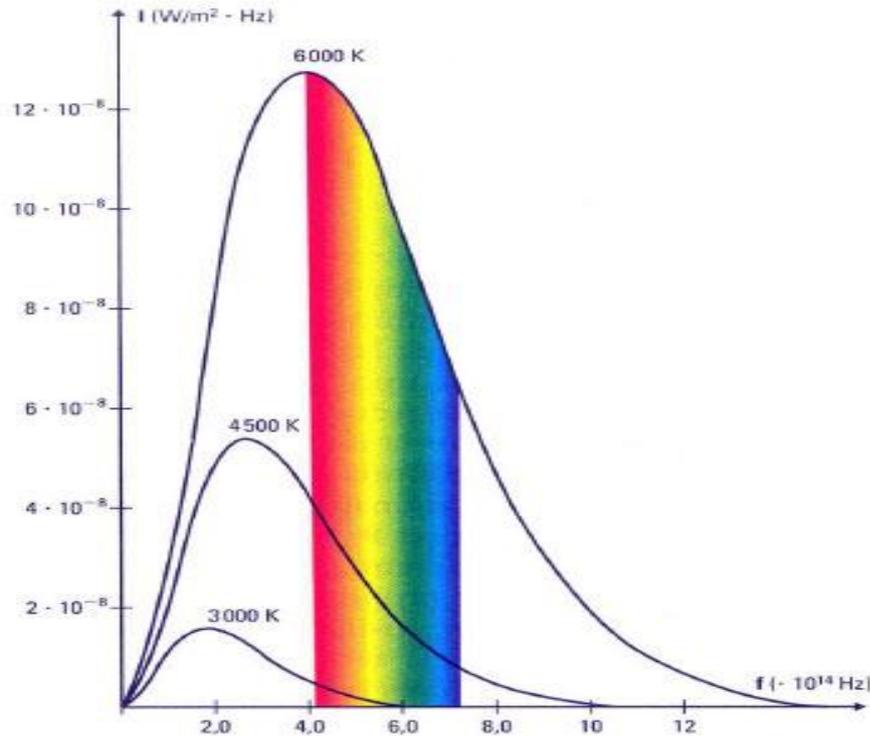
onde T_0 é a temperatura absoluta da fonte de radiação.

Quando um corpo de uma temperatura T , cercado por corpos de uma temperatura T_0 , emite energia radiante a uma taxa maior do que absorve então se resfria enquanto sua vizinhança absorve radiação e se aquece ou se esse corpo absorve energia radiante a uma taxa maior que emite então ele se aquece e sua vizinhança se resfria. A potência resultante irradiada por um corpo a uma temperatura T em um ambiente a uma temperatura T_0 é:

$$P_{res} = e\sigma A(T^4 - T_0^4) \quad (2.11)$$

Quando um corpo está em equilíbrio térmico com sua vizinhança, $T = T_0$ e o corpo emite e absorve à mesma taxa, ver figura 7.

Figura 7 - Espectro de distribuição de radiação de um corpo negro



Fonte: Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172010000200015 Acesso em: 19 jan. 2019.

A figura 7 representa a densidade de energia em função da frequência f de, nas temperaturas de 3000 K a 6000 K nas principais regiões do espectro eletromagnético, que são eles: ultravioleta, visível e infra- vermelho que estão indicados na figura 7. Percebe-se que os picos estão sobre uma curva crescente, da esquerda para a direita. O comprimento de onda para qual a potência é máxima varia inversamente com a temperatura, o resultado é obtido pela lei do deslocamento de Wien:

$$\lambda_{\text{máx}} = 2,898 \text{ mm} \cdot \frac{\text{K}}{T} \quad (2.12)$$

Essa lei é usada para determinar a temperatura das superfícies de estrelas pela análise de sua radiação ou para variações de temperaturas em diferentes regiões da superfície de um corpo.

CAPÍTULO 03 – DISPOSITIVO EXPERIMENTAL PARA PROPAGAÇÃO DE CALOR

Nesse capítulo abordaremos as etapas de funcionamento, os materiais necessários para montagem e os conceitos físicos desenvolvidos no dispositivo de propagação de calor. As aulas experimentais terão oportunidade de agregar fenômenos naturais que ocorrem no espaço que vivenciamos. Nesse sentido podemos abordar tema que relaciona a aprendizagem da Física com a prática, a partir da confecção de um dispositivo que será desenvolvido com materiais de fácil acesso e baixo custo.

Para despertar a curiosidade dos alunos, mostrando a troca de calor de dois corpos, será confeccionado um dispositivo com materiais simples, fazendo demonstrações das três propagações de calor, por condução, convecção e irradiação. Para isso, teremos de selecionar elementos fundamentais para o experimento fazendo uma relação com conteúdo que o estudante já tenha um conhecimento prévio.

Diante dos fatos Villatorre (2008, p. 109 e 110) comenta que para estratégia experimental:

Voltaremos nossa atenção aos fenômenos que relacionam conhecimentos prévios, permitem o conflito cognitivo, instigam uma explicação do observador e requerem leituras de escalas e medidas. O trabalho de ensino considerando esses elementos busca contatos, observações, trocas e reflexões de ideias que devem enriquecer o processo de argumentação para a reelaboração do discurso do aluno (VILLATORRE, 2008, p. 109 e 110).

3.1 MATERIAIS PARA CONFECCIONAR DO DISPOSITIVO

Para montagem do dispositivo de propagação de calor utilizamos os seguintes materiais abaixo:

- 1) 02 peças de madeira de 13 x 13 cm;
- 2) 01 peça de madeira de 30 x 30 cm;
- 3) 02 pedaços tubo PVC soldável 20 mm, tamanho de 24 cm (para o experimento de convecção);
- 4) 01 pedaço tubo de PVC soldável 20 mm, tamanho de 8 cm (para o experimento de condução);

- 5) 02 pedaços tubo de PVC soldável 20 mm, tamanho de 5 cm (para o experimento de convecção);
- 6) 01 haste cilindro de alumínio 0,5 cm de diâmetro, tamanho 30 cm;
- 7) 02 joelhos de conexão 20 mm;
- 8) 06 caps soldáveis de conexão 20 mm;
- 9) 03 Ts de conexão 20 mm;
- 10) 02 joelhos de conexão 20 mm;
- 11) 01 peça de arame;
- 12) 01 recipiente pequeno (vidro) para colocar a mistura da água e o leite;
- 13) 01 fonte de calor (lâmparina);
- 14) 01 recipiente com água;
- 15) 01 recipiente com leite;
- 16) 01 conector barra sindal 12 posições 10 mm para fios;
- 17) 04 parafusos pequenos;
- 18) 02 termistores iguais NTC 10 K 5 mm;
- 19) 03 pregos;
- 20) 01 canudo;
- 21) 01 isqueiro;
- 22) 01 spray preto (opcional);
- 23) 01 spray cor claro (opcional);
- 24) Fios para fazer conexão dos termistores;
- 25) 02 multímetros;

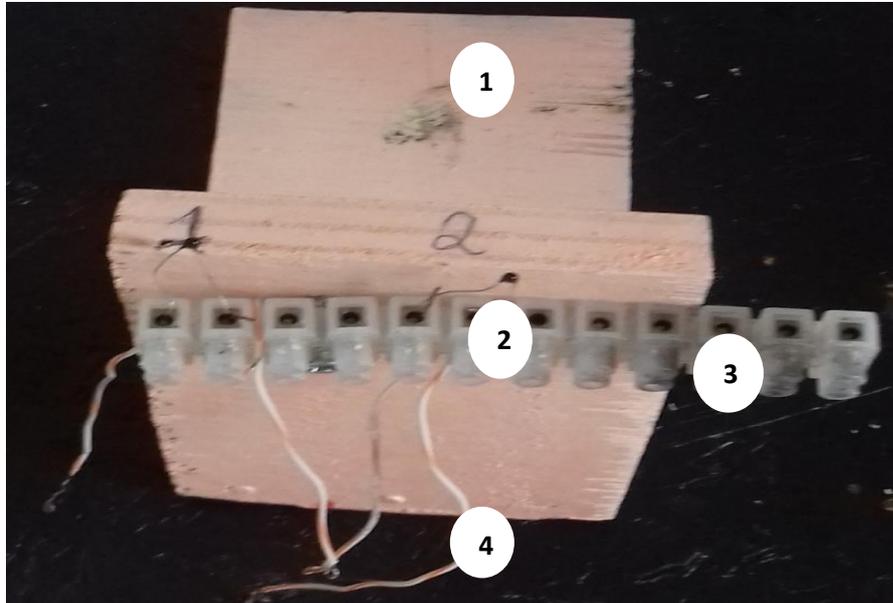
3.2 MONTAGEM DO SUPORTE PARA OS SENSORES DE TEMPERATURA

Para a montagem do suporte de sensores de temperaturas baseados em termistores foram usados os seguintes materiais, mostrado na figura (8).

- Unir as duas peças de madeira de 13 x 13 centímetros **(1)**, com três pregos;
- Depois com um parafuso pequeno, prenda no conector barra sindal 12 posições **(3)** no suporte de madeira;

- Em seguida faça as conexões dos termistores **(2)** em um pedaço de fio **(4)**. Observando que cada sensor deve ser ligado em dois pedaços de fio separados para fazer a ligação do multímetro, com positivo e negativo;

Figura 8 - Suporte de sensores de temperatura



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

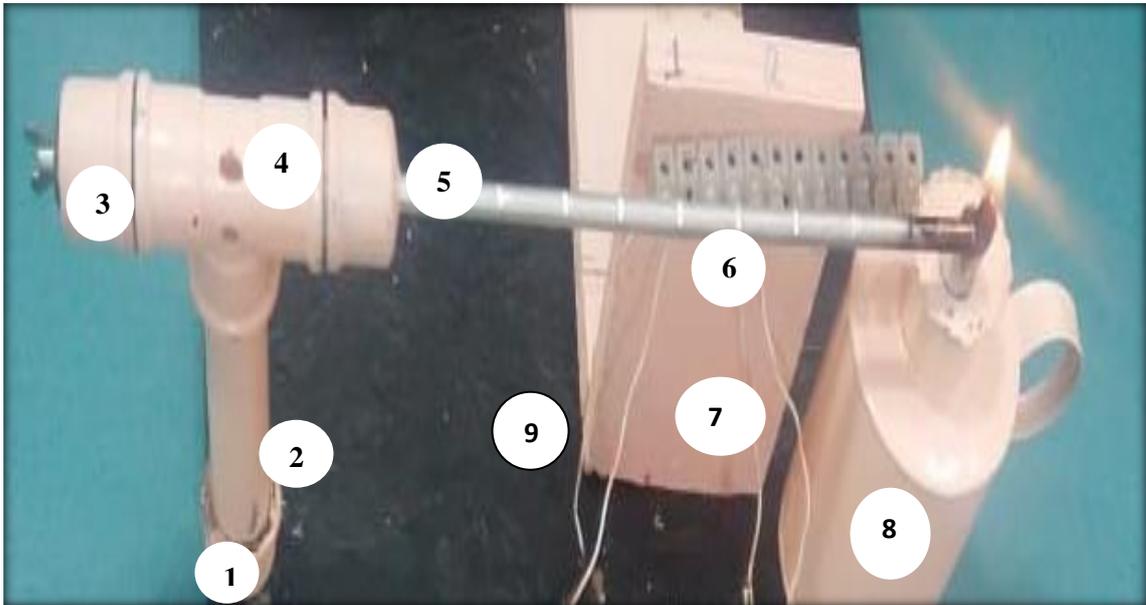
3.3 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONDUÇÃO DE CALOR

A figura 9 mostra a montagem do suporte utilizado para realizar em sala de aula o experimento de condução de calor, podemos perceber que há troca de calor quando a chama da (lâmparina) a fonte de calor entra em contato com uma haste de alumínio, pois os metais são bons condutores de calor e a transferência de calor ocorrerá com mais facilidade. No entanto, foi utilizada uma haste de alumínio para demonstrar aos alunos o fenômeno de condução de calor. Cabe explicar para os alunos que quando a peça de alumínio está sendo aquecida, há um fluxo de calor, que é quantidade de calor que flui por um corpo em um intervalo de tempo.

Para medir a temperatura da haste de alumínio utilizam-se dois multímetros ligados em dois termistores como mostrados a figura 8 da seção anterior. Nesse caso os multímetros não medem diretamente a temperatura, e sim, mede as resistências que foram detectadas pelos termistores. Na **seção 3.6** desse capítulo demonstra

como é realizada a conversão de resistência para temperatura utilizando os conceitos da equação de Johs.S. Steinhat.

Figura 9 - Suporte de condução de calor



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Para a montagem do suporte de condução de calor observe a figura acima e siga as seguintes instruções:

- Primeiro fure os três caps soldáveis de conexão 20 mm (1), (3) e (5) com um ferro quente;
- Em seguida faça a conexão do caps soldáveis de conexão 20 mm (1), na peça de madeira de 30 x 30 centímetros (9), com um parafuso pequeno;
- Conecte o pedaço de tubo PVC soldável 20 mm de 8 centímetros (2) no caps de conexão 20 mm (1);
- Faça a conexão do cano (2) com um T de conexão 20 mm (4);
- Em seguida com os dois caps soldáveis (3) e (5), passe a haste de alumínio de 30 centímetros com um T de conexão 20 mm;
- No final parafuse a haste de alumínio no caps de conexão 20 mm (3).

3.4 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONVECÇÃO DE CALOR

A figura 10 mostra o dispositivo experimental de transferência de calor utilizado para demonstrar o fenômeno por convecção, pois quando aproximarmos uma fonte calor (lâmparina) de um recipiente e em seguida com um canudo derrama o leite, percebe-se que como o leite estará mais próximo ao fogo aquecer primeiro, onde terá um aumento de volume, sem alterar sua massa, que leva a uma diminuição da densidade do leite com isso se torna menos denso e assim provoca uma corrente ascendente. Já água que estará na parte superior da fonte de calor descenderá, por ser mais denso, pois à medida que a corrente sobe, vai ocorrendo o aquecimento dos níveis acima e assim sofrendo o inverso do início, pois densidade aumenta por esse motivo ela desce formando as correntes de convecção, de modo que observamos água se misturando com o leite.

Figura 10 - Suporte de convecção



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Para a montagem do suporte de convecção de calor observe a figura acima e siga as seguintes instruções:

- Primeiramente fure dois caps soldáveis de conexão 20 mm (12), para colocar os parafusos pequenos em cada um e depois conecte os caps soldáveis de conexão

20 mm (12) na peça de madeira de 30 x 30 cm (13). Observação: Use uma chave de fenda para apertar os parafusos na madeira (13);

- Os caps soldáveis de conexão 20 mm (12) são separados na madeira (13), numa distância de 12 centímetros;
- Conecte dois pedaços de tubos soldáveis PVC 20 mm de 24 centímetros (7) nos caps (12);
- Conecte dois joelhos de conexão 20 mm (1), nos pedaços de tubos PVC 20 mm de 5 centímetros (2). Os joelhos com os pedaços de tubos PVC soldáveis (2) são encaixados nos dois pedaços de tubos PVC soldáveis 20 mm de 24 centímetros (7);
- Passe arame (5), em um caps de conexão de 20 mm com um furo no meio, para fazer a ligação com a conexão de T 20 mm (3). Observação: Faça um círculo com arame para segurar o vidro (6);
- Separe dois recipientes para colocar água (8) e outro o leite (10);
- Coloque a água no recipiente de vidro (6), em seguida com o canudo (11), coloque o leite no fundo do reservatório vidro;
- Espere um pouco, acenda a fonte de calor (9) e coloque debaixo reservatório do vidro (6).

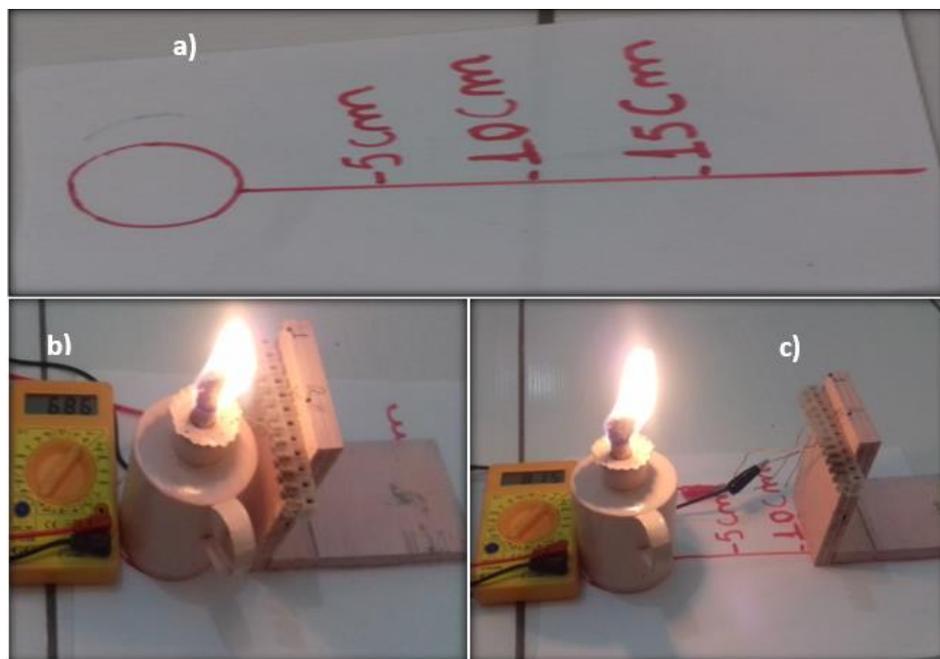
3.5 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO DE RADIAÇÃO DE CALOR

No experimento de irradiação de calor, pode ser demonstrada a radiação para os alunos usando apenas dos seguintes materiais:

- Uma folha de papel A4, para marcar a distância da fonte de calor ao sensor. Como mostra a figura 11 a);
- Uma régua para fazer medição;
- Um pincel;
- A fonte de calor (lâmparina) o mesmo do suporte de condução da figura 9;
- Um multímetro;
- O suporte de sensores de temperatura mostrado na figura 8.

Chame atenção dos alunos que ao colocar o sensor de temperatura próximo a chama, logo ocorrerá alteração da resistência, pois a irradiação é processo de energia radiante que se propaga no espaço, através de ondas eletromagnéticas e não precisa de meio material para ocorrer. Deve ser mostrado também aos alunos que à medida que distanciamos o sensor de temperatura da fonte de radiação a resistência vai aumentando, o que significa que a intensidade de radiação diminui com a distância da fonte, como mostra a figura 11 (b) e (c), pois a mesma é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Na **seção 2.8** do capítulo segundo, mostra como ocorre o processo de radiação¹.

Figura 11 - Suporte de irradiação: a) folha de papel A4 com indicação das distâncias da fonte de calor até ao sensor de temperatura; b) sensor próximo da fonte de calor; c) sensor distante da fonte de calor.



Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

¹ Seguindo sugestão do Professor Dr Júlio Akashi Hernandez - UFJF, para melhor compreensão de propagação de calor por radiação, seria interessante utilizar um vidro, como anteparo no experimento de radiação, para bloquear possível fluxo de calor através do ar por condução e também corrente de convecção.

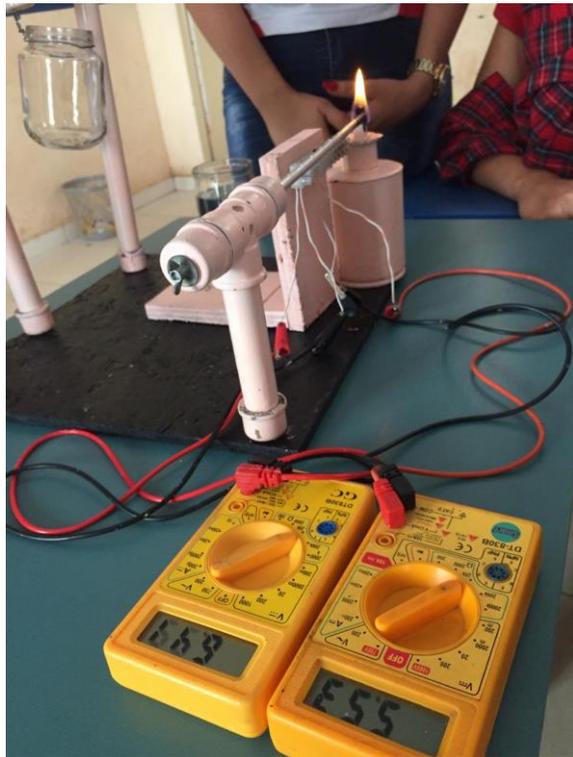
3.6 FUNCIONAMENTO DOS SENSORES DE TEMPERATURA

Existem dois tipos básicos de termistores: o termistor **PTC** (positive temperature coefficient), que aumenta sensivelmente a sua resistência elétrica com o aumento da temperatura, e o termistor **NTC** (negative temperature coefficient) que diminui sensivelmente a sua resistência elétrica com o aumento da temperatura. O conceito físico e funcionamento de um termistor baseiam-se no aumento da temperatura que provoca o aparecimento de um número maior de elétrons livres e assim aumentará a condutividade elétrica em sua estrutura, e conseqüentemente diminui a resistência elétrica. Figura 12 exemplifica um termistor utilizado como sensor de temperatura.

Na figura 12 é exemplificado o dispositivo utilizado para realizar o experimento de condução de calor. Para mostrar a diferença de temperatura entre os sensores em certo intervalo de tempo, os termistores usados foram separados numa distância de três centímetros. No entanto, conectados aos termistores estão dois multímetros que foram utilizados para medir as resistências de ambos, que serão utilizadas a equação de John. S. Steinhart para converter a resistência em temperatura.

Quando o dispositivo foi utilizado em sala de aula como ferramenta auxiliar de ensino, os alunos perceberam que à medida que peça de alumínio aquecia as resistências e ambos os sensores diminuía, nesse caso os termistores são NTC, pois quando aumentamos a temperatura do material, percebe-se que resistência dele diminui.

Figura 12 – Dispositivo utilizado como sensor de temperatura. Em destaque um termistor NTC 10 K 5 mm usados



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

3.7 EQUAÇÃO DE JOHN. S. STENHART

Os termistores nos últimos anos tornaram-se os dispositivos mais comuns para medição de precisão de temperatura, por serem baratos embora retenham alta resolução de temperatura, são comumente usados na mensuração do fluxo de calor, em pequenas diferenças de temperatura nas correntes e no estudo da variação de temperatura.

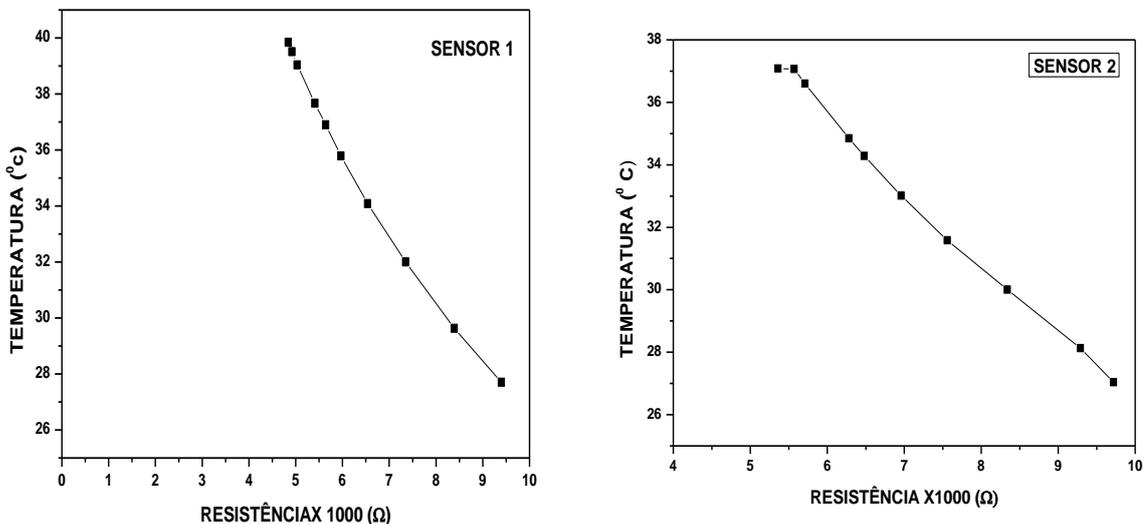
De acordo Steinhart e Stanley (1968), para ajuste de calibração de termistores e obter resultados considerável, há uma função que possui número de propriedade desejáveis, como a equação de Steinhart-Hart que descreve a resistência de um semicondutor a diferentes temperaturas,

$$T^{-1} = A + B \cdot \log R + C \cdot (\log R)^3 \quad (3.1).$$

Onde T é a temperatura dada em Kelvin, R a resistência em ohm, e as constantes A , B e C são determinadas a partir de um procedimento de calibração a partir da utilização de um termômetro de temperatura conhecida e utilizado como referência. A figura 13 a) e b) mostram os valores das temperaturas em funções das resistências do suporte de condução de calor, onde as linhas representam os pontos de ligação. Observe-se que à medida que as resistências diminuem as temperaturas aumentam.

A equação 3.1 foi utilizada para fazer as conversões das resistências para a temperatura dos sensores de temperatura do suporte de condução de calor e no experimento de irradiação. Para realizar essas conversões foram coletados dez valores de resistências no intervalo de tempo de quatro minutos e trinta segundos, ver figura 13.

Figura 13 – Temperaturas em função da resistência: a) do sensor 1; b) sensor 2



Fonte: produção autoral (2018).

CAPÍTULO 04 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo iremos tratar da metodologia da pesquisa, no qual podemos destacar alguns elementos fundamentais dentro de uma didática, pra compreender melhor o desenvolvimento da pesquisa dos conceitos que possam contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

O seguimento da pesquisa foi o desenvolvimento de um dispositivo experimental proposto como uma ferramenta auxiliar na aprendizagem, que foram organizadas em cinco momentos com os alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola A. O trabalho científico, propriamente dito, é avaliado, segundo Demo (1991), “por duas qualidades a política e a formal: Qualidade política refere-se fundamentalmente aos conteúdos, aos fins e à substância do trabalho científico. Qualidade formal diz respeito aos meios e formas usados na produção do trabalho”.

Na sequência dos trabalhos de pesquisa planejamos nos seguintes procedimentos: um teste – diagnóstico, uma aula teórica sendo apresentada nos slides, um pré-teste, apresentação do dispositivo educacional e um pós-teste.

Segundo Silva (2005, p. 16):

Refere-se ao domínio de técnicas de coleta e interpretação de dados, manipulação de fontes de informação, conhecimento demonstrado na apresentação do referencial teórico e apresentação escrita ou oral em conformidade com os ritos acadêmicos (SILVA, 2005, p. 16).

Para Gerhardt e Silveira (2009), ao estudar um determinado problema o pesquisador se preocupa em verificar como ele se manifesta nas interações cotidianas, centrando se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Diante desses fatos a pesquisa está embasada no procedimento qualitativo, pois a pesquisa relata fenômeno através da coleta de dados narrativo, que reúne dados coletados através de testes diagnósticos, onde verificamos a particularidade de cada indivíduo, com perguntas objetivas de múltiplas escolhas relacionadas ao conteúdo do dispositivo educacional.

Moreira (2011, p. 46 e 47) comenta algumas características de uma abordagem qualitativa a pesquisa de ensino onde cita que:

A pesquisa qualitativa é um termo que tem sido usado alternativamente para designar várias abordagens a pesquisa em ensino, tais como pesquisa etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica construtiva, interpretativa, antropológica cognitiva. Cada umas dessas abordagens forma um todo coerente, englobando suposições internamente consistentes sobre natureza humana, sociedade, objeto de estudo e metodologia, onde compartilham muitas semelhanças e por questão de simplicidade são comumente chamadas de pesquisa qualitativa (MOREIRA, 2011, p. 46 e 47).

No entanto, o procedimento metodológico será direcionado para os alunos do segundo ano do Ensino Médio, tendo em vista os obstáculos causados pelo distanciamento da teoria/prática. Dessa forma, visa buscar qualitativamente o entendimento claro com o convívio social do indivíduo a qual ele está inserido.

Silva (2005, p. 20) cita que:

Há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa (SILVA, 2005, p. 20).

Com intuito de obter dados para pesquisa, com objetivo de compreender os fatos relacionados, podemos reunir dados narrativos com questionários com perguntas direcionadas aos problemas ou desenvolver hipóteses para a pesquisa de meios qualitativos, que são especificadas nas tendências de pensamentos e opiniões, onde os resultados são medidos durante a entrevista.

Segundo Silva (2005, p. 34) a pesquisa será:

O instrumento de coleta de dados escolhido deverá proporcionar uma interação efetiva entre você, o informante e a pesquisa que está sendo realizada. Para facilitar o processo de tabulação de dados por meio de suportes computacionais, as questões e suas respostas devem ser previamente codificadas (SILVA, 2005, p. 34).

A pesquisa científica é uma atividade humana, cujo objetivo é conhecer e explicar os fenômenos, fornecendo respostas às questões significativas para a compreensão da natureza. Para essa tarefa, o pesquisador utiliza o conhecimento anterior acumulado e manipula cuidadosamente os diferentes métodos e técnicas para obter resultado pertinente às suas indagações.

4.1 PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Nessa seção abordaremos os procedimentos didáticos da pesquisa, na qual foram seguidos os processos da teoria da aprendizagem significativa, e foi trabalhado o conceito de propagação de calor, de modo em que os alunos do 2º ano do ensino médio possam compreender melhor esse conteúdo. De acordo Ausubel (1980), “a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado para o aluno. Para a informação fazer sentido, é preciso que se estabeleça uma analogia com as ideias do aluno estão organizadas”.

Diante desses processos foi organizado o planejamento das aulas para aplicação do dispositivo educacional de propagação de calor. Além a autora da pesquisa, outro professor da mesma escola realizou a aplicação do dispositivo no turno matutino, onde foi verificado se o dispositivo funcionava com outro educador e também com intuito de avaliar aprendizagem de turmas diferentes. No cronograma abaixo segue as etapas dos planejamentos das aulas abordadas na pesquisa.

ETAPAS	ATIVIDADE	TEMPO DE DURAÇÃO	TOTAL EM HORAS/AULAS
1	• Diagnóstico	30 min	5 h e 30 min
2	• Aula teórica sobre Propagação de Calor	2 h	
3	• Avaliação pré-teste	30 min	
4	• Montagem do experimento pelos alunos e aplicação do dispositivo	2 h	
5	• Pós – Teste	30 min	

Fonte: produção autoral.

4.2 DIAGNÓSTICO

Para analisamos o conhecimento prévio dos alunos, realizamos um diagnóstico com perguntas relacionadas com os conteúdos já ministradas no bimestre anterior, no caso o conceito de temperatura e suas escalas termométricas, equilíbrio térmico e conceito de calor.

No dia 10 de outubro de 2018 na escola **A**, no turno vespertino, foram aplicados os diagnósticos na turma 224, com total de 24 alunos, com duração de tempo aproximadamente trinta minutos.

No dia 11 de outubro de 2018 na mesma escola, porém no turno matutino, aplicamos os diagnósticos na turma 221, do professor Edivan Ricarte, com total de 26 alunos, ver figura 14.

Figura 14 - Aplicação do diagnóstico - (A) - turma 224 e (B) - turma 221



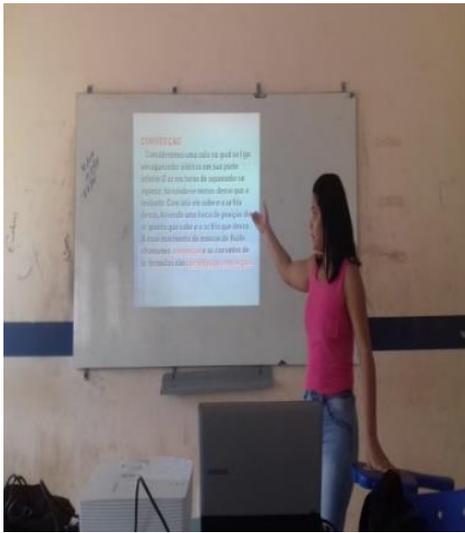
Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

4.3 AULA TEÓRICA

Para verificar aprendizagem dos alunos do 2º ano do ensino médio antes da aplicação do dispositivo educacional de propagação de calor, foram apresentadas as aulas teóricas sobre conceito e exemplos de transferência de calor, formulação de fluxo de calor, atividades de pesquisa e resolução de problemas de fluxo de calor.

Na turma 224, foram apresentadas as aulas teóricas com aproximadamente 24 alunos, nos dias 17 de outubro de 2018 e 19 de outubro de 2018, sendo ministrada com duração de 2 horas no período da tarde. Já na turma 221 as aulas teóricas foram apresentadas com 26 alunos, nos dias 24 de outubro de 2018 e 25 de outubro de 2018, sendo ministrada também com duração de 2 horas no período da manhã, ver figura 15.

Figura 15 - Apresentação da aula teórica – (A) aula teórica na turma 224 e (B) – aula teórica na turma 221



(A)



(B)

Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Os recursos utilizados nas aulas teóricas foram: pincel, quadro branco, data show e computador. As aulas foram apresentadas nos slides e no quadro branco como mostra a figura 15, onde foi explicada a conceituação de condução de calor que é um processo de transmissão de calor em que a energia térmica passa de um local para outro através das partículas do meio que os separa. Citamos também exemplos com metal colocado numa chama para ocorrer à condução.

Falamos sobre os bons condutores e maus condutores de calor, o conceito e exemplos de convecção que podemos perceber esses fenômenos numa sala na qual se liga um aquecedor elétrico em sua parte inferior. O ar em torno do aquecedor se aquece, tornando-se menos denso que o restante.

Com isto ele sobe e o ar frio desce, havendo uma troca de posição do ar quente que sobe e o ar frio que desce. A esse movimento de massas de fluido chamamos convecção e as correntes de ar formadas são correntes de convecção.

Seguindo a explicação sobre a irradiação na qual destacamos é o processo de transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas (ondas de calor). A energia emitida por um corpo (energia radiante) se propaga até o outro, através do espaço que os separa.

Falamos sobre o efeito estufa que é a presença de vapor de água e gás carbônico faz a atmosfera reter grande parte das ondas emitidas pelos objetos da

superfície terrestre. Esse efeito é fundamental para que a Terra tenha uma temperatura média adequada. Destacamos ainda que os corpos bons absorventes de calor são maus refletores.

Todo bom absorvente é bom emissor de calor e todo bom refletor é mal emissor de calor. Os corpos negros são bons absorventes e corpos claros são bons refletores de calor. Lembramos ainda que a propagação do calor pode ocorrer por três processos: condução, convecção e irradiação.

Onde a condução acontece, em geral, nos sólidos, a convecção predomina nos líquidos e gases, através de correntes de convecção e a irradiação ocorre pela radiação; não é necessária a presença da matéria.

Ainda na aula teórica demonstramos o fluxo de calor através de um corpo que podemos observar dois ambientes, sendo separados por uma parede de área (A) e espessura (e), mantidos em temperatura T_1 e T_2 constante, sendo $T_1 > T_2$ e que a quantidade de calor Q é transmitida através da parede no intervalo de tempo Δt , ou seja, o fluxo de calor ϕ através da parede, onde podemos perceber que o fluxo de calor é diretamente proporcional à área atravessada e à diferença de temperatura entre os dois lados da parede e inversamente proporcional à espessura da parede atravessada, matematicamente. Nesse caso foi demonstrada no quadro branco a fórmula para calcular o fluxo de calor de um corpo, onde cada material tem a capacidade de conduzir calor e há uma constante representada pela letra K , como constante de condutividade térmica do material.

4.4 PRÉ-TESTE

Para obtenção de dados para a pesquisa, logo após as aulas teóricas foi realizado o pré-teste nas duas turmas, com intuito também de avaliar a aprendizagem dos alunos nos conceitos de propagações de calor.

Segundo Moreira (2006), “a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira não-arbitrária e substantiva, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva”. Pois um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aluno não é qualquer aspecto cognitivo, mas pode ser um conhecimento especificamente relevante e que possa contribuir para sua aprendizagem.

No dia 25 de outubro de 2018 foi efetuado o pré-teste na turma 224, para 24 alunos e no dia 26 de outubro de 2018 foi aplicado na turma 221 para 26 alunos. As aplicações dos pré-testes nas ambas as turmas tiveram duração de 30 minutos, ver figura 16.

Figura 16 - Aplicação do pré-teste – (A) turma 224 e (B) turma 221



Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

4.5 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Para contribuir mais na aprendizagem dos alunos das turmas 221 e 224, apresentamos no dia 07 de novembro de 2018, nas respectivas turmas nos turnos matutino e vespertino, o dispositivo de propagação de calor. No primeiro momento da apresentação, montamos o dispositivo com os alunos das duas turmas, ensinando todos os passos das montagens e suas funções desenvolvidas no decorrer da amostra, ver figura 17.

Figura 17 - Montagem do dispositivo com os alunos



(A)



(B)

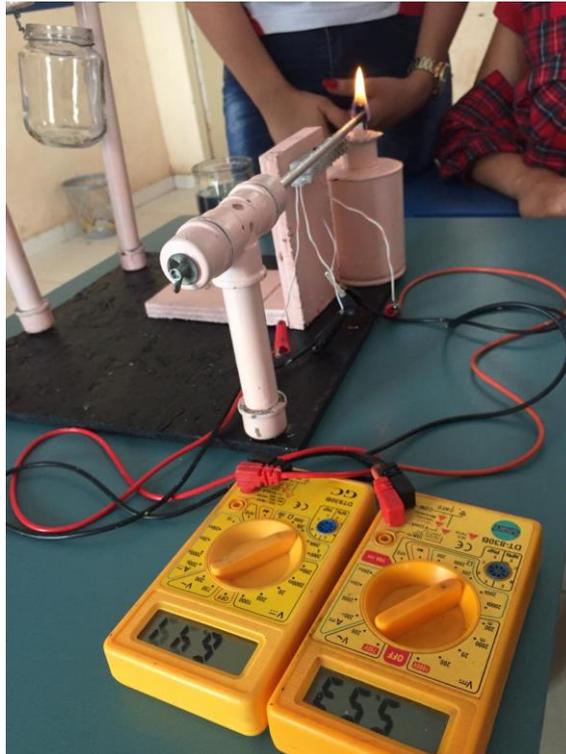
Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Logo depois da montagem do experimento, explicamos cada conceito de propagação de calor sendo desenvolvido dispositivo. No suporte de condução foi mostrado que há troca de calor quando a chama da fonte de calor (lâmparina) entra em contato com uma peça metálica, pois os metais são bons condutores de calor e a transferência de calor ocorrerá com mais facilidade.

No entanto, foi utilizada uma haste de alumínio para demonstrar aos alunos o fenômeno de condução de calor. Onde foi explicado aos alunos que quando a peça de alumínio está sendo aquecida, há um fluxo de calor, que é quantidade de calor que flui por um corpo em um intervalo de tempo e para medir a temperatura da peça de alumínio utilizam-se dois multímetros ligados em dois termistores como mostra a figura 18.

Nesse caso os multímetros não medem diretamente a temperatura, e sim, medem as resistências que foram detectadas pelos termistores. Na **seção 3.7** da dissertação detalhamos como foi realizada a conversão de resistência para temperatura utilizando os conceitos da equação de John S. Steinhart, ver figura 18.

Figura 18 – Apresentação do dispositivo de condução de calor (A)



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

No seguimento da aplicação do dispositivo educacional foi apresentado o processo de radiação, onde foi mostrado que ao colocar o sensor de temperatura próximo à fonte de calor (lâmparina) ocorrerá alteração da resistência, pois a irradiação é processo de energia radiante que se propaga no espaço, através de ondas eletromagnéticas e não precisa de meio material para ocorrer. Nesse experimento os alunos perceberam também, que à medida que distanciamos o sensor de temperatura da chama da lâmparina a radiação vai diminuindo.

Por último, apresentamos o suporte de convecção, que foi mostrado à transferência de calor por convecção, que quando ao aproximarmos a fonte de calor (lâmparina) num recipiente contendo água e em seguida usando um canudo derramasse o leite nesse recipiente com água, os alunos observaram que como leite estará mais próximo ao fogo irá aquecer primeiro, onde terá um aumento de volume, sem alterar sua massa, que leva a uma diminuição da densidade do leite com isso se torna menos densa e assim provoca uma corrente ascendente. Já água que estará na parte superior da fonte de calor descerá, por ser mais densa, pois à medida que a corrente sobe, vai ocorrendo o aquecimento dos níveis acima e assim a densidade aumenta por esse motivo ela desce formando as correntes de convecção, de modo que observamos água se misturando com o leite, como mostra a figura 19.

Figura 19 – Apresentação do dispositivo de convecção de calor (B)



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

4.6 PÓS-TESTE

Para verificação dos conhecimentos dos alunos das turmas 221 e 224, após a aplicação do dispositivo educacional, foi realizado o pós-testes em ambas as turmas e assim foram avaliadas as contribuições à aprendizagem dos alunos no conteúdo de propagação de calor.

No dia 08/11/2018 foi aplicado o pós-teste na turma 221. O professor Edivan Ricarte da turma aplicou o teste para 26 alunos. Já na turma 224 o teste foi aplicado no dia 09/11/2018 para 24 alunos da turma, ver figura 20.

Figura 20 - Aplicação do pós-teste nas turmas: (a) – turma 221 e (b)- turma 224



(A)



(B)

Fonte: fotografias de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

CAPÍTULO 05 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

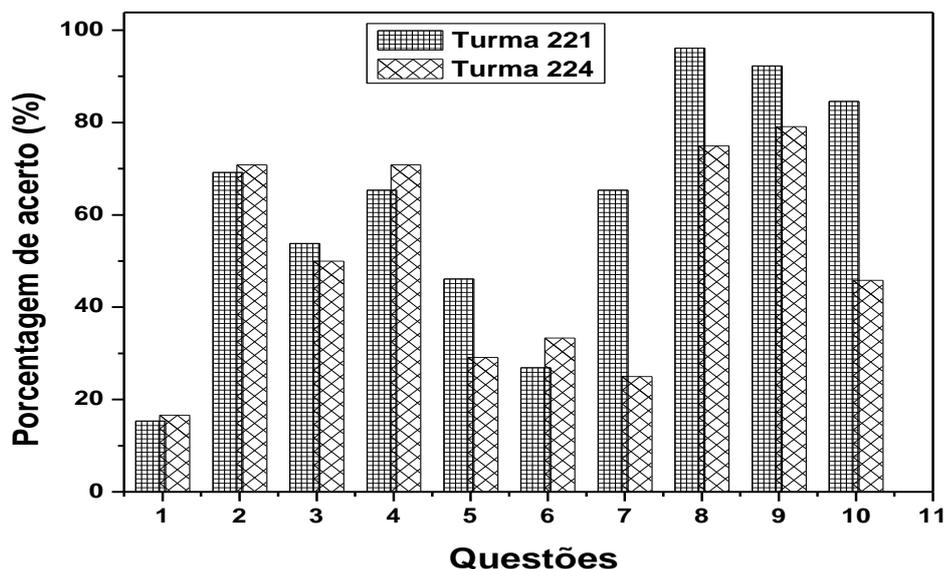
Nesse capítulo analisaremos os dados obtidos na pesquisa durante a aplicação das atividades no decorrer das aulas sendo desenvolvidas através de questionários, diagnóstico, pré-teste e pós-teste para fazer uma comparação do ensino e aprendizagem e assim obter resultado quanto à evolução do entendimento dos alunos no conceito de propagação de calor.

Para obtenção dos dados tanto o diagnóstico, como pré-teste e pós-teste, foi realizado no universo total de 50 alunos, sendo 26 alunos da turma 221 no período da manhã e 24 alunos da turma 224 no período da tarde.

5.1 DIAGNÓSTICO DAS TURMAS 221 E 224

Nessa seção será apresentado as análises e resultados dos testes diagnósticos aplicados em ambas as turmas. As análises seguiram as indicações comentadas pela a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, a respeito da importância da realização da sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto a ser tratado, segundo ele “se procuramos reduzir a psicologia educacional a um único princípio diríamos: O fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece e descubra isto ensinando” (AUSUBEL, 1980), ver figura 21.

Figura 21 – Comparação do diagnóstico das turmas 224 e 221 (gráfico 01)



Fonte: produção autoral (2019).

O gráfico (1) mostra a comparação entre os acertos do teste diagnóstico das duas turmas. Diante dessas análises por questões, podemos perceber que a turma 221 obteve mais acertos nas questões do que a turma 224. Nesse caso pode estar relacionado com o tempo de ministrar o conteúdo de temperatura, calor e equilíbrio térmico. Porquanto que turma 224 ficou sem professor no início do 1º bimestre e com isto a professora teve que simplificar a explicação dos conteúdos e assim ter tempo de repassar mais conteúdos importantes para aprendizagem dos alunos.

Questão 1: Trata-se do conceito do que é calor, com alternativa correta letra **B**, de que *“o calor é uma modalidade de energia em trânsito”*. Na turma 221 a maioria dos alunos marcou a alternativa letra **A**, que o calor é a energia que aumenta em um corpo quando ele se aquece, percebe-se que a turma teve dificuldade de compreender o conceito de calor, pois apenas 15% da turma conseguiram responder correto. Na turma 224 os alunos também tiveram dificuldade na definir o conceito de calor, pois aproximadamente 17% acertaram.

Questão 2: Tratava-se ainda sobre o conteúdo de calor, onde relatava que o calor é a energia que se transfere de um corpo para outro em determinada condição. Para essa transferência de energia é necessário que entre os corpos exista algo, no caso *“uma diferença de temperatura”*, alternativa correta é a letra **D**. Na turma 221 perceber-se que os alunos não tiveram tanta dificuldade para responder à questão, pois 69 % dos alunos marcaram a alternativa correta, no caso a letra **D** de acertos. Podemos observar também que a turma 224 não apresentou dificuldade para responder a alternativa correta, pois a turma obteve 71% de acertos.

Questão 3: Conceituavam-se frases de calor sendo apresentada no nosso cotidiano, onde apenas uma apresentava a maneira correta de conceituar a forma de calor. Nota-se que a turma 221 não teve tanta dificuldade de compreenderem as frases correta que conceituava que quando *“o dia está quente; estou recebendo muito calor”*, pois mais da metade conseguiram a acertar a questão, ou seja, 54 % marcaram a alternativa correta, no caso a letra **C**. Já a turma 224 somente 50% respondeu correta e a outra metade não conseguiu responder correta a questão.

Questão 4: Conceituava-se a forma correta sobre a temperatura que *“é uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, maior será sua temperatura”*. Totalizando a turma 221 obteve 65% de acertos, ou seja, mais da metade da turma conseguiram compreender o conceito de temperatura. Na turma 224, também não tiveram

dificuldade de responder à questão, pois 71% marcaram a alternativa correta, no caso a letra **D**.

Questão 5: Conceitua-se que “por muito tempo, na história da Física, considerou-se que o calor era uma propriedade dos corpos, que a possuíam em uma quantidade finita. Este conceito errôneo desapareceu no final do século XVIII. E hoje sabe - se que calor é uma forma de (1) _____ e, portanto, não tem sentido falar em (2) _____”. O grau de dificuldade da questão é elevado, pois a os alunos escolhe a opção mais correta para preencher as lacunas no texto, onde alternativa correta é “*energia em trânsito / calor contido nos corpos*”. A turma 221 apresentou menos dificuldade para responder do que a 224, porém apenas 46% da turma conseguiram acertar a alternativa correta à letra **A**. Na turma 224 tiveram dificuldade de responder à questão, pois apenas 29% da turma acertaram e 54% da turma marcaram a letra **B**, que estava relacionada com “*a temperatura e aquecimento dos corpos*”, nesse caso percebe-se que os alunos da turma 221 pode ter confundido o enunciado da questão.

Questão 6: Tratava-se sobre o equilíbrio térmico, onde demonstrava várias situações e o alunos analisava qual era a situação correta. A turma 221 nota-se que teve dificuldade de assimilar o conceito correto da questão, no caso alternativa correta é a letra **B** “*temperatura dos três corpos é a mesma*”, pois apenas 27% da turma responderam corretos. Na turma 224 os alunos também tiveram dificuldade de interpretar a alternativa correta, pois apenas 33% da turma marcaram a alternativa correta da questão.

Questão 7: Trata-se de “qual a escala termométrica que também é conhecida como escala absoluta”, onde a alternativa correta é a letra **C**, “*a escala de Kelvin*”. A turma 221 obteve 65% de acertos nesta questão, nesse caso percebe que mais da metade turma 221 não teve tanta dificuldade em responder à questão. A turma 224 teve mais dificuldade de compreender, pois apenas 25% da turma acertaram a que a questão.

Questão 8: Nessa questão enunciava um conceito de que “a temperatura está diretamente ligada ao comportamento ao movimento das moléculas”, nessa questão os alunos tem apenas duas alternativas para marca “*certo*” ou “*errado*”. Por se trata de uma questão simples, os alunos da turma 221 não apresentaram dificuldade de responder à questão, pois 96% da turma responderam corretos, no caso a alternativa correta é “*certa*”. Por se trata de uma questão com o grau de

dificuldade leve para responder, percebe-se que os alunos da 224 também não tiveram dificuldade de interpretar a questão, pois 79% da turma responderam correto.

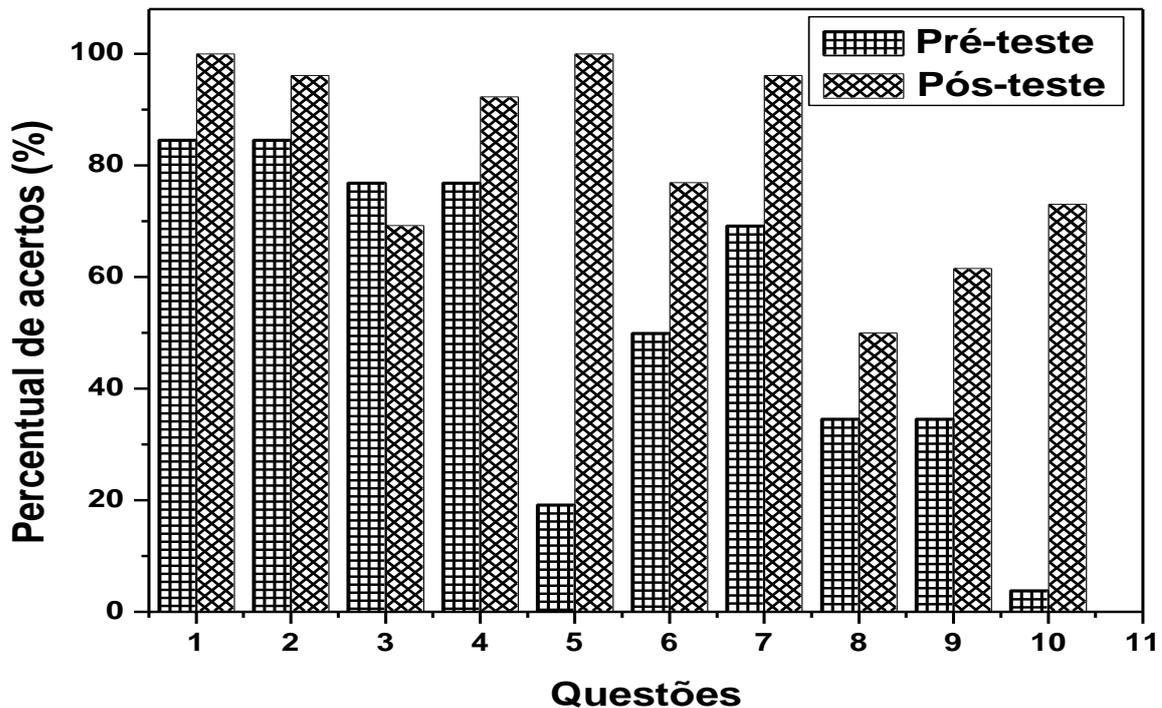
Questão 9: A questão trata-se sobre o termo que o equilíbrio térmico do leite frio e café quente, pois quando misturamos leite frio com café quente, temos uma mistura morna. Nesta questão o aluno terá que interpretar se o conceito relacionado com equilíbrio térmico está “certo” ou “errado”. Nessa questão os alunos da turma 221 compreender o conceito enunciado, pois 92% dos alunos assimilaram com clareza a alternativa correta. A turma 224 também conseguiu interpretar a questão e 79% da marcaram a opção “certa”, no caso a alternativa correta.

Questão 10: A questão também se tratava de alternativa de “certo” ou “errado”, onde enunciava que o ponto fixo de ebulição da água na escala de Kelvin corresponde a 373 K e na escala de Celsius corresponde a 90 °C. Perceber-se que os alunos da turma 221 conseguiram assimilar o conceito enunciado e 85% da turma marcaram a opção correta, nessa a opção correta é a “errado”, pois se trata de um conceito falso sobre as escalas termométricas. Já a turma 224 teve mais dificuldade de interpretar a questão, pois apenas 46% da turma acertaram a questão, ou seja, menos da metade turma.

5.2 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA 221

Nesta seção será realizada a comparação entre os testes com os dados obtidos na pesquisa, onde foram comparados os totais de acertos das questões do pré- teste aplicado depois da aula teórica e o pós- teste aplicado depois da aula experimental o dispositivo educacional na turma 221, no turno matutino na Escola A, com total de 26 alunos e assim notamos a diferença de acertos antes e depois da aula prática, como mostra o na figura 22.

Figura 22 – Comparação percentual de acertos entre pré-teste e pós-teste da turma 221 (gráfico 02)



Fonte: produção autoral (2019).

Questão 1: A questão estava relacionada com o instrumento de medir a temperatura do corpo, sendo a alternativa correta a letra **B**. No pré-teste a turma 221 obtiveram aproximadamente 92 % de acertos. Já no pós-teste depois apresentação do dispositivo experimental, a turma obteve 100 % de aproveitamento. Portanto podemos perceber que a turma teve um avanço na aprendizagem do conceito de temperatura, pois além de ter estudado o conceito de temperatura no 1º bimestre, como já tinham um conhecimento prévio do conteúdo e com o auxílio da aula experimental eles não apresentaram dificuldade na questão.

- 1) O instrumento usado para medir a temperatura de um corpo é chamado de:
- Multímetro
 - TERMÔMETRO**
 - Régua métrica
 - Cronometro

Questão 2: A questão abordava o ponto de fusão da passagem do estado líquido para o sólido na escala de Celsius, com alternativa correta letra **B**. Diante dos fatos os alunos da turma 221 obtiveram proximamente 85% de acertos no pré-teste, percebe-se que a turma não apresentou muita dificuldade para compreender a questão. No pós-teste os alunos mostraram um progresso de 96% de acerto, pode-se constatar que os alunos conceberam uma aprendizagem significativa em relação ao conteúdo de temperatura.

- 2) O ponto de fusão que é a passagem da água do estado líquido para o estado sólido ocorre na temperatura em graus Celsius de:
- a) 20 °C
 - b) **0 °C**
 - c) - 5 °C
 - d) 100 °C

Questão 3: A questão abordava a variação de temperatura de um corpo que cede e recebe uma certa quantidade de calor. A alternativa correta da questão a letra **D**. Nessa questão a turma 221 obteve 77% de acertos. Já no pós-teste apenas 69% da **turma** conseguiram acertar a questão. Nessa questão a turma não teve avanço no conceito de quantidade calor, pois os alunos tiveram um rendimento melhor no pré-teste do que no pós-teste. Podemos deduzir que na aula experimental não comentamos que quando um corpo varia de temperatura ele pode receber ou ceder calor e com isso pode confundido o raciocínio dos alunos.

- 3) Quando a temperatura de um corpo sofre variação dizemos que ele recebeu ou perdeu certa quantidade de:
- a) Massa
 - b) Volume
 - c) Densidade
 - d) **CALOR**

Questão 4: Trata-se do conteúdo trabalhado sobre a transferência de calor, onde a questão relata que o calor recebido ou cedido por um corpo em um intervalo de tempo e alternativa correta da questão é a letra **A**. Por ter explicado na aula teórica antes do experimento falando sobre fluxo de calor, percebe-se que eles assimilaram um pouco sobre o conceito, pois a turma obteve 77% de acertos na questão. No pós-

teste alunos eles evoluíram mais na sua aprendizagem sobre fluxo de calor e a turma conseguiu avançar nos acertos, pois 92% responderam correta a questão.

- 4) O calor recebido ou cedido por um corpo a outro num intervalo de tempo chama-se:
- a) **TRANSFERÊNCIA DE CALOR**
 - b) Aquecimento
 - c) Esfriamento instantâneo
 - d) Efeito estufa

Questão 5: Nessa questão abordar os conhecimentos dos três processos de transferência de calor, onde a alternativa certa é a letra **B**. Nessa turma teve um aproximadamente 19% de acertos na questão, nesse caso grande parte dos alunos da turma não acertou a questão e dos 26 alunos, 18 marcaram a alternativa letra **A**, que se tratava do processo de transformação gasosa, nesse caso notamos que eles confundiram os conteúdos, pois antes da aplicação a pesquisa os alunos tiveram aula de transformação gasosa. No pós-teste a turma teve um aproveitamento de 100%, percebe-se com aula apresentada através do dispositivo de propagação de calor, os alunos compreenderam nitidamente as três transferências de calor e com isso não confundiram mais as transferências de calor com as transformações gasosas.

- 5) O calor pode ser transferido através dos processos térmicos de:
- a) Isotérmicos, isobárico e isovolumétrico;
 - b) **CONDUÇÃO, IRRADIAÇÃO E CONVECÇÃO;**
 - c) Condução elétrica, magnética e nuclear;
 - d) Fluxo de massa, fluxo de corrente elétrica e fluxo de água.

Questão 6: A questão refere-se à convecção que é uma troca de calor que ocorre quando os fluídos são aquecidos e ficam menos densos e sobem e vice-versa. A alternativa correta da questão é a letra **A**. Nessa questão a turma **obteve** apenas 50 % acertos, porém foi observado que alguns alunos confundiram convecção por condução de calor durante a aplicação do pré-teste. Já no pós-teste a turma teve um avanço de apenas 27%, ou seja, 77% da turma marcaram a alternativa correta.

6) A troca de calor que ocorre quando o fluido (líquido ou gás) é aquecido, fica menos denso e sobe, enquanto o fluido mais frio desce, esse processo é chamado de:

- a) **CONVECÇÃO.**
- b) Condução.
- c) Irradiação.
- d) Calor latente.

Questão 7: Esta questão está relacionada a assinalar a alternativa correta sobre as transferências de calor, onde a opção correta é a letra **C**. A turma acertou 69% no pré-teste. Já no pós-teste a turma teve um aproveitamento de 96% da turma conseguiram compreender conceito correto de transferência de calor e marcar a alternativa correta.

7) Assinale a alternativa correta:

- a) A condução e a convecção térmica só ocorrem no vácuo.
- b) No vácuo, a única forma de transmissão do calor é por condução.
- c) **A CONVECÇÃO TÉRMICA SÓ OCORRE NOS FLUIDOS, OU SEJA, NÃO SE VERIFICA NO VÁCUO NEM EM MATERIAIS NO ESTADO SÓLIDO.**
- d) A radiação é um processo de transmissão do calor que só se verifica em meios sólidos.

Questão 8: Nesta questão aborda exemplos de transferência de calor, e assim o aluno teria que observar a ordem da descrição relatada para marcar alternativa correta que é a letra **D**. No pré-teste apenas 35% dos alunos responderam corretamente. Identificamos que nessa questão os alunos fizeram uma confusão nas transferências de calor de “*convecção e radiação*”, pois nesse fenômeno ocorrem as três transferências, mas na descrição só relatava dois, que são por “*condução e convecção*”. Percebe-se que 54% da turma marcaram a alternativa **A**. Nota-se que mesmo assim no pós-teste os alunos tiveram um avanço significativo, pois 54% marcaram corretos. Por se tratar de uma questão um pouco complexa, alguns alunos tiveram dificuldade na compreensão do enunciado, tanto no pré-teste como no pós-teste.

8) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está na parte inferior e assim se torna menos densa e sobe e a água da parte superior está mais densa desce. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) Radiação e convecção.
- b) Radiação e condução.
- c) Convecção e radiação.
- d) **CONDUÇÃO E CONVECÇÃO.**

Questão 9: Esta questão está relacionada a relacionar a alternativa que supre as afirmações de exemplos direcionados a propagação de calor, no qual o aluno teria que completar as frases com a alternativa correta, que no caso é a letra **C**. Podemos constatar que a maioria dos alunos da turma não conseguiram entender a questão e assim completar as frases com as palavras corretas no pré-teste, pois apenas 35% da turma marcaram a alternativa correta. Mas no pós-teste os alunos compreenderam melhor a questão e 62% da turma responderam corretamente.

9) Selecione a alternativa que supre as omissões das afirmações seguintes:

I - O calor do Sol chega até nós por _____.

II - Uma moeda bem polida fica _____ quente do que uma moeda revestida de tinta preta, quando ambas são expostas ao sol.

III - Numa barra metálica aquecida numa extremidade, a propagação do calor se dá para a outra extremidade por _____.

- a) Irradiação - menos - convecção.
- b) Convecção - mais - radiação.
- c) **IRRADIAÇÃO - MENOS - CONDUÇÃO.**
- d) Condução – mais – convecção.

Questão 10: A questão está correlacionada em indicar a alternativa correta em que predominam as três propagações de calor na sequência relacionada abaixo, porém nessa questão apenas 4% da turma relacionaram as frases em alternativas corretas no pré-teste, o que mostra que grande parte da turma não compreendeu totalmente os exemplos direcionados a cada transferência de calor. Já após a aplicação do dispositivo educacional a turma conseguiu compreender o conteúdo de propagação de calor com clareza, visto que no pós-teste a turma teve um avanço apreciável, pois obteve 73% de acertos na questão.

10) Indique a alternativa que associa corretamente o tipo predominante de transferência de calor que ocorre nos fenômenos, na seguinte sequência:

- Aquecimento de uma barra de ferro quando sua extremidade é colocada numa chama acesa.

- Aquecimento o corpo humano quando exposto ao sol.

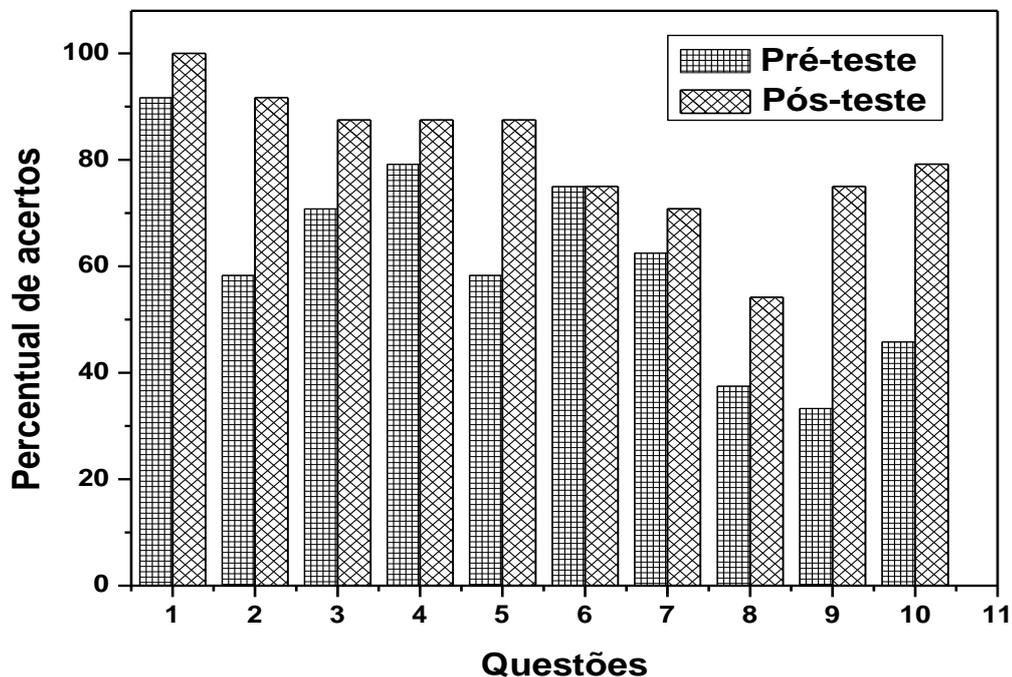
- Vento que sopra da terra para o mar durante a noite.

- a) convecção - condução - radiação.
- b) convecção - radiação - condução.
- c) condução - convecção - radiação.
- d) **CONDUÇÃO - RADIAÇÃO - CONVECÇÃO.**

5.3 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA 224

Nesta seção são apresentadas as análises e resultados das questões do pré-teste e pós-teste aplicada na turma 224 do turno vespertino da Escola **A** com o total de 24 alunos na turma. As questões analisadas foram aquelas mesmas relatada na **seção 5.2** para a turma 221 do. Na figura 24 apresenta a comparação de acertos dos alunos e mostra a porcentagem do pré-teste e pós-teste da turma. Diante disto avaliamos o total de acertos da turma realizados com o total de 24 alunos, ver figura 23.

Figura 23 – Comparação percentual de acertos entre pré-teste e pós-teste da turma 224 (gráfico 03)



Fonte: produção autoral (2019).

Questão 1: A turma 224 obteve aproximadamente 92 % de acertos no pré-teste. No pós-teste a turma teve um rendimento de 100%. Portanto podemos perceber que a turma teve um avanço na aprendizagem no conceito de temperatura, pois além de estudar na escola, eles já têm um conhecimento prévio que eles adquirem fora da escola.

Questão 2: A turma 224 só obteve 58% de acertos no pré-teste, nessa turma percebemos que alguns alunos tiveram mais **dificuldade** para **compreender** a questão. Mas logo após o uso do dispositivo experimental os alunos apresentaram melhoras em sua aprendizagem significativa, pois aproximadamente 92% dos alunos conseguiram compreender a questão.

Questão 3 Nessa questão os alunos **acertaram** aproximadamente 71% do pré-teste. Podemos perceber que o grau de dificuldade na questão foi pouco, pois mais da metade das da turma conseguiram compreender o que é quantidade de calor. Por outro lado, no pós-teste teve um avanço pequeno em relação ao pré-teste, pois na turma obteve 88% de acerto na questão.

Questão 4: A turma nessa questão obteve **aproximadamente** 80 % de acerto no pré-teste. Nesse caso a porcentagem do pré-teste foi significativa antes de ter ocorrido a aula experimental, pode sido o fato de ter explicado o conceito e as fórmulas sobre fluxo de calor na aula teórica. No pós-teste aproximadamente 88% responderam correto, nota-se que após apresentação do dispositivo 8 % da turma teve um avanço na aprendizagem sobre o conceito de fluxo de calor.

Questão 5: Nesta questão foi observado **que** mais da metade da turma conseguiram compreender quais são os três processos de transferência de calor durante a aplicação da aula teórica, na qual foi apresentada através de slides, pois 58% da turma acertaram a questão no pré-teste. A turma teve um avanço considerável em sua aprendizagem de ensino após a demonstração do dispositivo de propagação de calor, visto que no pós-teste aproximadamente 88% da turma acertaram a questão.

Questão 6 Nessa questão a turma acertaram 75% no pré-teste e mesmo ocorreu no pós-teste em razão de que a mesma quantidade alunos responderam correto a questão. Percebe-se que na questão o grau de dificuldade e compreensão dos alunos foi o mesmo para respondê-la, visto que mais da metade da turma compreenderam as três transferências de calor, antes e depois da aplicação do dispositivo educacional.

Questão 7: Nessa questão aproximadamente 63% da turma responderam correto no pré-teste. No pós-teste aproximadamente 71% acertaram a questão. Observa-se que tanto no pré-teste e pós-teste a turma não teve dificuldades para compreender a alternativa correta da questão.

Questão 8: Nesta questão a turma 224 obteve aproximadamente 38% de acertos no pré-teste. A mesma foi identificada que os alunos fizeram uma confusão nos processos transferências de calor de convecção e **radiação**, visto que há um fenômeno semelhante ao da questão no cotidiano que ocorre as três transferências de calor, mas na descrição do enunciado só relatava dois, que caso é por condução e convecção, entretanto 46% da turma marcaram a alternativa **B**, “*radiação e condução*”. Já no pós-teste teve um avanço significativo de acerto na questão, pois 54% da turma marcaram a opção correta, e assim observamos que mais da metade da turma após aplicação do dispositivo educacional entenderam a exemplificação da descrição da questão.

Questão 9: Foi constatado nessa questão que no pré-teste a maioria dos alunos da turma não conseguiram entender a que questão e assim não conseguiram completar as frases com as palavras correta, em razão disso apenas 33% da turma conseguiu acertar a questão no pré-teste. Porém após a aplicação do dispositivo educacional, os alunos conseguiram assimilar melhor os exemplos relacionados às três transferências de calor e assim obtiveram 75% de acertos no pós-teste.

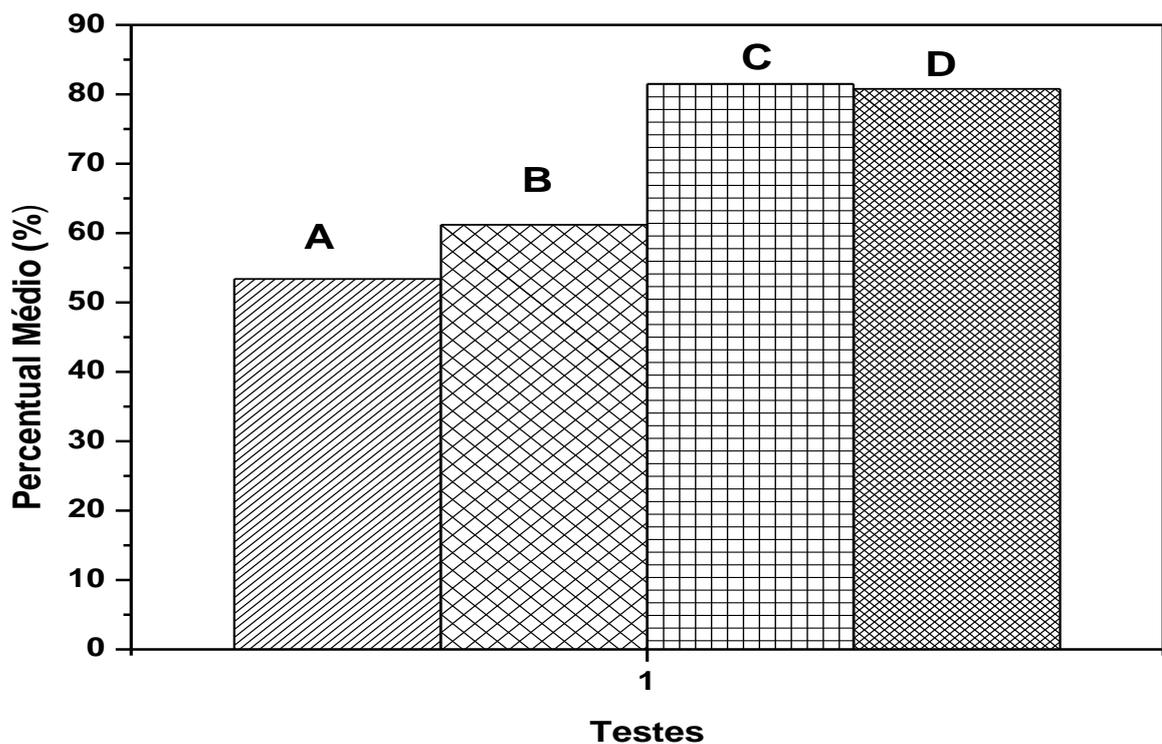
Questão 10: Nessa questão a turma obteve aproximadamente 46% de acertos no pré-teste, foi constatado que a metade da turma relacionou as frases em alternativas erradas, e mostra que maioria dos alunos **não** compreendeu totalmente os exemplos direcionados cada transferência de calor. Porém no pós-teste a turma obteve 79% de acertos, diante disto observa-se que após a aplicação da aula experimental proporcionou para a melhoria da aprendizagem dos alunos no conteúdo de transferências de calor.

5.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS TESTES: PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DAS TURMAS 221 E 224

Após a aplicação da pesquisa nas duas turmas observamos que os alunos inicialmente apresentaram pouco conhecimento em relação aos conteúdos base do

dispositivo desta pesquisa, demonstrando que o ensino aprendizagem desenvolvidos nas respectivas escolas com relação a propagação de calor deve ser melhorado. Neste contexto foi elaborada uma aula teórica para sanar as dificuldades e aproximar os alunos dos conteúdos que fazem parte da base desta pesquisa, na ocasião de sua aplicação foram constatados muitos desvio de atenção pouco interesse em aprender por parte de alguns alunos nas duas turmas bem como a rotina da não utilização da experimentação como um recurso para auxiliar na aprendizagem, ver figura 24.

Figura 24 – Percentual médio geral entre os testes: A- Pré-teste da turma 221; B- Pré-teste da turma 224; C – Pós-teste da turma 221; D- Pós-teste 224.



Fonte: produção autoral (2019).

Na **figura 24** é apresentada a média percentual de cada teste realizado na turma 221 e 224, na qual mostra o desenvolvimento da pesquisa sendo avaliado o pré-teste depois da aula teórica e o pós-teste depois da utilização do dispositivo educacional e assim permitir observar a contribuição do experimento para aprendizagem no ensino da Física aos alunos 2º ano do ensino médio.

Na turma 221 percebemos que tanto as aulas teóricas como aula experimental foram de suma importância para a evolução do conhecimento de cada estudante e assim fazendo uma junção o conhecimento prévio de cada um. A **figura 24- A** mostra

o percentual do pré-teste da turma 221 que foi em média de **54 %** de acertos e a **figura 24- B** mostra o percentual do pré-teste da turma 224 que foi em média de **61 %** de acertos. Lembrando que a aula teórica a respeito de propagação de calor foi ministrada antes da aplicação dos pré-testes contribuindo de uma maneira satisfatória para a assimilação do conteúdo, pois mais da metade de cada da turma conseguiram responder o pré-teste sem muita dificuldade. Observa-se uma pequena diferença percentual em torno de **8%** entre as turmas 221 e turma 224, mostrando uma melhor evolução do conhecimento dos estudantes da turma 224 em relação a outra turma 221.

A **figura 24- C** mostra o percentual de acertos médio do pós-teste da turma 221 que foi em média de **82 %** e a **figura 24- D** mostra o percentual do pós-teste da turma 224 que foi em média de **81 %** de acertos. Lembrando que a aula experimental utilizando o dispositivo educacional a respeito de propagação de calor foi ministrada antes da aplicação dos pós – testes que contribuiu de maneira satisfatória para a assimilação do conteúdo, pois maiorias dos estudantes de cada turma conseguiram responder o pós-teste sem dificuldade. Não se observa uma diferença percentual significativa entre a turma 221 e turma 224, mostrando aproximadamente similar evolução do aprendizado significativo dos estudantes de ambas as turmas na realização dos pós-testes.

Por outro lado, resultados mostraram que quando se compara os pré-testes com os pós-testes de ambas as turmas o uso do dispositivo educacional como uma ferramenta didática levou a uma evolução significativa no ensino aprendizado dos estudantes.

Enfim, diante dos resultados obtidos nos testes antes e após aplicação do dispositivo educacionais ambas as turmas tiveram um avanço significante em relação à aula teórica, visto que para um bom desempenho de novas informações o professor terá que buscar novas estratégias para contribuir no aprendizado do educando para que ele possa armazenar seu conhecimento em uma estrutura cognitiva. Para Moreira (2011) “a aprendizagem cognitiva é aquela que resulta do armazenamento organizado de informações na mente do ser que se aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva”.

CONCLUSÃO

Ao término desta dissertação, constatamos que esta pesquisa contribuiu de forma satisfatória para o processo de ensino aprendizagem dos alunos do 2º ano Ensino Médio da Escola **A** nos turnos matutino e vespertino.

Em que os alunos do 2º ano do Ensino Médio dessa escola participaram ativamente do processo de ensino aprendizagem através de uma estratégia metodológica inovadora, tendo como foco aplicação do dispositivo experimental como uma ferramenta didática baseado na condução, convecção e radiação térmica.

A aula experimental como ferramenta de ensino alcançou o objetivo proposto, na qual consistia em analisar a aprendizagem dos conceitos físicos relacionados com a temperatura, calor, equilíbrio térmico e as transferências de calor. Fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

O uso do dispositivo educacional como ferramenta pedagógica, mostrou-se como sendo uma metodologia eficaz no processo de ensino aprendizagem dos alunos, permitindo-lhes a compreensão do conteúdo, bem como a reflexão crítica, e prática acerca dele, onde o aluno pôde argumentar discriminar e expor suas próprias ideias. Em que, com auxílio dos professores, os alunos participaram da montagem e aplicação do dispositivo experimental de propagação de calor.

Para a aplicação do dispositivo educacional como ferramenta didática seguimos a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que relata que aprendizagem significativa considera a disposição de aprender é o fator mais importante na aprendizagem e que o aluno terá que considerar no objeto de estudo o contexto fundamental para organizadores prévios e consiga introduzir material necessário para facilitar na aprendizagem que são consecutivas na apresentação ao aluno mesmo antes do conteúdo ser aprendido, pois essa informação inserida na sala de aula terá que despertar a motivação dos alunos em aprender e o professor tem uma tarefa importante para despertar essa disposição em aprender influenciando de uma forma significativa de uma maneira que essa informação expressa-se uma estrutura cognitiva.

Em vista dos argumentos apresentados sobre a teoria da Aprendizagem Significativa, durante as aulas apresentadas com auxílio de um dispositivo experimental, foi observado que os alunos tiveram mais interesse para participar das

aulas e assim aperfeiçoar seus conhecimentos fazendo uma relação com as informações já adquirida.

Essas informações serão sistematizadas pelo professor e transmitidas aos alunos provenientes de atividade científica que são caracterizadas para produzirem novos conhecimentos, com capacidade de formalizar essas informações e se tornar um ser mais crítico.

Diante da estratégia de utilização do dispositivo educacional como ferramenta didática, que propôs a exposição de conceitos fundamentais que esclarece a interação do cotidiano com fenômenos relacionados com o conteúdo foi observado que os alunos conseguiram compreender os conceitos básicos das três transferências de calor, em que após a exposição da aula teórica, avaliamos aprendizagem dos alunos através do pré-teste e concluímos que as duas turmas teve um bom desempenho, pois a turma 221 teve um aproveitamento em média de 54%, e a turma 224 obteve uma média de acertos de 61%.

É preciso motivar mais ainda o ambiente de reflexão de ensino e para isso é necessário criar estratégias que despertam curiosidade dos estudantes, diante disso foi utilizado um dispositivo experimental de propagação de calor com intuito de melhorar o desempenho de investigação dos alunos e com isso eles puderam fazer uma inter-relação do conteúdo já ministrado com experimento e assim contribuir mais para o ensino aprendizagem de cada aluno do 2º ano do Ensino Médio da escola **A**.

Diante dos argumentos expostos, concluímos que através de aula experimental os alunos conseguiram compreender com mais clareza os conceitos relacionados a transferências de calor, pois com o dispositivo experimental verificamos de pertos os fenômenos correlacionados com a condução de calor, convecção de calor e radiação de calor, desse modo os alunos adquiriram mais para seus conhecimentos, portanto percebemos que houve um progresso em suas aprendizagens.

Após a apresentação do dispositivo experimental, e realizado o pós-teste foi verificamos que a turma 221 apresentou um acréscimo de acertos de 28%, assim como, a turma 224 obteve um acréscimo de 20% no seu aprendizado significativo.

Portanto, tendo em vista os resultados obtidos nesta pesquisa e levando em conta todos os aspectos analisados, constatamos que ambas as turmas apresentaram um avanço significativo após apresentação do dispositivo educacional que trata a respeito dos conceitos relacionados ao assunto de propagação de calor.

Acredita-se que esta pesquisa possa auxiliar no ensino de física como mais uma proposta pedagógica centrada na prática experimental com a necessidade de resgatar nos alunos conhecimentos cada vez mais críticos e reflexões sobre os conteúdos abordados em sala. Nesse sentido é importante que o professor possa entender como o estudante percebe compreende e aprende os conceitos, a fim de ele possa investigar, planejar e elaborar estratégias e maneiras para alcançar a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, José Andre.; PPIERSON, Alice Peres. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: introdução. Brasília: MEC, Canoas. ULBRA, 1999.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, junho. 2003.

AUSUBEL, D. P. (1968). **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática, e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec. 2002. Portal MEC, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 15 mar. de 2019.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.; RICARDO, Elio Carlos.; SASSERON, Lúcia Helena.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos.; PIETROCOLA, Maurício. **Ensino da Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. (Coleção Ideias em Ação).

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert.; WALKER, Jearl. **Fundamento de Física**: gravitação, ondas e termodinâmica. v. 2., Trad. AGUIAR, Flavio Meneses de.; ROCHA, José Wellington. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HENINEIS, Egon. **Problemas Experimentais em Física**. 4. ed. Campinas Editora da UNICAMP, 1993.

MORAES, José Uibson Pereira.; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **O ensino da Física e o enfoque CTSA**: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, Marco A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em Sala de aula**. Brasília: UNB, 2006.

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

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias da pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NUSSENSVEIZ, Herch Moysés. 1933. **Curso de Física Básica: fluidos - oscilações e ondas-calor** 2. 4. ed. Rev. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

PCN. Parâmetros Curriculares Nacionais. **Orientação Curriculares para o Ensino Medio Ciências da Natureza, matemática e sua Tecnologia**. Secretaria de Educação Básica-Brasília ,2006.

PEREIRA, Antônio Batista.; OAIGEN, Edson R.; HENNIG, Georg J. **Feira de Ciências**. Canoas: Ed.ULBRA, 2000.

PIAGET, J. **A psicologia**. 2. ed. Lisboa: Livraria Bertrand, 1973.

PIETROCOLA, Mauricio (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. rev. Florianópolis: EDITORA da UFSC, 2005.

PIVATTO, Wanderley. Aprendizagem significativa: Revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. **Revista Eletrônica do curso de Pedagogia do Campus Jutai**. UFG, Intenerarius reflectionis. ISSN: 1807-9342, v. 2., n. 15. 2013.

SALINAS, Silvio. **Introdução à Termodinâmica Estatística** (versão preliminar - 2016). Instituto de Física da USP. Endereço eletrônico: ssalinas@if.usp.br February 17, 2016.

SEARS, Francis.; ZEMANSKY, Markk W.; YOUNG, Hugh D. **Física 2: Mecânica dos fluidos. Calor movimentos Ondulatório**. Trad. 2. ed. WEID, Jean Pierre Von der. Departamento de Física - PUC/RJ, 1997.

STEINHART, John S. And Stanley R. Hart, **Instruments and methods- calibration curves for thermistors**. Deep-Sea Research, 1968, v. 15, p. 497 to 503. Pergamon Press. Printed in Great Britain.

SILVA, Otto Herinque Martins da. Metodologia do Ensino de Matemática e Física. v. 4. Professor - Pesquisador no ensino de Física. Curitiba: Lbpex, 2008. 161p

STUDART, Nelson. **Coleção Explorando o Ensino de Física**. v .7. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de educação Básica, 2005.

TIPLLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiro, mecânica, oscilações, onda e termodinâmica**. 6. ed. Tradução e Revisão Técnica Paulo machado Mors, professor da UFRS. Porto Alegre: editora LTC, junho 2009.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães.; HIGA, Ivanilda.; TYCHANOWIEZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física**. v. 2. Curitiba: lbpex, 2008. 166 p. (Coleção Metodologia do Ensino de Matemática e Física).

APÊNDICE (A) - TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

Senhor Pai/responsável, meu nome é SULIENE ALVES BARBOSA, residente e domiciliada na Avenida Mestre Albano, 858, Bairro Buritis, na cidade de Boa Vista-RR (Fone: 95 99113-0359). Atualmente, sou professora de Física na rede de Ensino do Estado de Roraima, estudo na Universidade Federal de Roraima, cursando o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física. Para a obtenção do diploma, a universidade exige que façamos uma dissertação, com o objetivo de apresentar estratégias e ações em aulas práticas com experimento para a disciplina de Física, nesse caso sobre Termologia e a Calorimetria, direcionado para alunos do Segundo Ano do Ensino Médio, buscando melhorar o Ensino e a aprendizagem de modo dinâmico, para contribuir na aprendizagem dos educados. Portanto, gostaria de ministrar algumas aulas e fazer algumas perguntas, ao seu (a) filho (a), por meio de cinco questionários, um teste de reconhecimento para realizar um levantamento prévio do que os alunos trazem consigo em relação ao tema, um teste avaliativo (pré-teste), dois questionários com perguntas relacionadas com a pesquisa sobre o tema acima citado e outro após aula experimental (pós-teste), conforme o cronograma abaixo descrito:

CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA PESQUISA COM O ALUNO

ETAPAS	ATIVIDADE	TEMPO DE DURAÇÃO	TOTAL EM HORAS/AULAS
1	Teste de reconhecimento	30 min	5 h e 30 min
2	Aula teórica sobre Propagação de Calor	2 h	
3	Avaliação pré-teste	30 min	
4	Montagem do experimento pelos alunos e aplicação do dispositivo	2 h	
5	Pós – Teste	30 min	

Comunico que as respostas obtidas através dos questionários serão utilizadas apenas para realização da pesquisa, que será utilizada na conclusão da dissertação. As respostas dos questionários estarão na defesa da dissertação, porém para garantir a identidade e sigilo do (a) aluno (a) pesquisado (a), irei identificá-lo (a) através de códigos, com a finalidade de não expor o (a) educando (a).

Informo ainda que durante o horário acima seu (a) filho (a) estará sob os meus cuidados e, para elaborar a pesquisa necessito de seu consentimento.

Nome do (a) aluno(a): _____

() Autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

() Não autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

Boa Vista - RR, ___ de setembro de 2018.

Pai ou responsável

Fone: (95) _____

APÊNDICE (B) - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, a Escola Estadual Major Alcides Rodrigues, ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da pesquisa sobre a transferência de calor (Aquecedor solar), elaborada pela Professora Suliene Alves Barbosa. Fica claro que a instituição, através de seu representante legal, pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa, caso haja alguma divergência dos objetivos ou finalidade do projeto ora apresentado, ficando ciente que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

Por ser a expressão da verdade, assino o presente para que possa surtir os efeitos legais desejados.

Boa Vista-RR, ___ de setembro de 2018.

Assinatura e carimbo do representante da instituição

APÊNDICE (C) - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
 NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

_____, brasileiro(a),
 menor de idade, neste ato devidamente representado por seu (sua) (responsável legal), _____ (_____),
 brasileiro(a), _____, portador(a) da Cédula de identidade RG nº. _____/SSP-_____, inscrito(a) no CPF sob nº _____, residente à Av/Rua _____
 _____, nº. _____, Bairro _____, na cidade Boa vista -RR.
 AUTORIZO o uso da imagem de meu/minha filho(a) para fins educacionais na Dissertação da Professora SULIENE ALVES BARBOSA, Mestranda no Ensino Profissional de Física, na UFRR – Universidade Federal de Roraima, cujo título de pesquisa é: USO DE UM DISPOSITIVO CONFECCIONADOS COM MATERIAIS DE FÁCIL ACESSO PARA AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PROPAGAÇÃO DE CALOR APLICADO NO ENSINO MÉDIO, orientado pelo Prof. Dr. Roberto Ferreira dos Santos. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, exterior, inclusive em qualquer tipo de mídia.

Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Boa Vista - RR, _____ de setembro 2018

Por seu Responsável Legal

Telefone p/ contato: _____

APÊNDICE (D) - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
 NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

_____, brasileiro(a), maior de idade, portador(a) da Cédula de identidade RG nº. _____/SSP-_____, inscrito no CPF sob nº _____, residente à Av/Rua _____, nº. _____, Bairro _____, na cidade de Boa vista-RR. AUTORIZO o uso da minha imagem para fins educacionais na Dissertação da Professora SULIENE ALVES BARBOSA, Mestranda no Ensino Profissional de Física, na UFRR – Universidade Federal de Roraima, cujo título de pesquisa é: USO DE UM DISPOSITIVO CONFECCIONADOS COM MATERIAIS DE FÁCIL ACESSO PARA AUXILIAR NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PROPAGAÇÃO DE CALOR APLICADO NO ENSINO MÉDIO, orientado pelo Prof. Dr. Roberto Ferreira. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, exterior, inclusive em qualquer tipo de mídia.

Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Boa Vista - RR, _____de setembro de 2018

Assinatura

Telefone p/ contato: _____

APÊNDICE (E) – MANUAL DO DISPOSITIVO**Suliane Alves Barbosa**

Fotografia: Suliane Alves Barbosa (2018).

**Manual de Construção e Aplicação
do Dispositivo de Propagação de
Calor****JUNHO/2019**

Suliane Alves Barbosa

**Manual de Construção e
Aplicação do Dispositivo de
Propagação de Calor**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física**

Universidade Federal de Roraima

Sociedade Brasileira de Física

JUNHO/2019

Agradecimentos

Agradeço a Deus por toda força, ânimo e coragem que me ofereceu para ter alcançado mais uma conquista. Ao meu orientador que teve muita paciência, sabedoria, recursos e ferramentas para evoluir no meu trabalho. A Universidade Federal de Roraima que permitiu a execução deste manual. Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) polo 38, pela execução deste trabalho.

Apresentação

Caro Professor (a),

Nesse manual apresento o dispositivo educacional que é parte exigida pelo Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF), desenvolvido no POLO 38 da Universidade Federal de Roraima – UFRR. Portanto com esse produto educacional procura-se responder se o *“Uso de um dispositivo confeccionado com materiais de fácil acesso para auxiliar na aprendizagem do conceito de propagação de calor aplicado no ensino médio”* pode auxiliar na resposta do problema: Quais dificuldades que os alunos têm em compreender o conteúdo de Propagação de Calor?

Na qual trata-se de um dispositivo experimental que poderá ser utilizado como material de apoio para o ensino e aprendizagem de conteúdo de física. Propondo ainda através da utilização desse dispositivo uma interação entre a teoria e a prática no Ensino de Física com os alunos do segundo ano do Ensino Médio.

A base educacional de confecção do dispositivo experimental e seu uso é embasada na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel que auxilia com seus subsunçores, e assim contribui para o desenvolvimento das aulas, para trazer novas ideias e assim enriquecer mais o conhecimento dos educandos. Especificamente quando se trata do conteúdo de transferências de calor por condução, irradiação e por convecção aplicado no ensino médio.

Enfim, espera-se que esse produto educacional possa trazer benefícios e auxiliar tanto professores quanto alunos, na compreensão do conteúdo de propagação de calor a partir do uso de um dispositivo experimental utilizado como ferramenta didática.

Suliane Alves Barbosa

Professora de Física da Educação Básica

INTRODUÇÃO

No ensino de Física percebe-se que os alunos do ensino médio se encontram dificuldades em compreender os conteúdos relacionados com temperatura e calor, diante dessas dificuldades e com intuito de despertar a curiosidade dos estudantes e também a compreensão desses conteúdos, apresentamos um dispositivo de propagação de calor reciclável com material de baixo custo.

Na aplicação do dispositivo do manual fundamenta-se na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, onde relacionamos uma nova informação como conceito, ideia e proposição e adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de âncora com aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do educando e assim contribuindo na sua aprendizagem nos conteúdos de temperatura, calor, equilíbrio térmico e propagação de calor. Para Moreira (2011,) há “pontes cognitivas” que os organizadores prévios são essenciais para auxiliar na aprendizagem.

As aulas apresentada através de um experimento (o manual do dispositivo de propagação de calor) serve-se como uma ferramenta de auxílio que facilita na aprendizagem dos alunos do segundo do ensino médio, pois através do dispositivo podemos ensinar os fenômenos relacionados com a transferência de calor, fazendo uma relação entre a teoria e a prática visando diminuir a distância entre elas e assim relatando situações que presenciamos no nosso cotidiano.

O manual do dispositivo de propagação de calor apresenta os seguintes capítulos:

No primeiro capítulo abordamos procedimento didático, no qual apresenta o planejamento das aulas ministrado no decorrer da apresentação do dispositivo de propagação de calor.

No segundo capítulo relatamos os materiais utilizados no dispositivo e os procedimentos para a montagem e aplicação dos suportes de sensores de temperatura, de condução de calor, de convecção de calor, de radiação calor.

No terceiro capítulo conceituamos a fundamentação teórica de Física, onde relatamos as três propagações de calor: condução, convecção e radiação.

No quarto capítulo abordamos o funcionamento dos sensores de temperatura a base de “termistores”, onde conceituamos suas funções, modelo de termistores e a equação de John S. Stenhardt utilizada para fazer as conversões de resistência para temperatura.

No quinto capítulo conceituamos sugestão de atividade para a aplicação dos diagnósticos relacionados com os conteúdos de temperatura, calor e equilíbrio térmico e também sugestão para o pré-teste e pós-teste para avaliar os conhecimentos dos alunos no conteúdo de propagação de calor.

CAPÍTULO 01

PROCEDIMENTO DIDÁTICO

Este capítulo apresenta o planejamento das atividades que serão desenvolvidas em sala de aula, que servirá como um guia, para facilitar a organização da aprendizagem do conteúdo a respeito de propagação de calor. Que seguirá o cronograma das atividades de trabalho apresentado na **seção 1.5**.

1.1 TÍTULO DA AULA

Propagação de calor.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 **Objetivo Geral**

Mostrar que com as aulas apresentadas através de experimentos podemos melhorar a compreensão dos fenômenos relacionados à propagação de calor, que ajuda na evolução da aprendizagem dos alunos no ensino médio.

1.2.2 **Objetivos específicos**

- a) Construir e montar em sala um dispositivo de propagação de calor reciclável junto com os alunos;
- b) Explorar a capacidade do dispositivo experimental ao estudar os fenômenos físicos como: Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico, Condução Térmica; Radiação Térmica, Convecção Térmica;
- c) Identificar os processos de transmissão de calor;
- d) Analisar atividades experimentais.

1.3 CONTEÚDOS

Propagação de calor, condução de calor, fluxo de calor, convecção de calor e radiação de calor.

1.4 RECURSOS UTILIZADOS

Livro didático, quadro branco, pincel, data show, computador, celular e multímetros.

1.5 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO

ETAPAS	ATIVIDADE	TEMPO DE DURAÇÃO	TOTAL EM HORAS/AULAS
1	• Diagnóstico	30 min	5 h e 30 min
2	• Aula teórica sobre Propagação de Calor	2 h	
3	• Avaliação pré-teste	30 min	
4	• Montagem do experimento pelos alunos e aplicação do dispositivo	2 h	
5	• Pós – Teste	30 min	

Fonte: produção autoral (2018)

1.6 METODOLOGIA

Os conteúdos referentes à propagação de calor e os demais devem ser abordados através de aula expositiva e experimental integralizando a teoria e a prática. A aplicação do dispositivo experimental com apelo didático tem por base a aplicação de questionários definidos em cinco etapas distintas, das quais destacamos a seguir:

- a) Na primeira etapa para a aplicação do dispositivo de propagação de calor foi organizado as turmas do segundo ano do ensino médio, onde comunicamos aos estudantes sobre aplicação de um levantamento prévio (Teste diagnóstico), com intuito de fazer uma sondagem dos conhecimentos prévia do educando a respeito dos conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico. E a partir da análise desse teste diagnóstico traçar estratégia para a organização e aplicação de uma aula teórica de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O diagnóstico segue com sugestão na **seção 5.1**.

- b) Na segunda etapa ocorreram aulas teóricas com o intuito de aproximar os alunos do conteúdo base do dispositivo experimental, no qual foram abordados os conceitos relacionados com condução, convecção e radiação de calor. Para isso, além de ministrada aula explicativa, os alunos fizeram uma pesquisa no livro didático sobre as três formas de propagação de calor e realizaram resoluções de problemas relacionados a fluxo de calor.
- c) Na terceira etapa foi aplicado um teste (pré-teste), relacionado ao conteúdo ministrado durante a aula teórica, no intuito de avaliar os conhecimentos adquiridos a fim de avaliar nessa etapa o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de cada estudante.
- d) Na quarta etapa ocorreu a aula experimental sendo apresentado um dispositivo experimental de propagação de calor, onde foi construído e montado na sala de aula com materiais recicláveis e de baixo custo com os alunos do segundo do ensino médio. Esse dispositivo tem a capacidade de explorar fenômenos físicos como: temperatura, calor, equilíbrio térmico, condução de calor, convecção de calor, radiação de calor, promovendo momentos dinâmicos e assim a se tornando uma aula mais atrativa e que possa fazer uma interação social entre os alunos, fazendo uma relação desses conhecimentos de fenômenos físicos com o meio que vive. No processo de aplicação do dispositivo na explicação de condução de calor e irradiação de calor, foram realizada filmagem com celular, para obter dados, onde utilizamos sensores com ligação nos multímetros e assim medir a resistência para depois transformar em temperatura, (no capítulo quatro do manual explicamos detalhadamente o funcionamento dos sensores).

- e) Na quinta etapa foi aplicado o teste que chamamos de (pós-teste) para avaliar a compreensão dos alunos a respeito dos fenômenos físicos relacionados a propagação de calor abordado durante a aula teórica e na aula experimental. Permitir assim, observar se o uso de um dispositivo experimental pode ser usado como uma ferramenta didática observar a evolução significativa na aprendizagem dos alunos. O pré-teste e o pós-teste seguem com sugestão na seção 6.2 no capítulo seis do manual.

CAPÍTULO 02

DISPOSITIVO DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Nesse capítulo é descrito os procedimentos de montagem e aplicação do dispositivo de propagação de calor, no qual todos os procedimentos serão apresentados em seções da seguinte maneira: os materiais para confeccionar o dispositivo e a montagem e aplicação dos suportes para os sensores, de condução, convecção e radiação.

2.1 MATERIAIS PARA CONFECCIONAR O DISPOSITIVO

Para montagem do dispositivo de propagação de calor utilizamos os seguintes materiais abaixo:

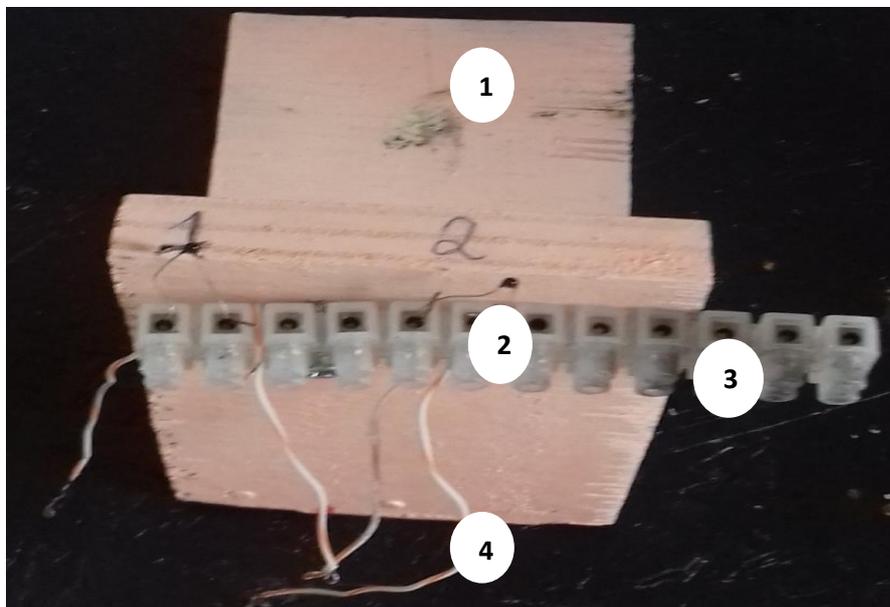
- 26) 02 peças de madeira de 13 x 13 cm;
- 27) 01 peça de madeira de 30 x 30 cm;
- 28) 02 pedaços de tubo PVC 20 mm, tamanho de 24 cm (para o experimento de convecção);
- 29) 01 pedaço de tubo PVC 20 mm, tamanho de 8 cm (para experimento de condução);
- 30) 02 pedaços de tubo PVC de 5 cm (para o experimento de convecção);
- 31) 01 haste cilindro de alumínio 0,5 cm de diâmetro, tamanho 30 cm;
- 32) 02 joelhos de conexão 20 mm;
- 33) 06 caps soldáveis de conexão 20 mm;
- 34) 03 Ts de conexão 20 mm;
- 35) 02 joelhos de conexão 20 mm;
- 36) 01 peça de arame;
- 37) 01 recipiente pequeno (vidro) para colocar a mistura da água e o leite;
- 38) 01 fonte de calor (lâmparina);
- 39) 01 recipiente com água;
- 40) 01 recipiente com leite;
- 41) 01 conector barra sindal 12 posições 10 mm para fios;
- 42) 04 parafusos pequenos;
- 43) 02 termistores iguais NTC 10 K 5 mm;
- 44) 03 pregos;
- 45) 01 canudo;
- 46) 01 isqueiro;
- 47) 01 spray preto (opcional);
- 48) 01 spray cor claro (opcional);
- 49) Fios para fazer conexão dos sensores.
- 50) 02 multímetros

2.2 MONTAGEM DO SUPORTE PARA OS SENSORES DE TEMPERATURA

Para a montagem do suporte de sensores de temperaturas baseados em termistores foram usados os seguintes materiais, mostrado na figura (1).

- Unir as duas peças de madeira de 13 x 13 centímetros **(1)**, com três pregos;
- Depois com um parafuso pequeno, prenda no conector barra sindal 12 posições **(3)** no suporte de madeira;
- Em seguida faça as conexões dos termistores **(2)** em um pedaço de fio **(4)**. Observando que cada sensor deve ser ligado em dois pedaços de fio separados para fazer a ligação do multímetro, com positivo e negativo;

Figura 1 - Suporte de sensores de temperatura



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

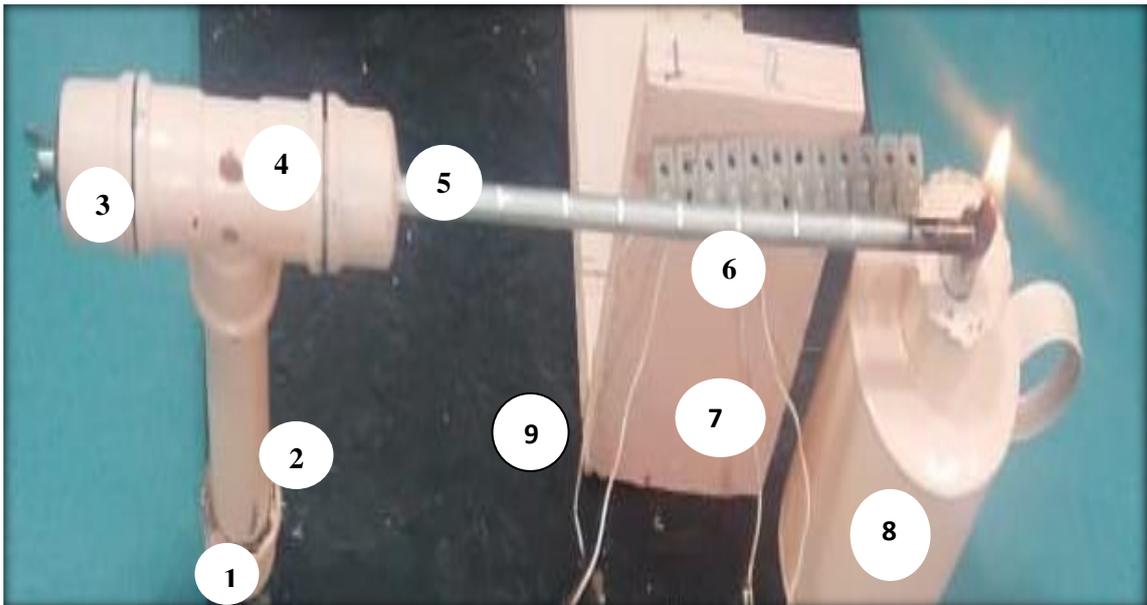
2.3 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONDUÇÃO DE CALOR

A figura 2 mostra a montagem do suporte utilizado para realizar em sala de aula o experimento de condução de calor, podemos perceber que há troca de calor quando a chama da (lâmparina) a fonte de calor entra em contato com uma peça metálica, pois os metais são bons condutores de calor e a transferência de calor ocorrerá com mais facilidade. No entanto, foi utilizada uma haste de alumínio para demonstrar aos alunos o fenômeno de condução de calor. Cabe explicar para os

alunos que quando a haste de alumínio está sendo aquecida, há um fluxo de calor, que é quantidade de calor que flui por um corpo em um intervalo de tempo.

Para medir a temperatura da peça de alumínio utilizam-se dois multímetros ligados em dois termistores como mostrados a figura 1 da seção anterior. Nesse caso os multímetros não medem diretamente a temperatura, e sim, mede as resistências que foram detectadas pelos termistores. No **capítulo 4** será demonstrado como é realizada a conversão de resistência para temperatura utilizando os conceitos da equação de Johs. S. Steinhart.

Figura 2 - Suporte de condução de calor



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Para a montagem do suporte de condução de calor observe a figura acima e siga as seguintes instruções:

- Primeiro fure os três caps soldáveis de conexão 20 mm (1), (3) e (5) com um ferro quente;
- Em seguida faça a conexão do caps soldáveis 20 mm (1), na peça de madeira de 30 x 30 centímetros (9), com um parafuso pequeno;
- Conecte o pedaço de tubo PVC soldável 20 mm de 8 centímetros (2) no caps (1);
- Faça a conexão do cano (2) com um T de conexão 20 mm (4);
- Em seguida com os dois caps soldáveis de conexão 20 mm (3) e (5), passe a haste de alumínio de 30 centímetros com um T de conexão 20 mm;
- No final parafuse a haste de alumínio no caps soldável de conexão 20 mm (3).

2.4 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO SUPORTE PARA CONVECÇÃO DE CALOR

A figura 3 mostra o dispositivo experimental de transferência de calor utilizado para demonstrar o fenômeno por convecção, onde mostra que quando aproximarmos a fonte de calor (lâmparina) num recipiente contendo água e em seguida usando um canudo derrama-se o leite na parte inferior desse recipiente com água, percebe-se que como o leite estará mais próximo ao fogo irá aquecer primeiro, onde terá um aumento de volume, sem alterar sua massa, que leva a uma diminuição da densidade do leite com isso se torna menos denso e assim provoca uma corrente ascendente.

Já água que estará na parte superior da fonte de calor descera, por ser mais densa, pois à medida que a corrente sobe, vai ocorrendo o aquecimento dos níveis acima de que a densidade aumenta por esse motivo ela desce formando as correntes de convecção, e assim observamos água se misturando com o leite.

Figura 3 - Suporte de convecção



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Para a montagem do suporte de convecção de calor observe a figura acima e siga as seguintes instruções:

- Primeiramente fure dois caps soldáveis de conexão 20 mm (12), para colocar os parafusos pequenos em cada um e depois conecte os caps soldáveis de conexão 20 mm (12) na peça de madeira de 30 x 30 cm (13). Observação: Use uma chave de fenda para apertar os parafusos na madeira (13);
- Os caps soldáveis de conexão 20 mm (12) são separados na madeira (13), numa distância de 12 centímetros;
- Conecte dois pedaços de tubos PVC soldável 20 mm de 24 centímetros (7) nos caps soldáveis (12);
- Conecte dois joelhos de conexão 20 mm (1), nos pedaços de tubos PVC soldáveis de 5 centímetros (2). Os joelhos de conexão com os pedaços de tubo PVC soldáveis 20 mm de 5 centímetros (2) são encaixados nos dois pedaços de tubos PVC soldáveis 20 mm de 24 centímetros (7);
- Passe arame (5), em um caps de conexão com um furo no meio, para fazer a ligação com a conexão de T (3). Observação: Faça um círculo com arame para segurar o vidro (6);
- Separe dois recipientes para colocar água (8) e outro o leite (10);

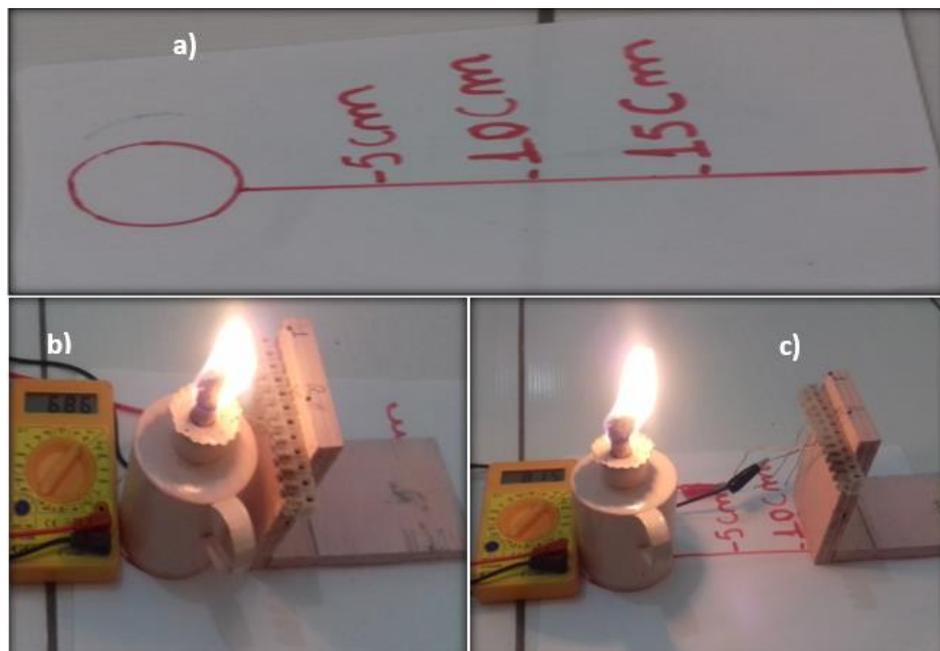
- Coloque a água no recipiente de vidro (6), em seguida com o canudo (11), coloque o leite no fundo do reservatório vidro;
- Espere um pouco, acenda a fonte de calor (9) e coloque debaixo reservatório do vidro (6).

2.5 MONTAGEM E APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO DE RADIAÇÃO DE CALOR

No experimento de irradiação de calor, pode ser demonstrada a radiação para os alunos usando apenas dos seguintes materiais:

- Uma folha de papel A4, para marcar a distância da fonte de calor ao sensor. Como mostra a figura 4 a);
- Uma régua para fazer medição
- Um pincel
- A fonte de calor (lâmparina) o mesmo do suporte de condução da figura 2;
- Um multímetro
- O suporte de sensores de temperatura mostrado na figura 1.

Figura 4 - Suporte de irradiação: a) folha de papel A4 com indicação das distâncias da fonte de calor até ao sensor de temperatura; b) sensor próximo da fonte de calor; c) sensor distante da fonte de calor.



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Chame atenção dos alunos que ao colocar o sensor de temperatura próximo a chama, logo ocorrerá alteração da resistência, pois a irradiação é processo de energia radiante que se propaga no espaço, através de ondas eletromagnéticas e não precisa de meio material para ocorrer.

Deve ser mostrado também aos alunos que à medida que distanciamos o sensor de temperatura da fonte de radiação a resistência vai aumentando, o que significa que a intensidade de radiação diminui com a distância da fonte, como mostra a figura 4 (b) e (c), pois a mesma é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Na seção 3.4 do capítulo três, será mostrado como ocorre o processo de radiação.

Para melhor compreensão de propagação de calor por radiação, seria interessante utilizar um vidro, como anteparo no experimento de radiação, para bloquear possível fluxo de calor através do ar por condução e também corrente de convecção.

CAPÍTULO 03

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE FÍSICA

Nesse capítulo é descrito os conceitos físicos que fundamenta a teoria necessária que é apoiada a aplicação do dispositivo de propagação de calor, tratando-se dos fenômenos de condução, convecção e radiação térmica.

3.1 PROPAGAÇÃO DE CALOR

A troca de calor estará presente no nosso cotidiano, no simples contato de um chá quente e uma colher de metal, quando colocamos uma água no fogo, ao aproximar de uma fogueira, ou seja, o calor será a energia transferida de um corpo para outro quando há diferença de temperatura entre eles. As formas de transferência de temperatura como a figura (5), ocorreram de três maneiras: condução, convecção e irradiação.

Figura 5 - Demonstração de transferência de calor



Fonte: Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/transferencia-calor.htm>. Acesso em: 05 jan. 2019.

3.2 CONDUÇÃO DE CALOR

A condução de calor é o processo de transmissão de calor em que a energia térmica passa de pontos, numa temperatura superior a pontos em temperatura mais baixa, sem que haja transporte de matéria, ou seja, exige a presença de um meio material e que, portanto, não ocorre no vácuo.

Os condutores térmicos são materiais nos quais o processo de condução do calor é acentuado. Por exemplo, os metais são bons condutores térmicos, pois suas partículas quando aquecida se agitam mais rápido. Temos também os isolantes térmicos que são materiais nos quais ocorre pouca ou nenhuma transmissão de calor, como por exemplos, a madeira, o isopor, a borracha.

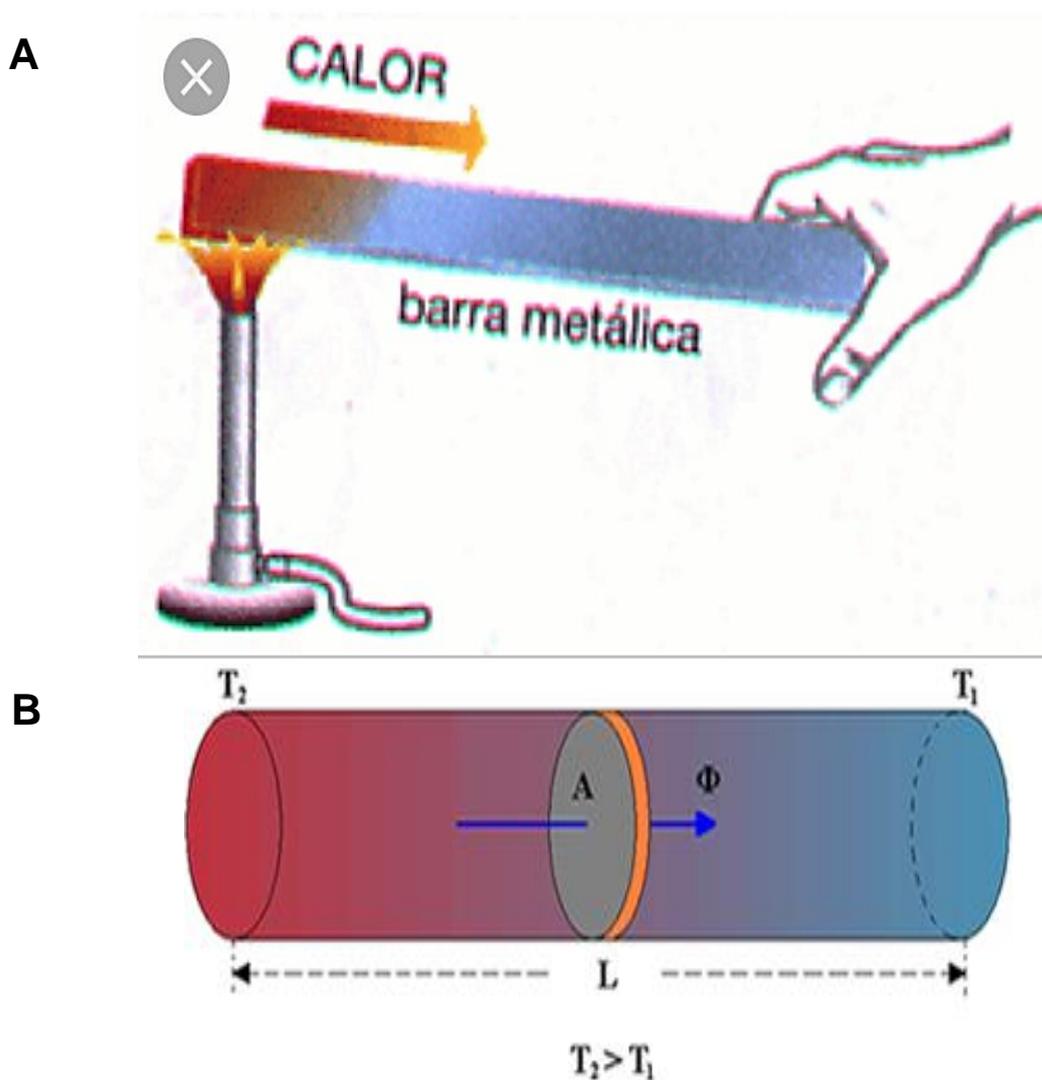
Segundo Ramalho Júnior *et al.*, (2007), “o isolante térmico é uma importante aplicação relacionada com a condução, pois utilizam-se materiais isolantes térmicos para minimizar a transferência de calor entre corpos a diferentes temperaturas.” É o que acontece nas geladeiras de isopor, nas paredes de fogões e refrigeradores, isolados do exterior por materiais como lã de vidro e poliuretano e nos cabos de panelas.

Suponhamos que dois corpos, A e B, com temperaturas T_A e T_B , respectivamente, sejam postos em contato. Se $T_A > T_B$, as moléculas de A terão energia cinética média maior que as energias cinéticas média das moléculas do corpo B. Por meio de colisões entre as moléculas dos dois corpos, haverá transferência de energia de A para B como mostra a figura (6 a), onde ocorre o processo de transmissão de calor por condução.

Como mostrado na figura (6b), pode ser observado dois ambientes, separados por uma parede de área A e a espessura L, mantidos em temperatura T_1 e T_2 constantes, sendo $T_2 > T_1$. A quantidade de calor Q é transmitida através da parede no intervalo de tempo Δt , ou seja, o fluxo de calor ϕ através da parede é determinado pela relação:

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad (3.1).$$

Figura 6 - Fenômeno de transferência de calor por condução: a) numa barra metálica; b) fluxo de calor.



Fonte: Disponível em: <https://www.cepa.if.usp.br/energia/energia;https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-fourier.htm>. Acesso em: 05 jan. 2019.

O Fluxo de calor é diretamente proporcional à área (A) atravessada e à diferença de temperatura (ΔT) entre os dois lados da parede. O fluxo de calor é inversamente proporcional à espessura (L) da parede atravessada. Matematicamente, essas grandezas são expressas por:

$$\Phi = \frac{K.A.\Delta T}{L} \quad (3.2)$$

K é constante de condutividade térmica do material, ou seja, a capacidade do material de conduzir calor.

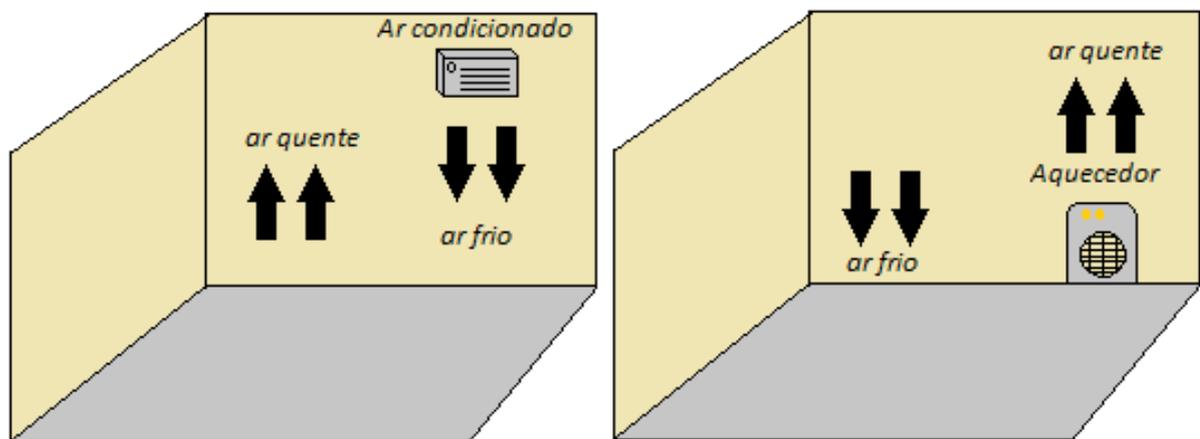
3.3 CONVECÇÃO DE CALOR

Para Ramalho Júnior *et al.*, (2007), que “a convecção consiste no transporte de energia térmica de uma região para outra por meio de transporte de matéria, que só pode ocorrer nos fluidos (líquidos e gases)”. E isso ocorre na movimentação das diferentes partes do fluido pela diferença de densidade que surge em virtude do seu aquecimento ou resfriamento.

Ao contrário da condução de calor que não transporta matéria, a convecção de calor por outro lado, se propaga pela movimentação de matéria de pontos para outro, devido às diferenças de densidade que ocorre nos fluidos. Consideremos uma sala na qual se liga um aquecedor elétrico em sua parte inferior como mostrado na figura (7).

O ar em torno do aquecedor se aquece, tornando-se menos denso que o restante, com isto ele sobe e o ar frio mais denso desce, havendo uma troca de posição do ar quente que sobe e o ar frio que desce. A esse movimento de massas de fluido chamamos convecção e as correntes de ar formadas são chamadas de correntes de convecção.

Figura 7 – Ar condicionado e aquecedor como exemplo de convecção



Fonte: Disponível em: <https://www.infoescola.co/Termodinamica/corrente-de-convecção>. Acesso em: 05 jan. 2019.

3.4 RADIAÇÃO DE CALOR

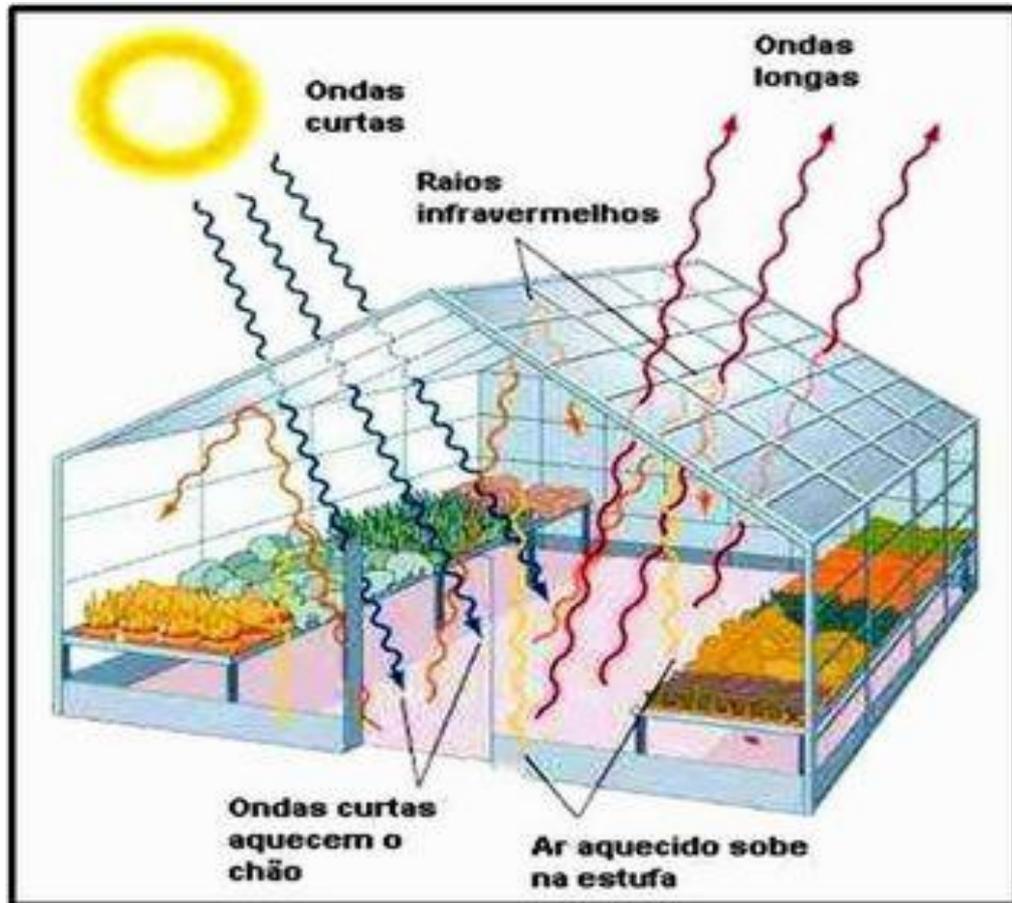
É o processo de propagação de calor através de ondas eletromagnéticas (ondas de calor). A energia emitida por um corpo (energia radiante) se propaga até o outro, através do espaço que os separa. Esse processo de propagação de calor, ao contrário dos processos de condução e de convecção, não necessita de um meio material para se propagar, sendo, portanto, o único processo que pode ocorrer no espaço vazio.

Alguns materiais como o vidro e o plástico dificultam a passagem da radiação térmica (forma de propagação do calor por meio de radiação eletromagnética), mas permitem a passagem da luz, por isso que, a maioria das estufas possui cobertura de vidro ou de plástico como mostra a figura (8).

Quando a energia radiante incide na superfície de um corpo, ela é parcialmente absorvida, parcialmente refletida e parcialmente transmitida através constituinte do corpo. A parcela absorvida aumenta a energia térmica e a quantidade total de energia Q_i incidente, é absorvida a parcela Q_a , reflete-se a parcela Q_r e é transmitida a parcela Q_t , de modo que:

$$Q_i = Q_a + Q_r + Q_t \quad (3.3)$$

Figura 8 – Os processos de funcionamento de uma estufa



Fonte: Disponível em: <http://www.portaldoprofessor.mec.gov.br/fichatecnicaAula.html?aula=50587>. Acesso em: 05 jan. 2019.

Para avaliar a proporção da energia incidente que sofre os fenômenos de absorção, reflexão e transmissão, definimos as seguintes grandezas adimensionais:

$$\text{Absorvidade:} \quad a = \frac{Q_a}{Q_i} \quad (3.4)$$

$$\text{Refletividade:} \quad r = \frac{Q_r}{Q_i} \quad (3.5)$$

$$\text{Transmissividade:} \quad t = \frac{Q_t}{Q_i} \quad (3.6)$$

$$\text{Somando as três grandezas equivalentes:} \quad a + r + t = \frac{Q_a}{Q_i} + \frac{Q_r}{Q_i} + \frac{Q_t}{Q_i} \quad (3.7)$$

Logo temos:
$$\mathbf{a + r + t = \frac{Q_a + Q_r + Q_t}{Q_i} = \frac{Q_i}{Q_i} \quad (3.8)}$$

E obtemos:
$$\mathbf{a + r + t = 1 \quad (3.9)}$$

Quando não há transmissão de energia radiante através do corpo, transmissividade é nula $t=0$. Nesse caso temos:

$$\mathbf{a + r = 1 \quad (3.10)}$$

As grandezas a , r e t podem ser denominadas também de respectivamente, poder absorvedor, poder refletor e poder transmissor.

O corpo negro é um corpo ideal que absorve toda a energia radiante nele incidente e assim sua energia absorvidade é $a = 1$ (100%) e sua refletividade é nula ($r = 0$).

O corpo ideal é um corpo que reflete totalmente a energia radiante que nele incide absorvidade nula ($a = 0$). No qual todos os corpos estão irradiando energia continuamente, onde estabelece equilíbrio térmico, a potência irradiada ou emitida por um objeto é igual à potência que ele absorve, na forma de radiação, dos objetos vizinhos.

CAPÍTULO 04

SENSOR DE TEMPERATURA A BASE DE “TERMISTORES”

Nesse capítulo será relatado o funcionamento dos sensores termistores que foram utilizados como parte do dispositivo experimental, em que será demonstrado através da descrição da função utilizada para fazer a conversão de resistência para a temperatura. Para isso, foram utilizados como sensores dois termistores que são dispositivos elétricos que muda a sua resistência quando a temperatura é alterada, ou seja, para cada valor de uma resistência apresenta uma temperatura absoluta.

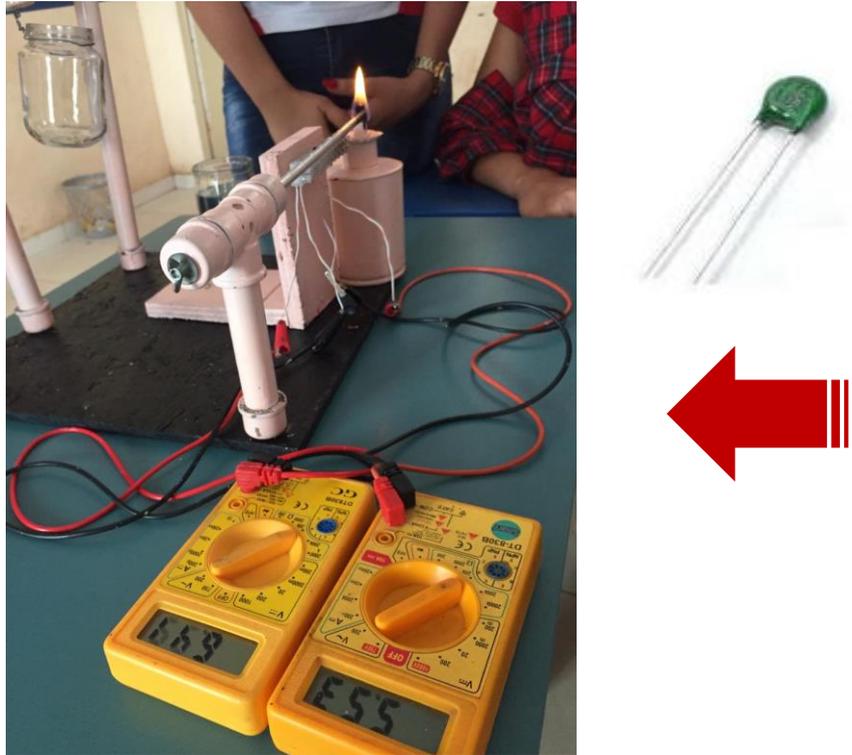
4.1 FUNCIONAMENTO DOS SENSORES DE TEMPERATURA

Existem dois tipos básicos de termistores: o termistor PTC (positive temperature coefficient), que aumenta sensivelmente a sua resistência elétrica com o aumento da temperatura, e o termistor NTC (negative temperature coefficient) que diminui sensivelmente a sua resistência elétrica com o aumento da temperatura.

O conceito físico e funcionamento de um termistor baseiam-se no aumento da temperatura que provoca o aparecimento de um número maior de elétrons livres e assim aumentará a condutividade elétrica em sua estrutura, e conseqüentemente diminui a resistência elétrica. Figura 9 exemplifica um termistor utilizado como sensor de temperatura.

Na figura 9 é exemplificado o dispositivo utilizado para realizar o experimento de condução de calor. Para mostrar a diferença de temperatura entre os sensores em certo intervalo de tempo, os termistores usados foram separados numa distância de três centímetros. No entanto, conectados aos termistores estão dois multímetros que foram utilizados para medir as resistências de ambos, que serão utilizadas a equação de John. S. Steinhart para converter a resistência em temperatura.

Figura 9 – Dispositivo utilizado como sensor de temperatura. Em destaque um termistor NTC 10 K 5 mm usados



Fonte: fotografia de arquivo pessoal, produção autoral (2018).

Quando o dispositivo foi utilizado em sala de aula como ferramenta auxiliar de ensino, os alunos perceberam que à medida que peça de alumínio aquecia as resistências e ambos os sensores diminuía, nesse caso os termistores são NTC, pois quando aumentamos a temperatura do material, percebe-se que resistência dele diminui.

4.2 EQUAÇÃO DE JOHN. S. STENHART

Os termistores nos últimos anos tornaram-se os dispositivos mais comuns para medição de precisão de temperatura, por serem baratos embora retenham alta resolução de temperatura, são comumente usados na mensuração do fluxo de calor, em pequenas diferenças de temperatura nas correntes e no estudo da variação de temperatura.

De acordo Steinhart e Stanley (1968), para ajuste de calibração de termistores e obter resultados considerável, há uma função que possui número de propriedade

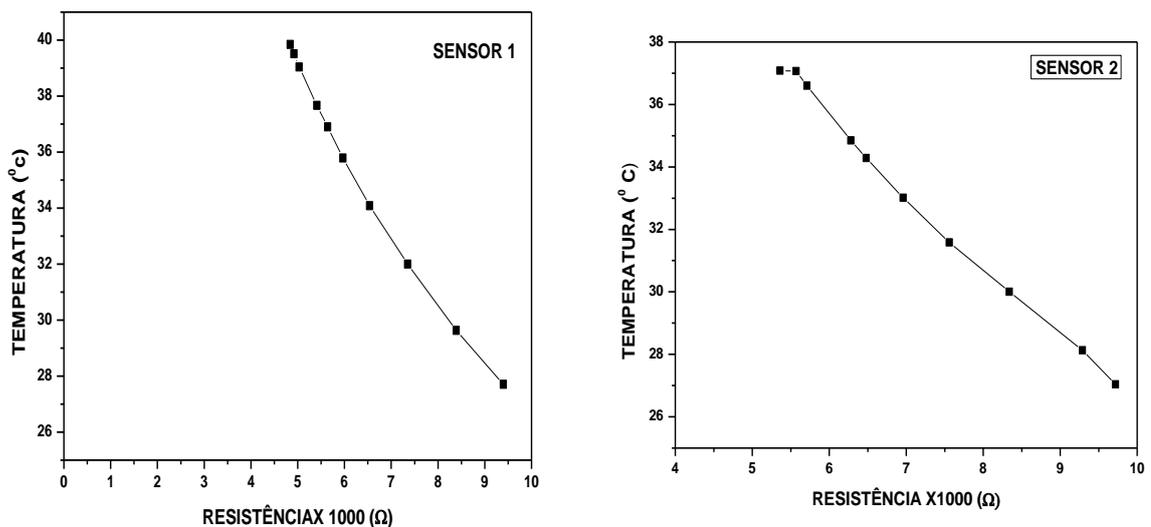
desejáveis, como a equação de Steinhart- Hart que descreve a resistência de um semicondutor a diferentes temperaturas,

$$T^{-1} = A + B \cdot \log R + C \cdot (\log R)^3 \quad (4.1).$$

Onde T é a temperatura dada em Kelvin, R a resistência em ohm, e as constantes A, B e C são determinadas a partir de um procedimento de calibração a partir da utilização de um termômetro de temperatura conhecida e utilizado como referência. A figura 10 a) e b) mostram os valores das temperaturas em funções das resistências do suporte de condução de calor, onde as linhas representam os pontos de ligação. Observe-se que à medida que as resistências diminuem as temperaturas aumentam.

A equação 4.1 foi utilizada para fazer as conversões das resistências para a temperatura dos sensores de temperatura do suporte de condução de calor e no experimento de irradiação. Para realizar essas conversões foram coletados dez valores de resistências no intervalo de tempo de quatro minutos e trinta segundos.

Figura 10 – Temperaturas em função da resistência: a) do sensor 1; b) sensor 2



Fonte: produção autoral (2018).

CAPÍTULO 05

SUGESTÕES DE ATIVIDADES

5.1 SUGESTÃO PARA O TESTE DIAGNÓSTICO

Este teste pode ser utilizado para verificação de conhecimento prévio dos alunos, com intuito de observar as ideias prévias sobre os conteúdos que servirá com alicerce para a aplicação da aula teórica e para o desenvolvimento do dispositivo experimental de propagação de calor.

ALUNO (A): _____

TURMA: _____

1) Calor é:

- A) Energia que aumenta em um corpo quando ele se aquece.
- B) Energia que sempre pode ser convertida integralmente em trabalho.
- C) O agente físico responsável pelo aquecimento dos corpos.
- D) Uma modalidade de energia em trânsito.

2) Calor é a energia que se transfere de um corpo para outro em determinada condição. Para essa transferência de energia é necessário que entre os corpos exista:

- A) Vácuo.
- B) Contato mecânico rígido.
- C) Ar ou um gás qualquer.
- D) Uma diferença de temperatura.

3) Assinale a frase mais correta conceitualmente.

- A) "Estou com calor".
- B) "Vou medir a febre dele".
- C) "O dia está quente; estou recebendo muito calor".
- D) "O dia está frio; estou recebendo muito frio".

4) Assinale a alternativa que define de forma **correta** o que é temperatura:

- A) É a energia que se transmite de um corpo a outro em virtude de uma diferença de temperatura
- B) Energia térmica em trânsito
- C) É uma forma de calor
- D) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, maior será sua temperatura.

5) Escolha a opção que completa corretamente as lacunas do texto:

“Por muito tempo, na história da Física, considerou-se que o calor era uma propriedade dos corpos, que a possuíam em uma quantidade finita. Este conceito errôneo desapareceu no final do século XVIII. E hoje sabe-se que calor é uma forma de (1) _____ e, portanto, não tem sentido falar em (2) _____”.

- A) energia em trânsito / calor contido nos corpos.
- B) temperatura / aquecimento dos corpos.
- C) pressão / energia interna dos corpos.
- D) força / trabalho realizado por um corpo.

6) Três corpos encostados entre si estão em equilíbrio térmico. Nessa situação:

- A) Os três corpos apresentam-se no mesmo estado físico.
- B) A temperatura dos três corpos é a mesma.
- C) O calor contido em cada um deles é o mesmo.
- D) O corpo de maior massa tem mais calor que os outros dois.

7) Qual a escala termométrica que também é conhecida como escala absoluta

- A) Escala Celsius
- B) Escala Fahrenheit
- C) Escala Kelvin
- D) Réaumur

8) A temperatura está diretamente ligada ao comportamento ao movimento das moléculas.

- () certo
- () errado

9) Quando misturamos leite frio com café quente, temos uma mistura morna. Esse termo define o equilíbrio térmico, igualdade de temperatura entre o leite e o café.

- () certo
- () errado

10) O ponto fixo de ebulição da água na escala de Kelvin corresponde a 373 K e na escala de Celsius corresponde a 90 °C.

- () certo
- () errado

5.2 SUGESTÃO PARA O PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

ALUNO (A): _____

TURMA: _____

- 1)** O instrumento usado para medir a temperatura de um corpo é chamado de:
 - A) Multímetro
 - B) Termômetro
 - C) Régua métrica
 - D) Cronometro

- 2)** O ponto de fusão que é a passagem da água do estado líquido para o estado sólido ocorre na temperatura em graus Celsius de:
 - A) 20°C
 - B) 0°C
 - C) -5°C
 - D) 100°C

- 3)** Quando a temperatura de um corpo sofre variação dizemos que ele recebeu ou perdeu certa quantidade de:
 - A) Massa
 - B) Volume
 - C) Densidade
 - D) Calor

- 4)** O calor recebido ou cedido por um corpo a outro num intervalo de tempo chama-se:
 - A) Transferência de calor
 - B) Aquecimento
 - C) Esfriamento instantâneo
 - D) Efeito estufa

- 5)** O calor pode ser transferido através dos processos térmicos de:
 - A) Isotérmicos, isobárico e isovolumétrico;
 - B) Condução, irradiação e convecção;
 - C) Condução elétrica, magnética e nuclear;
 - D) Fluxo de massa, fluxo de corrente elétrica e fluxo de água.

- 6)** A troca de calor que ocorre quando o fluido (líquido ou gás) é aquecido, fica menos denso e sobe, enquanto o fluido mais frio desce, esse processo é chamado de:
 - A) Convecção.
 - B) Condução.
 - C) Irradiação.
 - D) Calor latente.

7) Assinale a alternativa correta:

- A) A condução e a convecção térmica só ocorrem no vácuo.
- B) No vácuo, a única forma de transmissão do calor é por condução.
- C) A convecção térmica só ocorre nos fluidos, ou seja, não se verifica no vácuo nem em materiais no estado sólido.
- D) A radiação é um processo de transmissão do calor que só se verifica em meios sólidos.

8) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está na parte inferior e assim se torna menos densa e sobe e a água da parte superior está mais densa desce. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- A) Radiação e convecção.
- B) Radiação e condução.
- C) Convecção e radiação.
- D) Condução e convecção.

9) Selecione a alternativa que supre as omissões das afirmações seguintes:

I - O calor do Sol chega até nós por _____.

II - Uma moeda bem polida fica _____ quente do que uma moeda revestida de tinta preta, quando ambas são expostas ao sol.

III - Numa barra metálica aquecida numa extremidade, a propagação do calor se dá para a outra extremidade por _____.

- A) Irradiação - menos - convecção.
- B) Convecção - mais - radiação.
- C) irradiação - menos - condução.
- D) Condução – mais – convecção.

10) Indique a alternativa que associa corretamente o tipo predominante de transferência de calor que ocorre nos fenômenos, na seguinte sequência:

- Aquecimento de uma barra de ferro quando sua extremidade é colocada numa chama acesa.

- Aquecimento o corpo humano quando exposto ao sol.

- Vento que sopra da terra para o mar durante a noite.

- A) convecção - condução - radiação.
- B) convecção - radiação - condução.
- C) condução - convecção - radiação.
- D) condução - radiação - convecção.

REFERÊNCIAS

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

RAMALHO JÚNIOR, Francisco.; FERRARO, Nicolau Giberto.; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. 1940. **Os fundamentos da Física**. 9. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2007.

STEINHART, John S. And Stanley R. Hart, **Instruments and methods- calibration curves for thermistors**. Deep-Sea Research, 1968, v. 15, p. 497 to 503. Pergamon Press. Printed in Great Britain.



MANUAL DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Suliane Alves Barbosa

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Universidade Federal de Roraima (UFRR)



UFRR

**BOA VISTA – RORAIMA – BRASIL
2019**