



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE-CAMPUS LAGARTO
COORDENADORIA DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

**A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA**

CARLOS AUGUSTO PINHEIRO DE SOUZA

LAGARTO/SE
2017

CARLOS AUGUSTO PINHEIRO DE SOUZA

**A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Sergipe como pré-requisito
para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Augusto dos Santos Freitas

LAGARTO/SE
2017

CARLOS AUGUSTO PINHEIRO DE SOUZA

**A IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de Sergipe
como pré-requisito para a obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Augusto dos Santos
Freitas

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Augusto dos Santos Freitas

Msc. Luciano Pacheco de Souza

Dr. Paulo Jorge Ribeiro Montes

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial a minha mãe dona Sara e meu irmão Sávio, por estarem comigo nessa jornada importante da minha vida sem a ajuda deles seria difícil.

Agradeço a meu orientador Augusto Freitas pela paciência e competência, um professor que é um exemplo de profissional de caráter humano. Muito obrigado por tudo.

Agradeço a todos professores do curso de Física que convivi durante esses anos. Em especial (André Neves, André Luiz, Acácio Nascimento, Daniel Henrique, José Uibson, Osman dos Santos e Paulo Jorge) a todos vocês meu carinho e reconhecimento.

Agradeço ao coordenador do Curso de Licenciatura em Física, Mauro José dos Santos pela pessoa que ele é, sempre me apoiou desde o início do curso até o final. Muito obrigado.

Agradeço ao professor Luciano Pacheco por sempre tirar minhas dúvidas no desenvolvimento desse trabalho. Muito obrigado.

Agradeço a professora Lucilya Trindade por permitir a aplicação desse trabalho durante as aulas de Estágio Supervisionado III. Muito obrigado.

Agradeço aos alunos 3º ano do curso de Eletromecânica.

Agradeço ao professor Eduardo Fortaleza, do Colégio Estadual Professor Abelardo Romero Dantas (POLI). Pela amizade que fiz durante o curso.

Agradeço aos técnicos de laboratório Carlos França e Douglas Andrade por sempre me ajudarem quando precisei. Muito obrigado.

Agradeço a todos os meus amigos, para cada um de vocês deixo aqui meu carinho e respeito. Muito obrigado vocês são especiais.

Agradeço ao Instituto Federal de Sergipe. Muito obrigado.

“O homem que move montanhas,
começa carregando pedras pequenas”.

(Provérbio chinês)

RESUMO

A Física é vista por parte de alguns alunos como uma disciplina de difícil compreensão, diversos fatores levam ao estudante a ter essa percepção dentre eles a falta do uso de experimentos didáticos em sala de aula. Para desconstruir essa visão, este trabalho tem como enfoque propor aos professores de Física a utilização de experimentos didáticos de baixo custo em suas aulas, visando melhorar o ensino de Física e favorecer uma aprendizagem significativa, sendo assim foi feito uma pesquisa na literatura sobre a importância dos experimentos didáticos no processo de aprendizagem. Em ciências os experimentos utilizados na aplicação desse trabalho estão relacionados aos conteúdos de Termodinâmica, para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre tais conceitos baseou-se na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. A metodologia utilizada foi por meio de aplicações de questionários em uma turma de 3º ano do ensino médio do curso de Eletromecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe-Campus/Lagarto, no qual foram divididos em dois momentos. Primeiro momento: Foi aplicado um questionário com questões de múltipla escolha sobre os conceitos de Calor, Temperatura e Leis da Termodinâmica. No segundo momento foi desenvolvido a prática experimental e aplicado um segundo questionário onde os alunos descreveram sobre os experimentos. A partir da análise dos dados pode perceber que os experimentos didáticos mudam as concepções dos alunos sobre a Física.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Experimentos, Termodinâmica.

ABSTRACT

Physics is seen by some students as a difficult to understand discipline, several factors lead the student to have this perception among them the lack of use of didactic experiments in the classroom. order to try to change this view, this work has as a focus to propose to the teachers of Physics to use didactic experiments of low cost in its classes, aiming to improve the teaching of Physics and to favor a significant learning, being thus done a research in the literature on the importance Of the didactic experiments in the learning process. The experiments used in the application of this work are related to the contents of Thermodynamics, so to check the students' previous knowledge about such concepts was based on Ausubel's meaningful learning theory. The methodology used was through the application of questionnaires in a 3rd year high school class of the electromechanical course of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe-Campus / Lagarto, in which they were divided in two moments. The methodology used was By means of questionnaire applications in a 3rd year high school class of the electromechanical course of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe-Campus / Lagarto, in which they were divided into two moments. First: A questionnaire was applied with multiple choice questions about the concepts of Heat, Temperature and Laws of Thermodynamics. In the second moment the experimental practice was developed and a second questionnaire was applied where the students described about the experiments. From the data analysis, you can see that the didactic experiments change students' conceptions about physics.

Key words: Significant learning, Experiments, Thermodynamics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Ilustra um corpo T em contato com o corpo A separados por uma parede adiabática evitando trocas de calor com o corpo B.....	27
Figura 3.2 – Ilustra um corpo T em contato com o corpo B separados por uma parede adiabática evitando trocas de calor com o corpo A.....	28
Figura 3.3 – Ilustra um corpo T em contato com os corpos A e B.....	28
Figura 3.4 – Ilustra um sistema contendo um gás a uma temperatura inicial.....	30
Figura 3.5 – Ilustra um sistema quando é fornecido calor.....	30
Figura 3.6 – Ilustra a representação de dois termômetros um graduado na escala Celsius e o outro na escala Fahrenheit.....	32
Figura 3.7 – Ilustra a representação de dois termômetros um graduado na escala Celsius e o outro na escala Kelvin.....	32
Figura 3.8 – Ilustra termômetro a gás a volume constante.....	33
Figura 3.9 – Representa temperaturas medidas por um termômetro a gás a volume constante com diferentes substâncias.....	35
Figura 3.10 – Ilustra diagrama pressão x volume (pv) percorrendo caminhos diferentes.....	36
Figuras 3.11 – Representação esquemática de duas fonte “quente” e “fria”.....	40
Figuras 3.12 – Representação das transformações do Ciclo de Carnot.....	41
Figuras 4.1 – Foto dos materiais utilizados na construção do Termômetro.....	46
Figura 4.2 – Ilustra a foto do Termômetro montado.....	47
Figura 5.1 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	48
Figura 5.2 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	49
Figura 5.3 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	49
Figura 5.4 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	50

Figura 5.5 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	51
Figura 5.6 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	51
Figura 5.7 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	52
Figura 5.8 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	53
Figura 5.9 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	54
Figura 5.10 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	54
Figura 5.11 – Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficiente de dilatação de algumas substâncias.....	31
--	----

LISTAS DE ABREVIATURAS

LDB – Leis de Diretrizes e Bases Nacional.....	13
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.....	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	22
3.LEI ZERO DA TERMODINÂMICA.....	27
3.1 CALOR.....	29
3.2 TEMPERATURA.....	29
3.3 CALIBRAÇÃO DE TERMÔMETRO.....	30
3.4 TERMÔMETRO A GÁS A VOLUME CONSTANTE.....	33
3.5 PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.....	35
3.6 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA.....	39
3.7 MÁQUINA DE CARNOT.....	40
3.8 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: REFRIGERADORES.....	42
4. METODOLOGIA.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

Considerações preliminares

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases Nacional (LDB) para o Ensino de Física, fundamenta a importância do uso de experimentos didáticos em sala de aula como uma alternativa para melhorar o processo de ensino e aprendizado, ou seja, através da prática experimental espera-se que os alunos despertem interesse pela Física e possam verificar a relação entre teoria e a prática. Assim cabe ao professor tornar esse processo mais atraente, interessante e prazeroso em aprendizado para que os alunos possam usufruir. Trabalhar com experimentos didáticos em sala de aula é um desafio para os professores, uma vez que a maioria das escolas públicas segundo Dantas e Santos (2014) não oferecem laboratórios de Ciências em boas condições. No entanto, o professor tem fazer da sala de aula seu próprio laboratório confeccionando determinado experimento com materiais de baixo custo, criando desse modo, um ambiente em que os alunos sintam-se motivados em estudar Física já que em muitos casos a mesma é vista como uma disciplina de difícil de ser entendida conforme salienta Cantalice (2014).

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado. (BRASIL, 2002, p. 59 *apud* CANTALICE, 2014, p. 22).

Nesse contexto percebe-se que a Física é ensinada na maioria das vezes de maneira desconexa, ou seja, o professor está apenas preocupado em ministrar o conteúdo programático da disciplina e não se dá conta das dificuldades apresentadas pelos alunos. Este trabalho tem como objetivo geral descrever os principais problemas no Ensino de Física e propor metodologias que incentive os professores de Física a utilizarem experimentos didáticos em suas aulas, salientando a importância no processo de ensino aprendizagem. Os experimentos utilizados nesse trabalho estão relacionados aos conteúdos de Termodinâmica. No programa curricular oficial o ensino de Termodinâmica é estudado no segundo ano do ensino médio,

vários pontos positivos podem ser destacados ao estudá-la. De acordo com Silva (2013) a Termodinâmica estuda:

“A Termodinâmica é o ramo da Física que se dedica ao estudo das relações entre o calor e as restantes formas de energia. Analisa, por conseguinte, os efeitos das mudanças de temperatura, pressão, densidade, massa e volume nos sistemas a nível macroscópico”. (SILVA, 2013, p. 3).

Segundo Halliday e Resnick (2012) alguns profissionais de outras áreas do conhecimento tem como base os conceitos da Termodinâmica para desenvolver pesquisas e realizar aplicações. Sendo assim, em sala é importante que o professor atribua valores para que os estudantes possam compreender a importância da mesma no meio social. Porém, algumas dificuldades são encontradas no ensino de Termodinâmica. De acordo com Anacleto (2007)

A reforçar esta dificuldade está também a linguagem usada que, por vezes, conflitua com a usada no dia-a-dia. Além disso, ainda perpetuam em manuais escolares alguns termos desadequados, que tiveram origem no percurso histórico da Termodinâmica, em etapas onde alguns conceitos não eram bem compreendidos. (ANACLETO, 2007, p. 9).

Segundo Mortimer e Amaral (1998) em muitas situações os estudantes relacionam os conceitos da Termodinâmica com as percepções do dia-a-dia. Como por exemplo: o calor é visto como uma substância, existem dois tipos de ‘calor’ o quente e o frio, calor é diretamente proporcional a temperatura. Outros conceitos que geralmente causam dúvidas são os conceitos de equilíbrio térmico, temperatura e conservação de energia. Segundo Anacleto (2007) temperatura pode ser entendida como:

A abordagem do conceito de temperatura sem se recorrer ao de equilíbrio térmico e à Lei Zero resulta em ideias confusas, reforçadas pela nossa intuição e percepções sensoriais. Por isso, é importante introduzir e discutir a temperatura numa base cientificamente correta, pois tal atitude trará num médio prazo aos alunos uma compreensão confortável, e menos conflituosa do ponto de vista conceptual. (ANACLETO, 2007, p. 39).

É importante que o professor em sala de aula deixe bem claro o conceito de temperatura e equilíbrio térmico, uma vez que os mesmos estão interligados. Caso isso não ocorra pode acarretar em um problema de dúvidas para os alunos. Outro conceito que gera dúvidas aos alunos é o conceito de energia, segundo Jacques *et al* (2009).

O conceito de Energia é de extrema importância ao aprendizado das Ciências e seu caráter unificador torna-o potente e frutífero para balizar, unir e inter-relacionar diferentes conteúdos de Ciências. É um conceito bastante complexo e, segundo pesquisas diversas sobre concepções alternativas, é frequentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou poucos fenômenos. (JACQUES, *et al*, 2009, p. 2).

Segundo Salbes e Tarin (1998) outras dificuldades apresentadas pelos alunos sobre energia é em relação a sua transformação, armazenamento e como a energia é conservada.

Esse trabalho foi desenvolvido durante as aulas do Estágio Supervisionado III no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe- Campus Lagarto/ SE. Em uma turma de 3º ano do ensino médio do curso de Eletromecânica, a turma é composta por 19 alunos sendo 15 do sexo masculino e 4 do sexo feminino numa faixa etária entre 17 a 21 anos, a escolha pela turma foi verificar se esses estudantes aprenderam os conceitos básicos de Termodinâmica visto no 2º ano do ensino médio. A história do IFS/Campus Lagarto remete ao ano de 1988 quando se inicia a construção deste campus, localizado na Rodovia Lourival Batista, s/n, Povoado Carro Quebrado - Lagarto/SE, no entanto, só a partir de 1994 através da Portaria n.º 489, de 06 de abril, é autorizado o funcionamento da Unidade de Ensino Descentralizada de Lagarto -UNED, que começa a funcionar, de fato, no ano de 1995, ofertando os cursos de Edificações e Eletromecânica, seguidos, em 1996, do curso de Informática Industrial. Em 2007, foi realizado o primeiro vestibular para o curso superior de tecnologia em Automação Industrial. Dois anos depois, em 2009 o governo federal cria 38 Institutos Federais. Nesse mesmo ano ocorre a união do Centro Federal de Educação e Tecnologia de Sergipe - CEFET-SE e a UNED de Lagarto, com a Escola Agrotécnica Federal de Sergipe - EAF, que foram transformadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS. Desde então, passou a oferecer do ensino médio integrado ao profissional até cursos superiores de tecnologia e licenciaturas. (RELATÓRIO ESTAGIO SUPERVISIONADO, 2017, p. 1).

Para deixar mais claro o entendimento do leitor logo abaixo estão inseridos os objetivos específico deste trabalho.

- Incentivar os professores a utilizarem experimentos de baixo custo em suas aulas.
- Verificar se a utilização de experimentos, mesmo os de baixo custo, motiva os estudantes.
- Verificar se houve aprendizagem significativa.

Este trabalho é dividido em: Introdução, Fundamentação teórica, Metodologia, Resultados e discussão e Considerações finais. Na fundamentação teórica o leitor encontrará as seguintes análises: importância do Ensino de Física, dificuldades em ensinar e aprender Física, importância do planejamento das aulas de Física, motivação como um dos fatores principais para o processo de ensino aprendizagem, importância e as dificuldades encontradas no uso de experimentos didáticos para o ensino de Física (materiais de baixo custo e materiais sofisticados) importância do laboratório didático para o Ensino de Física, Teoria da aprendizagem significativa e Termodinâmica. Em seguida na metodologia os procedimentos experimentais e os materiais utilizados na construção dos experimentos. Em resultados e discussão as análises foram descritas com base nos referenciais teóricos e por fim nas considerações finais uma análise geral da importância dos experimentos didáticos para o Ensino de Física.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerações preliminares

Segundo Coral e Guimarães Filho (2011) o ensino de Física tem como fundamentos as propostas de segmento previstas nas bases de diretrizes proposta na Lei de Diretrizes e Bases Nacional (LDB), lei nº 9394/96, que se enquadra nos seguintes termos:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania de educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade de novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico - tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996 apud CORAL; GUIMARÃES FILHO 2011, p.3).

LDB (*ibid*) fundamenta a importância do Ensino Médio para uma educação cidadã, ou seja, preparar o aluno para lidar com diversas situações em que se encontra sejam elas: mercado de trabalho, meio social, meio político, meio científico e tecnológico, entre outros.

Segundo Nascimento (2010) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destaca também a importância da interdisciplinaridade e contextualização do conteúdo, partindo desse pressuposto a ideia central a ser apresentada é mostrar ao estudante fenômenos que ocorrem no dia-a-dia e facilitar o seu entendimento. Reforçando a ideia citada acima, de acordo com Carvalho *et al* (2010, p.32) diz que: “Os próprios documentos oficiais do Ministério da Educação ressaltam a contextualização, juntamente com a interdisciplinaridade, como um dos pressupostos centrais para implementar um ensino por competências”.

A Física é vista por grande parte dos alunos como sendo uma disciplina de difícil compreensão, mesmo para aqueles alunos que concluíram o ensino fundamental e estão ingressando no ensino médio eles tem essa percepção de medo e que será difícil de aprender, conforme citado por Coral e Guimarães Filho (2011).

Os alunos chegam ao Ensino Médio com medo e muitas vezes traumatizado com o Ensino de Física. Muitos têm em mente esta disciplina como algo impossível de se aprender e sem noção que a Física é uma ciência experimental e de grande aplicação no dia-a-dia. (XAVIER, 2005, apud CORAL; GUIMARÃES FILHO, 2011, p.6).

Vários fatores influenciam para que os alunos tenham essa impressão sobre a Física dentre algumas pode-se destacar: A maneira como o professor ministra suas aulas, linguagem matemática, falta de relação entre teoria e prática, falta de interesse dos alunos entre outros. De acordo com Freire (1996 apud Neves, 2002, p.2) “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Ensinar requer um leque de metodologias na qual o professor tem que desenvolver durante suas aulas. Segundo Neves (2002) ensinar exige respeito, ensinar exige pesquisa, ensinar exige saber ouvir, ensinar exige domínio do conteúdo que está sendo ministrado, Alves (2006) diz que:

É consenso que um professor que não domina os conceitos básicos de uma disciplina ou que não tem facilidade em explicitá-lo, sem dúvida, não terá condições para oferecer um bom ensino. Por outro lado, mesmo aquele professor que domina o conteúdo e é capaz de explicitá-lo pode ensinar de maneira inadequada, na medida em que simplesmente se considera um transmissor de informações. Há também aqueles professores que fazem questão de apresentar a Física como uma ciência extremamente difícil, da qual só ele tem o domínio, sendo, por isso, “admirado e respeitado” pelos alunos. (ALVES, 2006, p. 11).

Segundo Grossman (1990, apud Baca, 2014, p.31) não basta o professor conhecer a disciplina tem que transmitir seu conhecimento em aprendizado, para que isso ocorra de maneira satisfatória o professor tem que ter conhecimentos básicos de como ele irá conduzir suas aulas e organiza-las, para Castro (2008) isso significa que:

É um instrumento direcional de todo o processo educacional, pois estabelece e determina as grandes urgências, indica as prioridades básicas, ordena e determina todos os recursos e meios necessários para a consecução de grandes finalidades, metas e objetivos da educação. (MENEGOLLA; SANT’ANNA, 2001, p.40, apud CASTRO *et al*, 2008, p. 54).

Castro (*ibid.*) o planejamento é essencial para que o professor possa ter um bom desempenho pedagógico em sala de aula, pois uma das principais importância em fazer planejamento é ter uma maior organização, domínio reflexões, decisões entre outras. Ainda tem alguns autores que defendem a ideia de planejamento para o ensino através da análise do conteúdo e a consideração dos motivos dos alunos. “O planejamento de ensino começa com a análise de conteúdo, em que primeiramente se buscam as relações gerais básicas, essenciais, que dão suporte ao conteúdo”. (LIBÂNEO, 2009, p. 25). A forma como o professor planeja e aborda o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula é de grande interesse tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos. Quando o professor designa várias possibilidades em trabalhar em sala de aula espera-se que ocorra maior interação entre os alunos assim a disciplina

passara a ter mais “sentido”. Porém para que esse processo ocorra de maneira natural o aluno tem que está motivado em querer aprender e o professor em querer ensinar “a relação professor-aluno é um fator importante no contexto escolar e quando há uma boa relação entre ambos tanto o professor quanto o aluno demonstram mais interesse para ensinar e aprender.”(BARREIROS, 2008, p.15). Segundo Avelar (2015) quando se fala em motivação a ideia que vem é o processo no qual o indivíduo almeja para conseguir algo, para Bianchi (2011) a motivação na aprendizagem é:

Entende-se então que a motivação na aprendizagem é extremamente necessária e deve ser trabalhada no contexto em que os alunos estão. Assim, o professor que está disposto a assumir de fato as responsabilidades da sala de aula, indo além de matérias e currículo, mas pensando na relação estabelecida com o aluno, conseguirá mudar essa realidade encontrada nos dias de hoje que é a desmotivação. (BIANCHI,2011, p. 22).

O professor tem papel importante em fazer com que os alunos se interessem pela disciplina, porém na sala de aula nem sempre ocorre como o esperado. Isso porque tem aqueles alunos que sente-se motivados em ir para a sala de aula em estudar e aprender e ainda tem aqueles alunos que só vão para a sala de aula por que é o jeito ou por que precisa concluir os estudos.

Diante dessas e outras dificuldades encontradas no ensino de Física atual, as atividades experimentais começam a ganhar mais enfoque como uma forma de tornar essas aulas mais atrativa e contextualizada. “A experimentação é um procedimento metodológico de grande relevância para o ensino de Ciências. Sabe-se que tal atividade desperta a curiosidade dos alunos, favorecendo o envolvimento dos mesmos nas aulas de Ciências.” (DOMINGUES, 2011, p.13). Segundo Hodson (1994, apud, Alves, 2006, p.18) acredita que a experiência é a base para o aprendizado científico, assim as principais contribuições das atividades experimentais no ensino de Ciências, podem ser descritas conforme citado por Oliveira (2010).

- I) Para motivar e despertar a atenção dos alunos
- II) Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo
- III) Para desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão
- IV) Para estimular a criatividade
- V) Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações
- VI) Para aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos
- VII) Para aprender conceitos científicos
- VIII) Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos
- IX) Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação
- X) Para compreender as relações entre ciência, tecnologia e

sociedade

XI) Para aprimorar habilidades manipulativas. (OLIVEIRA,2010, p.141-146).

Tudo o que foi anteriormente descrito fornece uma visão geral da importância das atividades experimentais no ensino de ciências. Segundo Lanetta *et al.* (2007, apud, Carvalho *et al.*, 2010, p.53) uso das atividades experimentais para o ensino de Física vem desde o século XIX e fazem parte do planejamento do ensino de Física. Diversos fatores dificultam a falta de utilização de experimentos didáticos em sala de aula por parte de alguns professores, tais problemas se apresentam em diversas maneiras, como salienta Salvadego (2007).

Ao estudar esse comportamento, encontramos as seguintes justificativas: falta de atividades preparadas, pouco tempo para o professor planejar e montar suas atividades, recurso insuficiente para reposição e compra de equipamentos e materiais de laboratório, excessivo número de alunos por sala, formação precária do professor, bibliografia deficitária para orientação, restrições institucionais como falta de tempo para as aulas, indisponibilidade de sala de laboratório e quando há laboratório é dito que os alunos não se comportam direito nesse ambiente, conversam demais e mexem nos materiais, professor não tem domínio de sala etc. (SALVADEGO, 2007, p. 13).

Diante das situações o professor tem que estar preparado em querer usar metodologias que possam suprir essas dificuldades encontradas, ou seja o professor tem que estar motivado em querer mudar essa realidade, de acordo com Damasceno (2011).

Para esse ensino-aprendizagem ocorrer de maneira mais satisfatória é exposto a importância do correto uso de recursos metodológicos, onde o livro didático, ao ser utilizado para nortear as atividades desenvolvidas em laboratório, na ausência dele, ou em conjunto com ele, a realização de experimentos virtuais através da internet e os experimentos com material de baixo custo, nas explicações de conceitos físicos, ao ser relacionado aos fatos cotidianos poderá promover a potencialização do aprendizado. (DAMASCENO,2011, p.11).

Damasceno (*ibid*) cita várias possibilidades para trabalhar em sala de aula, dentre tais destaca a importância do uso de experimentos de baixo custo, como uma maneira de relacionar os fenômenos físicos com o cotidiano e além disso possibilitar o aprendizado do aluno, conforme citado por Bitencourt e Quaresma (2008).

Os materiais de baixo custo são aqueles que constituem um tipo de recursos que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição. São materiais que facilitam o processo de ensino-aprendizagem, pois são utilizados, para a realização dos trabalhos experimentais, que são indispensáveis no ensino de física. (BITENCOURT; QUARESMA, 2008, p.20).

É de consenso que tanto os experimentos de laboratório com equipamentos mais sofisticados quanto os laboratórios de experimentos feitos com materiais de baixo custo tenham o mesmo propósito promover a aproximação dos alunos com a Física, assim Silvério (2012) diz que:

Diferentemente do que muitos possam pensar, não é preciso haver laboratórios sofisticados, nem ênfase exagerada no manuseio de instrumentos para a compreensão dos conceitos. Os experimentos devem ser parte do contexto de sala de aula e seu encaminhamento não pode separar a teoria da prática. (DIRETRIZES CURRICULARES DE QUÍMICA, 2008, apud SILVÉRIO, 2012, p. 11-12).

Um dos objetivos dos laboratórios didáticos é propor metodologias que possam favorecer condições de trabalho para o professor, no qual o mesmo facilite a construção do conhecimento. Dessa forma o professor não precisa ter um ambiente e material sofisticado para desenvolver suas experiências, a sala de aula é o local adequado para a realização de experimentos de baixo custo, ou seja, o professor pode “transformar” a sala de aula em laboratório didático, isso proporcionará aos alunos uma proximidade com a física pois, muitos pensam que experimentos só são realizados com materiais sofisticados e de difícil acesso, conforme citado por Grandini e Grandini (2008).

O Laboratório Didático propicia ao aluno a vivência e o manuseio de instrumentais, que como consequência levará ao conhecimento de diversos tipos de atividades, que poderão lhe estimular a curiosidade e a vontade em aprender e a vivenciar a Ciência, tal como ela é. Assim, o Laboratório pode incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas, que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Por isso, a necessidade de aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos, através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade. (GRANDINI; GRANDINI, 2008, p.3).

É importante a utilização do laboratório didático no processo de ensino aprendizagem. Uma vez que os alunos tenham contato direto com os experimentos facilita a compreensão do conteúdo, no entanto, o simples fato de levar os alunos ao laboratório ou realizar experimento em sala de aula não significa que ocorreu aprendizagem, pelo contrário se o professor não deixar claro o que ele pretende trabalhar com a turma pode interferir na compreensão do experimento, dessa forma cabe ao professor deixar claro se a prática experimental é de caráter demonstrativo ou ilustrativa. Segundo Gaspar e Monteiro (2005) vários pontos positivos favorecem o uso da prática experimental demonstrativa dentre as quais:

A possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a

possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 227).

Gaspar e Monteiro (*ibid*) atribui valores para a importância da prática experimental demonstrativa uma vez, que a mesma favorece condições no processo de ensino aprendizagem dos alunos. Segundo Domingues (2011) a importância do experimento ilustrativo é “Promover a aprendizagem significativa pela mudança não só conceitual, mas também metodológica e atitudinal”. (DOMINGUES, 2011, p. 17). Ou seja, o experimento é dito ilustrativo quando os alunos tem contato direto seja na sua construção ou na manipulação do experimento.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A maneira como os seres humanos aprendem é fascinante e complexa; psicólogos e profissionais da educação, por exemplo, salientam a importância em estudar esse processo, alguns defendem a ideia que: “para que exista aprendizagem é necessária a interação entre o cognitivo e o desejo de aprender”. (LAFRATTA, 2011, p.11). É importante que o indivíduo tenha interesse em aprender a nova informação, para facilitar o entendimento da nova informação, segundo Moreira (2011).

De um modo geral, uma teoria é uma interpretação sistemática de uma área de conhecimento. Pode-se dizer que o termo teoria é usado para significar uma maneira particular de ver as coisas, de explicar observações ou de resolver problemas. Teorias de aprendizagem são, portanto, tentativas de interpretar sistematicamente, de organizar, de fazer previsões sobre conhecimentos relativos à aprendizagem. uma teoria de aprendizagem tem, geralmente, três aspectos muitos relacionados representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como abordar o assunto aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes, que são relevantes e valem a pena ser investigadas e estudadas, quais os fenômenos importantes e quais as perguntas mais significativas; 2) procura resumir uma grande quantidade de conhecimento sobre aprendizagem em uma formulação bastante compacta; 3) tenta, de maneira criativa, explicar o que é aprendizagem e porque funciona da maneira como parece funcionar. (MOREIRA,2011, p. 19-20).

Moreira (*ibid*) chama a atenção para diversos significados que definem aprendizagem, o mesmo cita alguns exemplo: Para muitos, aprendizagem é aquisição de informações ou habilidades; para outros, aprendizagem é mudança relativamente permanente, de comportamento em razão da experiência. Para Vygotsky “A aprendizagem é um processo

contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro, daí a importância das relações sociais” (COELHO; PISONI, 2012, P. 148). Vygotsky acredita que o meio social, ou seja, a interação social em que o indivíduo está inserido é fundamental para o processo de aprendizado. “Para Vygotsky, esta interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo”. (MOREIRA, 2011, p. 110).

Segundo Moreira (2011) autores como Rogers por exemplo, ao invés de propor uma “teoria de aprendizagem” o mesmo propõe “princípios de aprendizagem”. Segundo Escario (2014) o princípio de aprendizagem de Rogers está ligado a uma educação no qual o aluno é o foco, o professor passar a ser visto com um facilitador, de acordo com Moreira (2011).

- I) Seres humanos Têm uma potencialidade natural para aprender
- II) A aprendizagem significativa ocorre quando a matéria de ensino é percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos
- III) A aprendizagem que envolve mudança na organização do eu- na percepção de si mesmo-é ameaçadora e tende a suscitar resistência
- IV) As aprendizagens que ameaçam o eu são mais facilmente percebidas e assimiladas quando as ameaças externas se reduzem a um mínimo
- V) Quando é pequena a ameaça ao eu, pode-se perceber a experiência de maneira diferenciada e a aprendizagem pode prosseguir
- VI) Grande parte da aprendizagem significativa é adquirida por meio de atos
- VII) A aprendizagem é facilitadora quando o aluno participa responsabilmente do processo de aprendizagem
- VIII) A aprendizagem autoiniciada que envolve a pessoa do aprendiz como o todo-sentimento e intelecto-é mais duradoura e abrangente
- IX) A independência, a criatividade e a autoconfiança são todas facilitadas, quando a autocrítica e a autoavaliação são básicas e a avaliação feita por outros é de importância secundária
- X) A aprendizagem socialmente mais útil, no mundo moderno, é a do próprio processo de aprender, uma contínua abertura à experiência e à incorporação, dentro de si mesmo, do processo de mudança. (MOREIRA, 2011, p. 141-142).

É comum que o professor ao iniciar a explicação do conteúdo questione os alunos se eles conhecem ou já ouviram falar sobre o tema que estar sendo abordado, esse tipo de metodologia é importante, pois nessas circunstâncias o professor está interessado em conhecer e entender os conhecimentos prévios dos alunos, de acordo com Iachel (2011).

O ensino a partir de concepções espontâneas não pressupõe somente detectá-las, mas também, e principalmente, usá-las como um auxílio na construção do conhecimento, de maneira que a criança possa por si própria percorrer o caminho rumo à concepção científica. Uma das grandes vantagens dessa opção pedagógica é o incentivo à autonomia no aprendizado, pois os alunos ficam mais confiantes no seu próprio raciocínio quando sentem que a mudança

conceitual está partindo deles. (SCARINCI; PACCA, 2005, apud IACHEL, 2011, p.9).

A importância dos conhecimentos prévios dos alunos traz um incentivo e liberdade para que os mesmos tenham autonomia e confiança para falar sobre o tema que lhe é proposto nessas circunstâncias “os alunos constroem novos significados sobre o conteúdo estudado relacionando-os aos conhecimentos previamente estruturados”. (MIRA, 1997, apud IACHEL, 2011, p. 8). David Ausubel, um dos principais teóricos que mais dá ênfase ao conhecimento prévio, pois o mesmo utiliza desse conceito para explicar a teoria de aprendizagem significativa.

Segundo Moraes e Junior (2014) a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel foi criada por volta da década de 60, e pode ser definida:

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, p. 8 apud MORAES; JUNIOR, 2014, p. 62).

Segundo Moreira (2011) aprendizagem significativa é o processo no qual a nova informação passa a ser explicada através dos conhecimentos prévios dos indivíduos, ou seja, a nova informação será explicada de acordo com os conceitos existentes na mente do aprendiz, esse processo é o que Ausubel define como conceito subsunçor “O subsunçor é uma palavra que Ausubel usou para tratar da estrutura de conhecimento específica ao qual o novo conhecimento vai interagir” (STINGLIN, 2014, p. 8). Segundo Moreira (2011) Ausubel vê a interação dos conceitos com a nova informação, como uma estrutura hierárquica, ou seja, a nova informação adquirida é interligada com o conceito já existente, porém se o indivíduo for capaz de fazer a interação com o novo conhecimento, segundo Ribeiro (2014) para essa análise Ausubel propõe que:

Quando o aluno não tem subsunçores adequados que permitam que ele atribua significado a novos conhecimentos, faz-se uso dos organizadores prévios, solução proposta por Ausubel. O organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem; é um material introdutório, apresentado antes do que será estudado, não é um sumário, que geralmente está no mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, apresentando apenas certos aspectos do assunto a ser aprendido. Esses organizadores podem ser textos introdutórios, imagens, filmes, simulações etc; as possibilidades são diversas, mas o importante é que seja apresentado antes do material de aprendizagem, e que seja mais abrangente, geral e inclusivo. (RIBEIRO, 2014, p. 7).

Conforme Ribeiro (*ibid*) destaca o organizador prévio pode ser introduzido antes do professor começar a explicar o conteúdo, cabe o professor utilizar o recurso mais favorável, seja uma prática experimental, documentários, animações entre outras. Espera-se que o aluno consiga relacionar aquilo que ele entendeu com diversas situações que poderá encontrar. Assim o professor passa a ser peça fundamental para motivar os alunos a aprender, “A motivação no contexto escolar é um determinante na qualidade da aprendizagem e no desempenho, e o professor tem um grande impacto na motivação dos alunos”. (BARREIROS, 2008, p. 24). A intensão é que os conceitos básicos daquela teoria seja mais facilmente entendida pelos alunos, outra análise fundamental que Ausubel destaca é sobre a aprendizagem mecânica, é descrita por Tavares (2013-2014)

Ausubel (1980, 2003) sugere o uso da aprendizagem mecânica quando não existirem na estrutura cognitiva do aprendente ideias-âncora (subsunçor) que facilitam a conexão entre esta e a nova informação, quando não existirem idéias prévias que possibilitem essa ancoragem. Em uma dada circunstância, nos deparamos com a tarefa de aprender uma seqüência de determinados conteúdos, sem ter tido a oportunidade de algum conhecimento próximo. Ele sugere que o conhecimento inicial seja memorizado e, a partir desse conhecimento absorvido, seja paulatinamente estruturado o conhecimento sobre o tópico considerado. Ele, no entanto, criou uma nova alternativa para essa situação, ao propor a utilização de organizadores prévios. Eles são pontes cognitivas entre o que aprendente já sabe e o que pretende saber. É construído com um elevado grau de abstração e inclusividade, de modo a poder se apoiar nos pilares fundamentais da estrutura cognitiva do aprendente e, desse modo, facilitar a apreensão de conhecimentos mais específicos com os quais ele está se deparando. (TAVARES, 2003-2004, p. 56).

Segundo Braathen (2012) a aprendizagem mecânica ocorre quando o aluno aprende sem entender o significado do assunto abordado, ou seja, “o conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos”. (MOREIRA, 2011, p. 162). É importante que o aluno esteja motivado em querer aprender não basta dizer por exemplo, que o conteúdo ministrado pelo professor é difícil e que seja incapaz de entender sem pelo menos ter tentado, uma vez que o mesmo sinta-se motivado as novas informações começarão a se organizar na estrutura cognitiva “À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.” (MOREIRA, 2011, p. 163). Como visto anteriormente os subsunçores são de extrema importância para promover aprendizagem significativa, assim os professores tem papel fundamental em criar condições de ocorrência para aprendizagem significativa no entanto, é importante que professor e aluno dialoguem,

segundo Lopes (2009) o diálogo entre professor e aluno é de suma importância pois, o professor deixa de ser visto como transmissor e passa a ser visto como um mediador, Freire (2005) fundamenta a importância do diálogo entre professor e aluno como sendo:

O diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar idéias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de idéias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 2005, p. 91 apud LOPES, 2009, p. 5).

Outro fator importante para que tais condições ocorram é dito por Moreira (2011) o mesmo orienta a importância do material a ser aprendido.

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, portanto é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito *potencialmente significativo*. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. (MOREIRA, 2011, p. 164).

Segundo Moreira (*ibid*) não basta o material ser potencialmente significativo, o aluno tem que ter os subsunçores adequados na sua estrutura cognitiva. Moreira (2011) traz outra condição com relação a análise do material didático:

A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo for o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto no processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo. (MOREIRA, 2011, p. 164).

É importante deixar claro que se o material favorecer condições no processo de ensino aprendido, mas se o aprendiz não estiver interessado em aprender não haverá aprendizagem significativa.

3. LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

Considerações preliminares

Um sistema termicamente isolado é aquele que não permite trocas de calor entre o sistema e o ambiente, dessa forma definir a parede do meio é fundamental para mensurar as variações que ocorrem. Segundo Nussenzveig (2013) uma parede é dita diatérmica quando permite as trocas de calor entre o sistema e o ambiente, por outro lado se não houver trocas de calor entre o sistema e o ambiente a parede é dita adiabática. Partindo desse princípio as situações abaixo ilustram três sistemas compostos por três corpos A, B e T.

Situação 1:

Na situação 1 o corpo T foi posto em contato com o corpo A conforme ilustra a Figura 3.1 abaixo

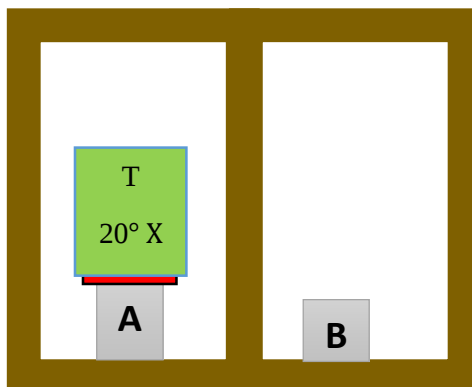


Figura 3.1: Ilustra um corpo T em contato com o corpo A separados por uma parede adiabática evitando trocas de calor com o corpo B.

Segundo Halliday e Resnick (2012) através da Figura 3.1 observa-se que o corpo T no (qual é denominado termômetro) estar em contato com o corpo A, após um determinado tempo o corpo T registra uma temperatura de $20^{\circ} X$ esse valor permanece constante porque o sistema não troca calor com o ambiente.

Situação 2:

Na situação 2 o corpo T foi posto em contato com o corpo B conforme ilustra a Figura 3.2 abaixo.

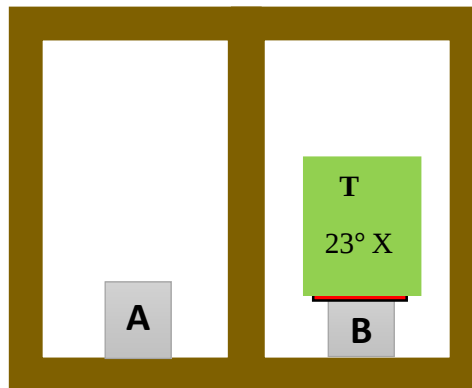


Figura 3.2: Ilustra um corpo T em contato com o corpo B separados por uma parede adiabática evitando trocas de calor com o corpo A.

Da mesma forma que na situação da Figura 3.1 quando o corpo T foi colocado em contato com o corpo B o corpo T registou uma temperatura de 23°X .

Situação 3:

Na situação 3 os corpos A, B e T foram colocados em contato conforme ilustra a Figura 3.3 abaixo.

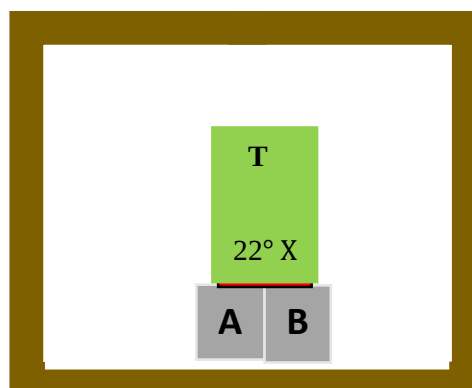


Figura 3.3: Ilustra um corpo T em contato com o corpo A e B.

Na Figura 3.3 observa-se que os corpos A e B estão em contato com o corpo T, verifica-se que o corpo T registra uma temperatura de 22°X . Nas três situações quando o termômetro ficou em contato com os corpos, o mesmo registrou diferentes valores de temperatura, isso significa dizer que após trocar calor com o sistema, entra em equilíbrio térmico. Dessa forma a lei zero da Termodinâmica pode ser enunciada segundo Halliday e Resnick (2012) da seguinte forma:

“Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, A, e B estão em equilíbrio térmico entre si.” (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 184).

Isso significa dizer por exemplo, nas situações 1, 2 e 3 o corpo T não necessariamente precisaria está em contato com o corpo A e B, assim como, na situação três para medir a temperatura dos corpo A B, bastaria deixar o corpo T em contato com o corpo A ou B.

3.1 CALOR

Segundo Wylen *et al.* (2013) ao conceituar calor deve-se deixar claro que o mesmo não é uma propriedade que os corpos possui, mais sim é energia térmica em trânsito, ou seja, um corpo de maior temperatura transfere energia térmica para o corpo de menor temperatura. Para deixar claro, considere que se tenha dois recipientes um contendo água a 50° C e o outro contendo água a 10° C, se por ventura misturar as duas quantidades de água após um determinado tempo o sistema entra em equilíbrio térmico, ou seja, essa transferência de energia térmica de um corpo para outro é o que denomina calor. Matematicamente o calor é calculado através de uma diferencial inexata (δQ), ou seja, a quantidade de calor transferida não depende somente dos estados inicial e final, mas sim do caminho a ser percorrido pelo processo. Segundo Moran *et al* (2014) a diferencial inexata pode ser reescrita em termos de integração dada por:

$$Q = \int_1^2 \delta Q \quad (1)$$

No qual os limites de integração significam o calor transferido em um determinado processo entre o estado 1 ao estado 2.

3.2 TEMPERATURA

Segundo Moran *et al* (2014) o conceito de temperatura requer atenção cuidadosa, no senso comum está relacionada com as sensações de quente e frio, ou seja, imagine dois objetos um de metal e o outro de madeira ao tocar no objeto metálico o mesmo parece estar em menor temperatura ao ser comparado com o objeto de madeira. No entanto, conforme foi definido na seção (3) sobre a lei zero da termodinâmica após interagirem com o meio ambos estão em equilíbrio térmico e apresentam a mesma temperatura. Logo para medir a temperatura de um sistema basta que estejam em equilíbrio térmico com um segundo corpo, que é um termômetro. segundo Júnior (2015) para um sistema sofrer variações no seu estado inicial basta aumentar ou diminuir a temperatura, conforme será descrita abaixo nas Figuras 3.4 e 3.5

1º Caso: Representa um sistema a uma temperatura inicial

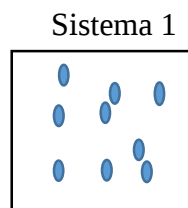


Figura 3.4: Representa um sistema contendo um gás a uma temperatura inicial.

2º Caso: Quando fornece calor ao sistema

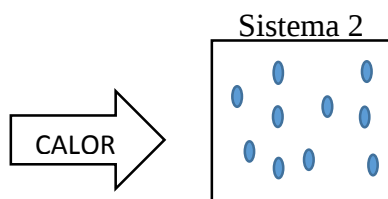


Figura 3.5: Representa um sistema quando é fornecido calor.

Observa-se que após fornecer calor (2º Caso) as partículas do sistema se movem com maior intensidade, aumentando o número de colisões entre as mesma assim, a temperatura de um sistema aumenta ou diminui devido a energia cinética das partículas do sistema, ou seja, temperatura é proporcional a energia cinética.

3.3 CALIBRAÇÃO DE TERMÔMETRO

De acordo com o que foi descrito na secção anterior (3.3) temperatura está relacionada com o equilíbrio térmico do sistema, o mesmo pode sofrer alterações no seu estado, uma vez que isso ocorre é necessário um instrumento de medida que forneça quantitativamente essa variação, tal instrumento é conhecido como termômetro. Um exemplo de um termômetro é aquele que utiliza como substância termométrica mercúrio ou álcool conforme descrito por Moran *et al* (2014).

O termômetro de bulbo que consiste em um tubo de vidro capilar conectado a um bulbo cheio de um líquido, como o mercúrio ou o álcool, e selado na outra extremidade. O espaço acima do líquido é ocupado pelo vapor do líquido ou por um gás inerte. Conforme a temperatura aumenta, o líquido se expande em volume e se eleva no capilar. O comprimento L do líquido no capilar depende da temperatura. Consequentemente, o líquido é a substância termométrica e L é a propriedade termométrica. (MORAN, *et al*, 2014, p. 13).

Um fator que deve-se levar em consideração na construção de um termômetro é o líquido a ser utilizado, logo abaixo segue a Tabela 1 na qual mostra valores de coeficientes de dilatação de alguns líquidos.

Tabela 1: Coeficiente de dilatação de algumas substâncias

Substância	Coeficiente de dilatação ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Éter	$16,6 \times 10^{-4}$
Álcool etílico	11×10^{-4}
Petróleo	9×10^{-4}
Glicerina	$4,8 \times 10^{-4}$
Mercúrio	$1,8 \times 10^{-4}$

Fonte: (GUALTER, 2010, p. 160).

Conforme os valores fornecido pela Tabela 1 o coeficiente de dilatação depende da substância. Dessa forma Segundo Anacleto (2007) a expansão volumétrica dos líquidos pode ser calculada através da equação volumétrica dos líquidos:

$$V_{\theta} = V_0 [1 + \beta \Delta \theta] \quad (2)$$

Onde:

θ = Temperatura do líquido em $^{\circ}\text{C}$

V_0 = Volume do líquido a temperatura inicial de referência θ_0

V_{θ} = Volume do líquido a temperatura θ

β = Coeficiente de expansão do líquido em $^{\circ}\text{C}$

Segundo Nussenzveig (2013) para um termômetro registrar a temperatura de um sistema, o mesmo tem que estar calibrado, a calibração de um termômetro que utiliza substância termométrica é feita utilizando dois pontos fixos de maior e menor temperatura conforme ilustrado nas figuras 3.6 e 3.7. Verifica-se a variação do comprimento da coluna líquida e divide essa diferença em comprimento l iguais. O caso comum de calibração é a escala Celsius, na qual os pontos fixos são ponto de vapor que equivale a $\theta = 100^{\circ}\text{C}$ e ponto de fusão que equivale a $\theta = 0^{\circ}\text{C}$. Assim a equação que relaciona temperatura em função do comprimento l é escrita:

$$\theta = \frac{l - l_0}{l_{100} - l_0} (^{\circ}\text{C}) \quad (3)$$

Para calibrar a escala Celsius basta dividir em 100 partes iguais os valores de l_0 e l_{100} , o que significa dizer que cada subdivisão equivale a 1°C . A calibração do termômetro foi

descrita tendo como base o mercúrio como substância, porém se no lugar do mercúrio fosse outra substância como por exemplo, o álcool o procedimento seria o mesmo. Seguindo essa analogia é fácil obter uma equação de conversão entre escalas, basta definir os pontos fixos. Segundo Viana (2010) em 1779 existiam por volta de dezenove tipos de escalas, porém nos dias atuais as mais usadas são as escalas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Para obter a equação de conversão entre as escalas basta verificar os pontos fixos de cada uma conforme já descrito. Assim a equação de conversão entre a escala Celsius e Fahrenheit é representada da seguinte forma:

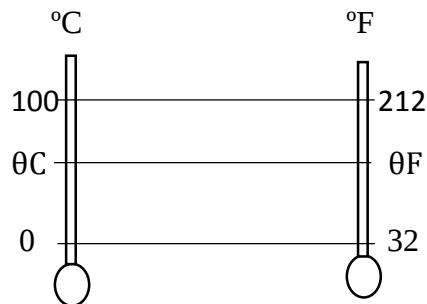


Figura 3.6: Ilustra a representação de dois termômetros um graduado na escala Celsius e o outro na Fahrenheit.

Tomando como base os pontos fixos temos;

$$\frac{\theta_C - 0}{100} = \frac{\theta_F - 32}{212 - 32} \rightarrow \frac{\theta_C}{100} = \frac{\theta_F - 32}{180} = \frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \quad (4)$$

Através da equação (4) pode-se converter uma determinada temperatura da escala Celsius para a escala Fahrenheit ou vice-versa. Seguindo essa analogia a equação de conversão entre a escala Celsius e Kelvin é dada por:

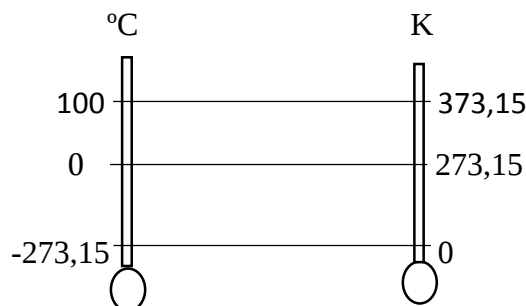


Figura 3.7: Ilustra a representação de dois termômetros um graduado na escala Kelvin e o outro na escala Celsius.

Tomando como base os pontos fixos obtém-se:

$$\frac{\theta_C}{100} = \frac{\theta_K - 273,15}{373,15 - 273,15} \rightarrow \frac{\theta_C}{100} = \frac{\theta_K - 273,15}{100} =$$

$$C = \theta_K - 273,15 \quad (5)$$

Através da equação (5) pode-se converter uma determinada temperatura da escala Celsius para a escala Kelvin ou vice-versa.

3.4 TERMÔMETRO A GÁS A VOLUME CONSTANTE

Imagine um sistema conforme descrito na Figura 3.8 abaixo, e deseja-se encontrar a temperatura de quaisquer substância quando estiver em contato com o bulbo, para isso algumas grandezas físicas tem que ser consideradas como por exemplo: Temperatura, pressão e volume.

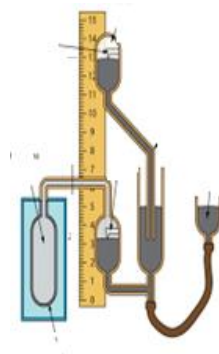


Figura 3.8: Ilustração termômetro de gás a volume constante. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TermometroDeGas.png>

Segundo Nussenzveig (2013) o procedimento para medição de temperatura é descrito da seguinte forma:

O gás, geralmente hidrogênio, enche um bulbo e um tubo capilar a um manômetro de mercúrio de tubo aberto. O tubo flexível permite suspender ou abaixar o nível de mercúrio no ramo da direita de tal forma que o nível do ramo a esquerda permaneça numa marca fixa N, definindo um volume V constante ocupado pelo gás. O bulbo é colocado em contato térmico com o sistema cuja temperatura se quer medir, e a seguir é medida a pressão P do gás. (NUSSENZVEIG, 2013, p. 161).

Um termômetro a gás a volume constante mede a pressão de um gás quando está em contato com um sistema. Segundo Halliday e Resnick (2012) a temperatura de qualquer substância quando estiver em contato com o bulbo é definida como:

$$T = C_p \quad (6)$$

Onde:

p = pressão exercida pelo gás

C = É uma constante que equivale a $-273,15^\circ\text{C}$

Assim o valor da pressão P do gás é definida:

$$P = p_0 + \rho gh \quad (7)$$

Onde:

p_0 = Pressão atmosférica

ρ = Densidade da substância

h = Diferença entre o desnível da esquerda e direita

A equação (7) permite calcular a pressão do gás quando o bulbo é colocado em contato com o sistema. Se por exemplo, o bulbo estiver no sistema em contato com o ponto triplo da substância, ou seja, o ponto triplo de uma substância é quando coexiste no estado (solido, liquido e vapor). Assim tomando como base a equação (7) obtém-se:

$$T_3 = C_3 p_3 \quad (8)$$

Onde:

p_3 = é a pressão do gás. Combinando as equações (6) e (8) obtém-se:

$$T = T_3 \left(\frac{P}{P_3} \right) = (273,16K) \left(\frac{P}{P_3} \right) \quad (9)$$

A equação (9) permite calcular temperatura em função de p e p_3 . Note que $T_3=273,16\text{K}$, segundo Nussenzveig (2013) “Em lugar do ponto de gelo, é adotado atualmente como ponto fixo padrão o ponto triplo da água, em vapor de água coexiste em equilíbrio com a água líquida e gelo. Isso ocorre para uma pressão e temperatura bem definidas: $(P_{tr})_{\text{H}_2\text{O}} = 4,58 \text{ mm/Hg}$ e $(\theta_{tr})_{\text{H}_2\text{O}}=0,01^\circ\text{C}$.” (NUSSENZVEIG, 2013, p. 162). Segundo Nussenzveig (*ibid*) a menor temperatura que pode ser medida com um termômetro a gás é de 1 K, ou seja, abaixo desse valor não é possível medir a temperatura dos gases. Sendo assim, o que acontece com a temperatura quando se usa gases diferentes? Conforme mostra a Figura 3.9

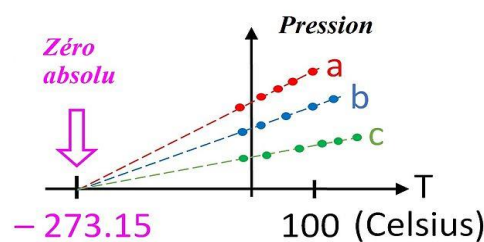


Figura 3.9: Representa temperaturas medidas por um termômetro a gás a volume constante com diferentes substâncias. Disponível em:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_thermometer_and_absolute_zero_fr.jpg

Na Figura 3.9 se utilizar gases diferentes e diminuindo cada vez mais a quantidade de gás no interior do bulbo as leituras mostradas tenderão a convergir para o mesmo valor. Isso ocorre porque os gases tendem a um comportamento de um gás ideal.

Assim segundo Halliday e Resnick (2012) a equação que permite descrever esse comportamento é dada por:

$$T = (273,16 \text{ K}) \left(\lim_{p_3 \rightarrow 0} \frac{p}{p_3} \right) \quad (10)$$

A equação (10) permite calcular a temperatura de um gás

3.5 PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

Segundo Wylen *et al* (2013) em sistemas termodinâmicos ocorrem mudanças no processo de estados, calor e trabalho por exemplo, são definidos como sendo integral de

linha, onde a integral cíclica do calor é proporcional a integral cíclica do trabalho, conforme Wylen (*ibid*) analisa nas equações abaixo.

$$\oint \delta Q = \oint \delta W \quad (11)$$

Onde:

$$\oint \delta Q = \text{Transferência de calor resultante em um ciclo termodinâmico}$$

$$\oint \delta w = \text{Trabalho resultante em um ciclo termodinâmico}$$

Para fazer uma análise mais precisa do equação (11) considere a Figura 3.10.

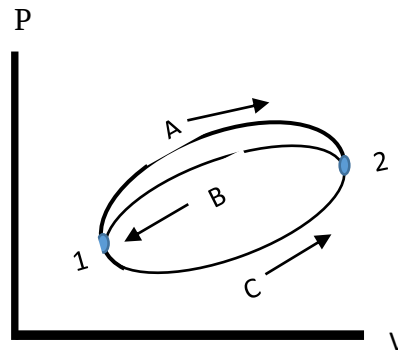


Figura 3.10: Ilustra diagrama pressão x volume (pv) percorrendo caminhos diferentes.

Considerando que o sistema percorra um ciclo mudando do estado inicial 1 para o estado final 2 pelo processo C e voltando por B, através da equação (11) obtém-se:

$$\int_1^2 \delta Q_C + \int_2^1 \delta Q_B = \int_1^2 \delta W_C + \int_2^1 \delta W_B \quad (12)$$

Agora considerando que o sistema percorra um ciclo mudando do estado inicial 1 para o estado final 2 pelo processo A e voltando por B.

$$\int_1^2 \delta Q_A + \int_2^1 \delta Q_B = \int_1^2 \delta W_A + \int_2^1 \delta W_B \quad (13)$$

Subtraindo as equações (12) e (13)

$$\int_1^2 \delta Q_C - \int_2^1 \delta Q_A = \int_1^2 \delta W_C - \int_2^1 \delta W_A \quad (14)$$

Organizando obtém-se:

$$\int_2^1 (\delta Q - \delta W)_C = \int_2^1 (\delta Q - \delta W)_A \quad (15)$$

Sendo assim, a equação (15) mostra que a quantidade de $(\delta Q - \delta W)_C$ ou $(\delta Q - \delta W)_A$ entre os caminhos é a mesma, ou seja, depende do estado inicial 1 e estado final 2 e não do caminho percorrido, essa “dependência” do estado inicial e estado final é por causa da energia interna do sistema ou função de ponto, sendo assim o fato da integral cíclica do calor ser proporcional a integral cíclica do trabalho (equação 11) em um sistema fechado ocorre, porque mesmo seguindo caminhos diferentes, após um ciclo termodinâmico volta para o estado inicial. Sendo assim a energia interna do sistema no processo $\Delta U_{\text{int}}=0$. Logo a energia interna do sistema pode ser escrita da seguinte forma:

$$dU = \delta Q - \delta W \quad (16)$$

Integrando (16)

$$\int_2^1 dU = \int_2^1 \delta Q - \int_2^1 \delta W \quad (17)$$

Da equação (17) obtém-se

$$U_2 - U_1 = Q_{1,2} - W_{1,2} \quad (18)$$

Logo da equação (18) pode ser reescrita:

$$\Delta U_{\text{int}} = Q_{1,2} - W_{1,2} \quad (19)$$

Da equação (19) segundo Halliday e Resnick (2012) a variação da energia interna do sistema tende a aumentar se fornecer calor (Q) e tende a diminuir se for realizado trabalho,

porque obedece o princípio de conservação de energia, nenhuma energia pode ser criada ou destruída apenas transformada.

Processos termodinâmicos: Para um maior entendimento da primeira lei da termodinâmica verifica-se os quatro processos termodinâmico, que são: processo adiabático, processo isovolumétrico, processo isobárico e processo cíclico.

Processo adiabático: Segundo Halliday e Resnick (2012) processo adiabático é um processo termodinâmico no qual não há trocas de calor entre o sistema e o meio $Q=0$. Através da equação (19) obtém-se:

$$\Delta U_{\text{int}} = -W_{1,2} \quad (20)$$

Através da equação (20) verifica que a energia interna ΔU_{int} é modificada se trabalho $W>0$, ou seja, realizando trabalho do sistema para o meio a energia interna ΔU_{int} diminui para um valor no qual estar sendo aplicado o trabalho. Se por ventura o trabalho realizado for do meio para o sistema o trabalho $W<0$, nesse caso a energia interna aumenta para um valor igual ao do trabalho.

Processo a volume constante: Processo a volume constante é um processo termodinâmico no qual mantendo o volume constante de um sistema, o mesmo não realizará trabalho, ou seja, $W=0$. Através da equação (21) obtém-se.

$$\Delta U_{\text{int}} = Q_{1,2} \quad (21)$$

Através da equação (21) verifica-se que a variação da energia interna é igual ao calor trocado pelo sistema, se por ventura fornecer calor no sistema a energia interna do sistema tende a aumentar, no contrário se o sistema perder calor a energia interna diminui.

Processos cíclicos: Processos cíclicos são processos termodinâmicos no qual após o sistema trocar calor e realizar trabalho volta para a posição inicial, ou seja, $\Delta U_{\text{int}} = 0$. Através da equação (21) obtém-se.

$$Q_{1,2} = W_{1,2} \quad (22)$$

Através da equação (22) verifica-se que o calor trocado pelo sistema é igual ao trabalho realizado durante o ciclo.

Expansões livres: Expansões livres são processos termodinâmicos no qual não há troca de calor entre o sistema e o meio, e nenhum trabalho é realizado $Q_{1,2} = W_{1,2} = 0$. Sendo assim através da equação (20) obtém-se.

$$\Delta U_{\text{int}} = 0 \quad (23)$$

Através da equação (23) percebe-se que a energia interna do sistema é zero.

3.6 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

É comum um prato por exemplo, ao cair no chão quebrar, mas não é comum pedaços do prato se juntarem e voltarem a forma inicial. Esse tipo de situação não ocorre no dia-a-dia, pois trata de um processo irreversível, ou seja, impossível de acontecer. Porém existe processo no qual tendo ocorrido volta a sua situação inicial tal processo é chamado de reversível. Considere o diagrama pv da Figura 3.9 que representa um processo cíclico, observe que o sistema pode percorrer um ciclo do estado 1 para o estado 2 passando por A e voltando por B, assim como pode sair do estado 1 para o estado 2 passando por A e voltando por C mesmo percorrendo diferentes caminhos. A primeira lei da termodinâmica obedece o princípio de conservação de energia, sendo assim o calor não pode ser totalmente reaproveitado em forma de energia, segundo Nussenzveig (2013) se caso fosse reaproveitado, era necessário um reservatório térmico inesgotável para armazenar toda a energia, partindo desse princípio o enunciado de Kelvin para a segunda lei da termodinâmica pode ser definido:

“É impossível realizar um processo cujo único efeito seja remover calor de um reservatório térmico e produzir uma quantidade equivalente de trabalho”. (NUSSENZVEIG, 2013, p. 207). Através do enunciado de Kelvin deixa claro que não é possível aproveitar todo o calor sem que não haja perdas. Dessa maneira o enunciado proposto por Clausius é definido da seguinte forma:

“É impossível realizar um processo cujo único efeito seja transferir calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente”. (NUSSENZVEIG, 2013, p. 207). O enunciado pode ser melhor entendido da seguinte maneira: em dois reservatórios térmicos o calor flui da região de

maior temperatura para o de menor temperatura, ou seja, a importância de um reservatório térmico é manter a temperatura da substância constante evitando as trocas de calor.

3.7 MÁQUINA DE CARNOT

Segundo Gualter (2010) máquina térmica é um dispositivo que operando ciclicamente converte calor Q em trabalho W , através da transferência de calor do reservatório a uma temperatura mais elevada para o reservatório a uma temperatura menor. A Figura 3.11 representa esquematicamente o funcionamento de um motor no ciclo de Carnot.

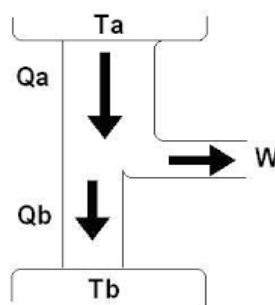


Figura 3.11: Representação esquemática de duas fontes “quente” e “fria”. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Imagemqanew.jpg>

Note que o calor Q_a flui do reservatório a temperatura mais elevada T_a para um reservatório Q_b a temperatura menor T_b , parte desse calor é convertido em trabalho pela máquina e a outra parte é transferida para o reservatório a temperatura menor T_b . Matematicamente o trabalho é calculado através da diferença entre o calor Q_b e Q_a

$$W = Q_a - Q_b \quad (24)$$

Através da equação (24) pode-se calcular o trabalho realizado por uma máquina térmica, sendo assim para um entendimento dos processos que ocorrem na máquina de Carnot, a Figura 3.12 abaixo ilustra os processos cíclico.

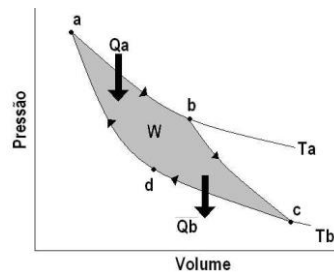


Figura 3.12: Representação das transformações do Ciclo de Carnot. Disponível: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Imagemgraficonew.jpg>

Processo ab: Ocorre a expansão isotérmica, ou seja, a energia do sistema se mantém constante $E_{int} = \text{constante} \Rightarrow \Delta E_{int} = 0$. Para que se realize trabalho o sistema retira calor da fonte “quente”.

Processo bc: Ocorre a expansão adiabática, ou seja, o sistema realiza trabalho diminuindo assim a temperatura de T_a para T_b e a energia interna.

Processo cd: Ocorre a expansão isotérmica, ou seja, o sistema cede calor Q_b , dessa forma a energia interna do sistema se mantém constante.

Processo da: Ocorre a expansão adiabática, fazendo o ciclo voltar a sua posição inicial. Isso ocorre por que não há troca de calor entre o sistema e o meio, ou seja, $Q=0$. Além disso há um aumento de temperatura de T_b para T_a e da energia interna do sistema.

Assim o teorema de Carnot pode ser definido segundo Nussenzveig (2013) como:

- Nenhuma máquina térmica que opere entre uma dada fonte quente e uma dada fonte fria pode ter rendimento superior ao de uma máquina de Carnot.
- Todas as máquinas de Carnot que operem entre essas duas fontes terão o mesmo rendimento. (NUSSENZVEIG, 2013, p. 213).

Através do teorema de Carnot uma máquina térmica operando em ciclos termodinâmicos tem eficiência superior a uma máquina de Carnot, ou seja, 100%. Matematicamente a eficiência é calculada através da equação (25)

$$\varepsilon_c = 1 - \frac{T_b}{T_a} \quad (25)$$

Onde:

T_b = Temperatura baixa

T_a = Temperatura mais elevada

3.8 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: REFRIGERADORES

A segunda lei da termodinâmica diz que o calor flui de uma região de maior temperatura para uma região de temperatura mais baixa, porém não descarta a possibilidade de um sistema operando em ciclo a energia em forma de calor fluir da região de menor temperatura para a região de maior temperatura, esse processo ocorre nos refrigeradores para transferir calor de uma região de menor temperatura para uma região de maior temperatura é necessário um agente externo. O funcionamento dos refrigeradores segundo Gualter (2010) pode ser descrito assim:

O funcionamento de uma geladeira baseia-se em um processo de transferência de calor de uma fonte fria para uma quente. Esse processo não é espontâneo. É necessária uma energia externa, em forma de trabalho (no compressor), para que essa transferência possa ocorrer. A geladeira possui, portanto, uma fonte fria (o congelador) e outra quente (radiador), que se encontra na parte externa traseira, em forma de serpentina. O fluido operante usado é o fréon, que vaporiza a baixa pressão no congelador e se condensa a alta pressão no radiador. (GUALTER, 2010, p.135).

O refrigerador trabalha de forma contrária a uma máquina térmica, porém não significa dizer que contraria a segunda lei da termodinâmica, pois o processo de transferência de calor que ocorre no refrigerador depende de um agente externo. Segundo Nussenveig (2013) o agente externo é o refrigerante, ou seja, é uma substância que circula todo o circuito do refrigerador, removendo calor da fonte de menor temperatura e transferindo para a fonte de maior temperatura.

4. METODOLOGIA

Esse trabalho utilizou-se dos métodos de pesquisa quantitativo e qualitativo ou quantitativo-qualitativo, no qual foi feito um levantamento de dados, onde os mesmos foram interpretados em forma de gráficos e descrito de acordo com os resultados obtido. Assim, será feita uma descrição dos dois métodos apresentando vantagens e limitações. Segundo Gerhardt e Silveira (2009) o método qualitativo tem como características:

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de *descrever*, *compreender*, *explicar*, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Segundo Gerhardt e Silveira (*ibid*) a vantagem desse método de pesquisa permite ao pesquisador uma descrição profunda e detalhada com base nos fenômenos observados, além disso os dados obtidos não são quantificados. No entanto, nesse tipo de pesquisa apresenta algumas limitações:

Entretanto, o pesquisador deve estar atento para alguns limites e riscos da pesquisa qualitativa, tais como: excessiva confiança no investigador como instrumento de coleta de dados; risco de que a reflexão exaustiva acerca das notas de campo possa representar uma tentativa de dar conta da totalidade do objeto estudado, além de controlar a influência do observador sobre o objeto de estudo; falta de detalhes sobre os processos através dos quais as conclusões foram alcançadas; falta de observância de aspectos diferentes sob enfoques diferentes; certeza do próprio pesquisador com relação a seus dados; sensação de dominar profundamente seu objeto de estudo; envolvimento do pesquisador na situação pesquisada, ou com os sujeitos pesquisados. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Segundo Gerhardt e Silveira (2009) o método de pesquisa quantitativo difere do método de pesquisa qualitativo, uma vez que tal método permite uma descrição quantitativa dos fenômenos observados.

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para

descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. (FONSECA, 2002, p. 20 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 33).

Gerhardt e Silveira (*ibid*) Nesse tipo de pesquisa a linguagem matemática é importante para que o pesquisador ao interpretar seus dados tenha uma análise próxima do real da pesquisa em si. No entanto, algumas limitações podem ser destacadas ao utilizar tal método.

A necessidade de se obter uma amostragem adequada para a análise, do ponto de vista da representatividade da população em estudo, é outro fator limitador da pesquisa quantitativa. De uma boa amostragem depende a confiabilidade e a validade dos dados, bem como que tipo de conclusões que podemos tirar da análise destes e que tipo de métodos podemos usar. (COLLARES, 2013, p. 124).

Assim, percebe-se que tanto o método quantitativo e qualitativo apresentam vantagens e limitações, no entanto, quando esses dois métodos são trabalhados de maneira conjunta, Segundo Gerhardt e Silveira (2009) quando o pesquisador utiliza o método de pesquisa quanti-qualitativo permite que o mesmo tenha uma análise mais profunda dos dados, que talvez não conseguiria obter separadamente.

A natureza de pesquisa desse trabalho é aplicada, ou seja, “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos”. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35). Neste trabalho os estudantes responderam questões específicas da prática experimental. Os procedimentos desse trabalho é experimental, Segundo Gerhardt e Silveira (2009) “a pesquisa experimental pode ser desenvolvida em laboratório (onde o meio ambiente criado é artificial) ou no campo (onde são criadas as condições de manipulação dos sujeitos nas próprias organizações, comunidades ou grupos)”. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 36). Nesse trabalho os alunos desenvolveram a prática experimental em sala de aula nos quais os mesmos observaram e construíram experimentos.

Os instrumentos de coleta desse trabalho foi por meio de questionários, segundo Gerhardt e Silveira (2009) ao realizar o questionário o pesquisador tem que deixar claro o que ele deseja para evitar dúvidas a quem vai responder, o mesmo aponta algumas vantagens e desvantagens que podem ser atribuídas no uso dos questionários dentre os quais: obtém respostas que naturalmente seriam inacessíveis, dá mais segurança, pelo fato de suas respostas não serem identificadas e propicia maior liberdade nas respostas, e razão do anonimato. E as desvantagens: Uma questão pode influenciar outra quando é feita a leitura de todas as perguntas antes do início das respostas, nem sempre é escolhido quem responde ao questionário,

invalidando, portanto as respostas e deixa grande número de perguntas sem responder, não é possível ajudar o informante em questões mal compreendidas e entre outras.

Inicialmente foi aplicado um questionário com os conceitos de Calor, Temperatura e Leis da Termodinâmica com questões de múltipla escolha e depois foi realizado a prática experimental e passado um segundo questionário. Conforme descrito abaixo:

1º Momento: Conforme já mencionado o método de pesquisa desse trabalho é quanti-qualitativo. No primeiro momento da pesquisa utilizou-se da pesquisa quantitativa, ou seja, esse método permitiu fazer uma análise por meio de gráficos sobre as respostas dos alunos em relação ao objeto em estudo. No processo de elaboração do pré-teste utilizou-se de questões fechadas, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009) esse tipo de questionário é importante pois: “o informante deve escolher uma resposta entre as constantes de uma lista predeterminada, indicando aquela que melhor corresponda à que deseja fornecer”. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 70). Assim, foi aplicado um questionário com 11 questões de múltipla escolha, para cada questão havia quatro alternativas, as perguntas do questionário eram relacionados aos conteúdos de Termodinâmica (Calor, Temperatura, Equilíbrio térmico e Maquinas térmicas). Segundo Guimarães (2005) a vantagem do questionário com questões fechadas permite que o pesquisador tenha facilidade em interpretar os dados quantitativamente. Porém, a desvantagem é que o indivíduo pode distorcer a alternativa, ou seja, responder sem nenhum interesse.

2º Momento: No segundo momento utilizou-se do método de pesquisa qualitativo, ou seja, os alunos responderam 7 questões de acordo com o ponto de vista sobre os fenômenos observados nos experimentos. As perguntas do questionário são de questões abertas no qual “o informante responde livremente, da forma que desejar, e o entrevistador anota tudo o que for declarado”. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 70). A vantagem desse método segundo Guimarães (2005) requer o máximo de conhecimento de quem está respondendo, a desvantagem é que a resposta pode não estar de acordo com aquilo que o pesquisador deseja almejar.

Os experimentos utilizados nesse trabalho foram “Barco pop pop” e Construção de um termômetro, a escolha dos mesmos surgiu pela praticidade, fácil execução e fácil acesso dos materiais. Conforme dito por Silvério (2012) os experimentos de baixo custo proporcionam aos alunos a relacionarem os fenômenos físicos com o cotidiano, uma vez que promovem o processo de ensino aprendizagem, além disso, possibilitam que os alunos vejam na prática

conceitos físicos como: Calor, Temperatura, Equilíbrio térmico e Transformação de energia. Conforme dito no capítulo 1 esses conceitos estão relacionados na maioria das vezes as percepções dos estudantes, causando um equívoco em sua mente, assim espera-se que os alunos ao realizarem esses experimentos consigam suprir essas dificuldades. A classificação dos experimentos são dito como: experimento demonstrativo (“Barco pop pop”) e experimento ilustrativo (Construção do termômetro), conforme dito por Gaspar e Monteiro (2005), tais métodos apresentam valores que promovem o processo de aprendizagem.

O planejamento metodológico para a realização dos experimentos ocorreu na divisão de grupos, a turma foi dividida em 2 grupos composto por 5 componentes e 1 grupo composto por 6 componentes, conforme dito por Castro (2008), o planejamento durante as aulas possibilita que o professor tenham um bom desempenho pedagógico em sua aula, assim espera-se que os estudantes interagem entre os colegas de turma promovendo a trocas de informação e facilitando o processo de aprendizagem. Conforme já citado o local de desenvolvimento dos experimentos foi em sala de aula o objetivo foi mostrar aos alunos que para a realização de experimentos didáticos não é necessário a escola ter laboratório sofisticado, uma vez que a sala de aula é um ambiente propício para a realização de experimentos promovendo o processo de ensino aprendido.

Para a construção do Termômetro da Figura 4.2 os materiais utilizados foram: tubo de ensaio de vidro 55 ml, tubo de ensaio de plástico 30 ml, artéria de vidro com rolha, álcool isopropílico 100%, termômetro, copo de isopor, isopor e régua.



Figura 4.1: Ilustra os materiais utilizados na construção do Termômetro.

O procedimento para a construção do Termômetro da Figura 4.2 foi o seguinte: Inicialmente foi colocado cerca de aproximadamente 15 ml de álcool isopropílico no tubo de

ensaio de vidro, em seguida foi introduzido a artéria de vidro com rolha (observação: ao introduzir a artéria no tubo de ensaio é necessário deixar penetrar o álcool isopropílico, fechando o orifício da artéria com o polegar e retirando em seguida isso fará com que o álcool isopropílico fique acima da rolha). Para a calibração do Termômetro, o mesmo foi colocado no copo de isopor contendo água quando a variação do álcool isopropílico se estabilizou marcou o ponto, e mediu o valor da temperatura da água. Feito esse procedimento a água foi retirada e colocada água em outra temperatura, e repetiu o procedimento feito anteriormente. Figura 4.2 ilustra a foto do Termômetro montado.



Figura 4.2: Ilustra a foto do Termômetro montado.

Para a construção do “Barco pop-pop” os procedimentos e materiais teve como base o site do manual do mundo, cujo o link de acesso está disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=QHcXqpYGJ8M>>

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo abaixo será apresentado os dados coletados do pré-teste. A alternativa correta de cada questão é identificada por (X).

1ª) Se a temperatura é alta, posso dizer que estou com calor?

- a) Sim, pois o calor sempre flui de uma região de menor temperatura para a de maior temperatura.
- b) Sim, pois calor e temperatura tem o mesmo significado físico, nesse caso tanto faz um como outro.
- c) Não é correto, pois calor é uma forma de energia que se transfere de um corpo a outro devido a diferença de temperatura entre os corpos. (X)
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

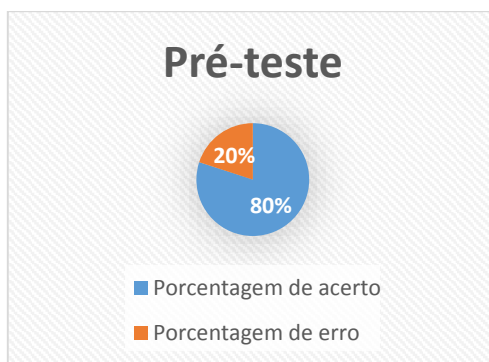


Figura 5.1: Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.

Segundo Moran *et al* (2014) as concepções de calor parte do senso comum que a maioria das pessoas tem em relacionar com o “quente” e “frio”. Essa pergunta surgiu com o propósito de verificar tais concepções dos alunos sobre uma situação que ocorre no dia-a-dia quando a variações de temperatura. De acordo com a análise, o pré-teste mostra que 80% dos alunos entendem que calor é, uma forma de energia que se transfere de um corpo a outro devido a diferença de temperatura entre os corpos.

2ª) Associamos a existência de calor:

- a) A qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
- b) Apenas aqueles corpos que se encontram “quentes”.
- c) A situação nas quais há, necessariamente, transferência de calor.(X)
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

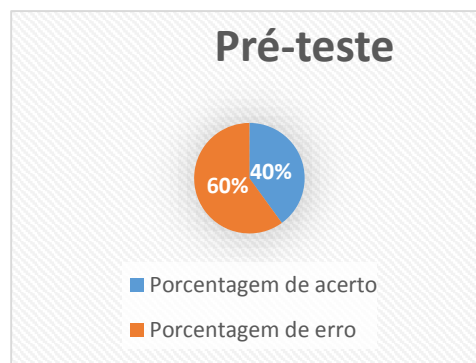


Figura 5.2: Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.

Conforme dito na questão 1, calor é energia térmica em trânsito devido a diferença de temperatura entre os corpos. De acordo com a análise do questionário a maioria dos alunos marcaram a alternativa “a” como sendo correta, ou seja, eles imaginam que todo corpo possui calor, no entanto sabe-se que calor é energia térmica em trânsito devido a diferença de temperatura e essa diferença ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Assim, no pré-teste 40% dos alunos acertaram a alternativa correta.

3ª) Temperatura está relacionada a:

- a) Ao grau de agitação térmica das partículas que constituem um corpo. (X)
- b) É transferência de energia de um sistema.
- c) É uma grandeza física, que tem o mesmo significado de calor.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

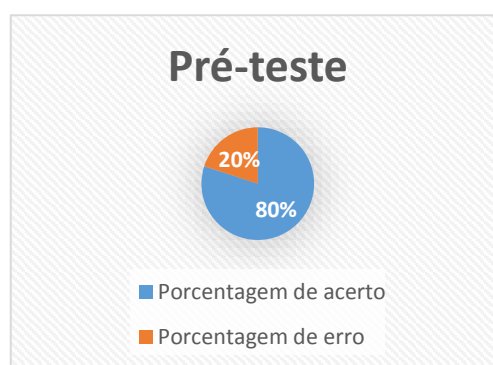


Figura 5.3: Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.

Segundo Júnior (2015) temperatura é proporcional a agitação térmica do sistema. Um sistema aumenta ou diminui a temperatura devido a energia cinética das partículas do sistema,

ou seja, temperatura é proporcional a energia cinética. Assim, no pré-teste 80% dos alunos acertaram a alternativa correta.

4ª) Dois objetos de mesmo material, porém de massas diferentes ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retirados do forno são imediatamente colocados em contato. Nessa situação:

- a) Passa calor do objeto de maior massa para o de menor massa.
- b) Nenhum dos objetos passa calor ao outro. (X)
- c) Passa calor do objeto de menor massa para o de maior massa.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.



Figura 5.4: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré teste

De acordo com a análise feita nos questionários a maioria dos alunos marcaram a alternativa correta o item a) percebe-se que os mesmos, tem a percepção de quanto maior for o objeto, mais fácil é a transferência de calor. No entanto, Segundo Halliday e Resnick (2012) se ambos os corpos estão a uma mesma temperatura, significa dizer que estão em equilíbrio térmico, logo nenhum dos corpos troca calor um com o outro, pois já se encontram com a mesma temperatura. Assim na análise do pré-teste 20% dos alunos acertaram a alternativa correta.

5ª) Em uma noite de muito frio, você fica na sala assistindo televisão. Após algum tempo vai para a cama e deita debaixo das cobertas(lençol, cobertor e edredom). Você nota que a cama está muito fria apesar das cobertas e só depois de algum tempo o local se torna aquecido. Isso ocorre porque?

- a) O cobertor e o edredom impedem a entrada do frio que se encontra no meio externo.
- b) O cobertor e o edredom possuem calor entre suas fibras que ao ser liberado aquece a cama.

- c) O cobertor e o edredom não são aquecedores, mas sim isolantes térmicos que não deixam o calor liberado por seu corpo sair para o meio externo. (X)
- d) Nenhuma das alternativas está correta.



Figura 5.5: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré teste.

Segundo Nussenzveig (2013) um isolante térmico é um sistema que evita as trocas de calor entre o meio e o sistema. O objetivo dessa pergunta foi mostrar aos alunos que não existe um sistema físico que tenha isolamento 100%. Assim, no pré-teste 100% dos alunos acertaram a alternativa correta.

6ª) Um estudante descalço em uma sala de ladrilhada (cerâmica), coloca seu pé esquerdo sobre a cerâmica e seu pé direito sobre um tapete existente. É correto afirmar que:

- a) A temperatura do tapete é menor do que a temperatura da cerâmica.
- b) O tapete e a cerâmica estão a uma mesma temperatura. (X)
- c) A temperatura da cerâmica é menor do que a do tapete.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

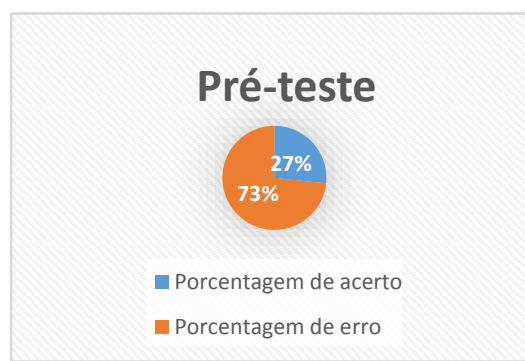


Figura 5.6: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré-teste.

O objetivo dessa pergunta foi mostrar aos alunos que o equilíbrio térmico entre dois objetos sob as mesmas condições, independe do material que é produzido. Segundo Nussenzveig (2014), o material que é produzida a cerâmica apresenta uma sensação de “frio”

diferente do material do tapete, essa sensação ocorre por que a cerâmica remove calor mais rápido do que o tapete, causando essa sensação. Assim, no pré-teste 27% dos alunos acertaram a alternativa correta.

7ª) A tecnologia tem evoluído muito nos últimos anos, com aplicações em várias áreas do conhecimento desde as engenharias até a medicina. Com o grande avanço tecnológico é possível construir um termômetro que leia instantaneamente a temperatura de um corpo? Marque a alternativa correta.

- a) Sim, pois com o grande avanço tecnológico existem materiais sensíveis e com enorme precisão.
- b) Não é possível, pois é necessário haver tempo para o estabelecimento do estado de equilíbrio térmico entre o termômetro utilizado e o sistema em que a medição é realizada. (X)
- c) É possível, pois a temperatura do corpo é mais elevada ao ser comparada com a temperatura do meio.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

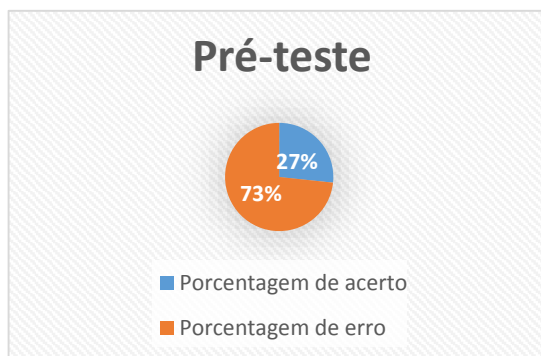


Figura 5.7: Gráfico da porcentagem de acerto e erro no pré-teste.

O objetivo dessa pergunta surgiu do propósito de mostrar aos alunos que, por mais sensível que seja o material na fabricação do termômetro não é possível construir um termômetro que leia instantaneamente a temperatura de um corpo, Segundo Halliday e Resnick (2012) para a leitura da temperatura é necessário haver um tempo para que haja o equilíbrio térmico entre o termômetro e o corpo que estar sendo medido. Assim no pré-teste 27% dos alunos acertam a alternativa correta.

8ª) Na sua opinião é possível determinar se uma pessoa está com febre utilizando o tato?

- a) É possível, pois o tato nessa situação tem a mesma precisão de um termômetro.

- b) Não é possível, pois o tato não mede o grau de agitação térmica das partículas que compõe um corpo. (X)
- c) É possível, pois quando a mão estiver em contato com a pessoa que está com febre ambas passarão a ter a mesma temperatura.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

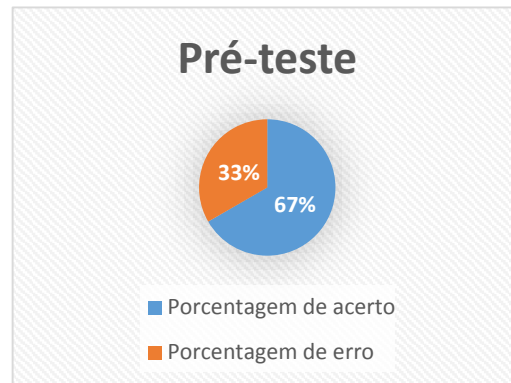


Figura 5.8: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré-teste.

Segundo Moran *et al* (2014) o conceito de temperatura requer atenção cuidadosa no senso comum está relacionada com as sensações de quente e frio, nessa pergunta o objetivo dessa pergunta foi mostrar aos alunos que o tato não é um método confiável para medir a temperatura, pois o mesmo não mede o grau de agitação térmica das partículas de um corpo. Assim, no pré- teste cerca de 67% dos alunos acertaram a alternativa correta.

9ª) Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato e com a mesma temperatura, ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:

- a) O corpo maior é o mais quente.
- b) O corpo maior cede calor para o corpo menor.
- c) Não há troca de calor entre os corpos. (X)
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

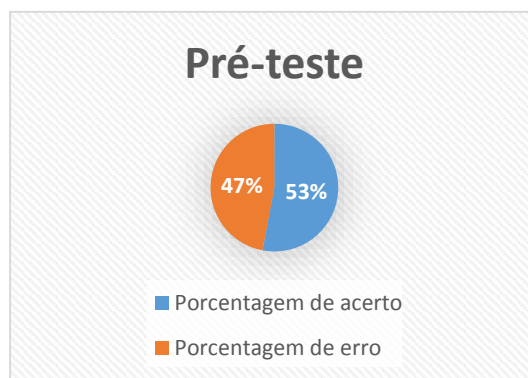


Figura 5.9: Gráfico do percentagem de acerto e erro no pré-teste.

O enunciado da pergunta apresenta dois corpos com tamanhos diferente e isolados termicamente, o que significa dizer que não há troca de calor com o meio externo, ou seja, estão em equilíbrio térmico por apresentarem a mesma temperatura. Assim, no pré-teste 53% dos alunos acertaram a alternativa correta.

10^a) Assinale a alternativa correta a respeito do ciclo de Carnot.

- a) Uma máquina térmica, operando segundo o ciclo de Carnot entre uma fonte quente e uma fonte fria, apresenta um rendimento igual a 100%, isto é, todo o calor a ela fornecido é transformado em trabalho.
- b) É impossível construir uma máquina térmica que, ao operar em ciclo, transforme integralmente em trabalho todo calor que fornece. (X)
- c) No ciclo de Carnot o rendimento máximo de uma máquina térmica é através da diminuição de temperatura.
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

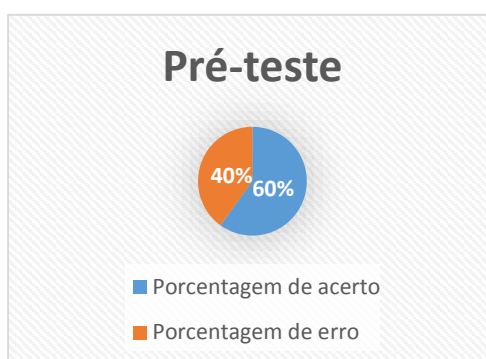


Figura 5.10: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré-teste.

O objetivo dessa pergunta foi mostrar aos alunos que nenhuma máquina térmica segundo Nussenzveig (2013) operando em um ciclo termodinâmico, converte em trabalho todo calor fornecido, pois há perdas de energia. Assim, no pré-teste 60% dos alunos acertaram a alternativa correta.

11^a) A respeito do que faz um refrigerador, pode-se dizer que:

- a) Produz frio.
- b) Converte calor em frio.
- c) Remove calor de uma região e o transfere a outra. (X)
- d) Nenhuma das alternativas está correta.

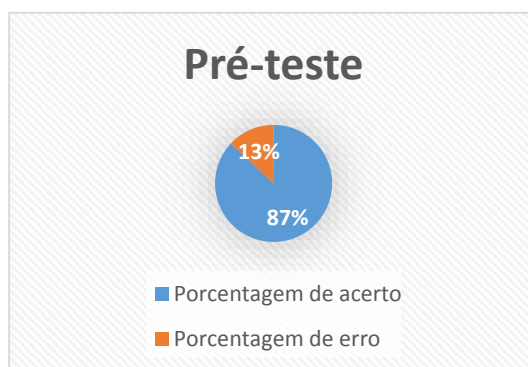


Figura 5.11: Gráfico da percentagem de acerto e erro no pré-teste.

Segundo Gualter (2010) a função de um refrigerador é transferir calor de uma região fria para uma região quente. Isso ocorre devido a um fator externo no caso do refrigerador, o compressor dessa forma para que uma substância vaporize a uma temperatura menor e liquefaça a uma temperatura maior é necessário que a pressão seja menor no processo de vaporização e maior no processo de liquefação. Assim, no pré-teste 87% dos alunos acertaram a alternativa correta.

De acordo com a análise dos gráficos pode-se perceber que os alunos apresentaram dificuldades em relação as perguntas envolvendo conceitos físicos como: Calor (Questão 2^o) e Equilíbrio térmico (Questões 4^o, 6^o e 7^o). Porém não significa dizer que os mesmos não saibam os conceitos de Calor e Equilíbrio térmico, diversos fatores podem ser levados em consideração nesse tipo de análise como por exemplo: talvez o aluno não compreendeu o enunciado da questão, prejudicando assim o entendimento do mesmo. Da mesma forma que não pode-se afirmar que os alunos tem os subsunções adequados quando responderam as outras questões onde um percentual de acerto foi maior.

No segundo momento os alunos construíram um termômetro conforme descrito no capítulo [4] e calibraram conforme descrito em 3.3. Em seguida foi pedido para ao grupo que executasse o procedimento feito anteriormente, porém usando tubo de ensaio de plástico. Durante a realização dos experimentos pode-se perceber que houve participação e empenho entre os alunos, Segundo Oliveira (2010) os experimentos despertam interesses e motivação dos alunos, sempre surgiam dúvidas envolvendo a montagem e os materiais, tais questionamentos foram registrados e analisados conforme será mostrado a seguir.

—Professor, esse termômetro serve para medir a temperatura do corpo, ou é só para explicar como funciona um termômetro? (Aluno M. A).

Diante da pergunta feita pelo aluno notou-se que o mesmo talvez nunca tinha feito um termômetro ou se já fez não foi explorado devidamente. Além disso, havia uma dúvida sobre seu uso, sendo assim, para orienta-lo com uma informação mais concreta a resposta foi a seguinte:

—As duas coisas, tanto esse termômetro que seu grupo construiu como os que vendem na farmácia por exemplo, funcionam com o mesmo conceito físico Equilíbrio térmico uma vez que você calibra e monta sua escala o mesmo serve para medir a temperatura do corpo, a diferença está somente nos materiais utilizados para a sua construção. Caso queira saber o valor da temperatura na escala Celsius basta usar a equação de conversão entre a sua escala com a escala Celsius. Uma informação importante a ser analisada, como se trata de um termômetro de tubo aberto o álcool vai evaporando e perde um pouco a precisão.

Uma outra dúvida envolvendo o material utilizado pelo termômetro foi feita pelo aluno (R.T)

— Professor, porque você não trouxe mercúrio, não seria melhor?

Nota-se que o aluno estava interessado em saber, por que não utilizar o mercúrio ao invés do álcool o que significa dizer que o mesmo sabe que o mercúrio é uma substância termométrica usado em termômetros. A resposta foi a seguinte:

— Tanto o álcool como o mercúrio são boas substâncias termométricas, dizer que o álcool seja melhor do que o mercúrio ou vice e versa não faz sentido, porque quando faz a calibração do termômetro utilizando uma das substâncias o método é igual ao descrito na prática experimental, ou seja, escolhendo dois pontos fixos e criando a escala. Com relação ao mercúrio não é recomendável manuseá-lo igual ao álcool, pois o mesmo traz sérios riscos para a saúde. Recomendo que vocês leiam e pesquisem sobre o mercúrio e descubra os efeitos que pode

provocar. Outro questionamento feito pelo aluno (F.B), foi com relação a substância de calibração

–Professor, você escolheu água para calibrar o termômetro, mas existe outra maneira de calibrar sem utilizar água?

A resposta para essa pergunta foi:

– Sim, você pode calibrar seu termômetro tendo como base o valor da temperatura ambiente e da temperatura do corpo humano, uma vez que você registre o valor da temperatura ambiente e do seu corpo, o procedimento de calibração é o mesmo que vocês acabaram de executar.

O experimento “Barco pop-pop” é classificado como experimento demonstrativo, os alunos apenas observaram o ocorrido e discutiam. Durante a observação do experimento surgiram perguntas para os alunos, dentre as quais:

–Na opinião de vocês porque o barco tem esse movimento “vibratório”?

–O que acontece com a água contida no recipiente de alumínio?

–O que acontece se fosse colocado mais uma vela?

A intenção foi promover interação entre professor e aluno segundo Barreiros (2008) o diálogo entre professor e aluno proporciona relação entre querer ensinar e aprender, aumentando a autoestima dos estudantes e facilita o diálogo. A importância desse método no processo de aprendizagem, leva o aluno a formular hipóteses ou responder perguntas sobre os conceitos envolvidos, sendo assim os mesmos terão como base a observação relacionando com seus conhecimentos prévios.

Para aumentar a discussão e entendimento dos conceitos físicos os alunos responderam com os colegas de grupo um questionário contendo 7 questões, nas questões eram envolvidas perguntas relacionadas aos experimentos no qual os alunos respondiam conforme o observado nos experimentos. Logo abaixo estão inserido as perguntas do questionário e as respostas dos grupos que mais chamaram atenção.

1º) Porque é necessário esperar um tempo para medir a temperatura?

– Para estabelecer o equilíbrio térmico e assim medir a temperatura. (Grupo 1)

2º) Porque no tubo de ensaio de plástico o líquido nele contido não variou, quando a mão ficou em contato?

– O plástico é mau condutor de calor. (Grupo 3)

3º) Porque no tubo de ensaio de vidro o líquido começou a variar?

– É preciso que haja troca de calor entre a mão e o termômetro. (Grupo 2)

4º) É possível converter em calor todo calor fornecido pela chama da vela?

– Não, por causa das perdas de energia que ocorre. (Grupo 3)

5º) Identifique as conversões de energia que você observou no experimento “Barco pop-pop”

– Energia térmica em energia mecânica. (Grupo 1, 2 e 3)

6º) Explique o funcionamento do “Barco pop-pop”

– A água é aquecida pela vela, e o vapor ao sair pelos canudos “empurra” a água contida no canudo gerando o movimento. (Grupo 1).

7º) Na sua opinião, porque é importante o uso de experimentos didáticos nas aulas de Física?

– Os experimentos nas aulas de Física é importante, porque torna as aulas mais atrativa e facilita a compreensão do conteúdo.

De acordo com as análises feita entre o pré-teste e o questionário relacionado ao experimentos, pode-se notar que os alunos souberam responder as questões envolvendo Equilíbrio térmico e Calor, o que não ocorreu no pré-teste.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discutido nesse trabalho, os problemas apresentados no Ensino de Física vem desde muito tempo. Os alunos apresentam vários tipos de dificuldades ao estudarem essa disciplina cabe então, o sistema educacional tomar medidas que possam melhorar o Ensino de Física, já que uma das proposta da mesma é proporcionar que os alunos entendam as tendências científico-tecnológica do mundo moderno. Para que isso seja possível é necessário investir na estrutura e infraestrutura das escolas, criando um ambiente acessível para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Além disso, deve-se valorizar a carreira do professor desde a questão salarial até a formação continuada pois, o mesmo é um dos responsáveis para que tal mudança ocorra.

Neste trabalho foram estudadas a importância dos experimentos didáticos para o Ensino de Física, cujo um dos objetivos foi verificar se houve aprendizagem significativa. De acordo com os dados coletados no pré-teste por meio de questionário, não foi possível afirmar se houve aprendizagem significativa mesmo que o público trabalhado foi uma turma do 3º ano do ensino médio do curso de eletromecânica que já estudaram o conteúdo de Termodinâmica. Pois, o curto intervalo de tempo no desenvolvimento desse trabalho não permite afirmar tal hipótese. O que pode ser verificado foi que os experimentos ajudaram e incentivaram os estudantes a compreender a Física, isso pode ser visto em resultados e discussão quando os alunos foram questionados: “Na sua opinião, é importante o uso de experimentos didáticos nas aulas de Física?”. Visto que os alunos atribuíram valores para o uso dos experimentos didáticos. O que pode ser notado nesse trabalho é que os experimentos aqui trabalhado favorecem condições para aprendizagem significativa, segundo Ausubel uma das condições para ocorrência da aprendizagem significativa ocorre quando o aluno esteja interessado em aprender de maneira significativa e não mecânica. Nesse trabalho nota-se que os alunos estavam interessados e motivados em aprender, isso pode ser verificado em resultados e discussão quando os alunos sugerem novos materiais e procedimentos para a construção do termômetro.

Outro ponto importante a ser destacado nesse trabalho, foi a metodologia trabalhada para a realização dos experimentos. Conforme descrito em resultados e discussão o experimento do termômetro é classificado como experimento ilustrativo, ou seja, os alunos construíram um protótipo e através do mesmo relataram o observado, já no experimento “Barco pop-pop” é classificado como experimento demonstrativo, ou seja, os alunos observaram os fenômenos

ocorrido. Sendo assim, nesses dois métodos foi verificado que os alunos sentiram-se mais interessados e motivados no experimento do termômetro, ou seja, foi observável que quando os mesmos formaram grupos e construíram um protótipo, ficou claro a ocorrência de maior interação e diálogo entre os alunos do próprio grupo e o professor. Esse diálogo é importante pois, facilita a compreensão dos alunos sobre o experimento. No entanto, não significa dizer que esse é o “melhor” método a ser trabalhado em sala de aula, porque, depende dos objetivos que o professor pretende trabalhar em sala de aula e além disso da turma.

Por fim, espera-se que este trabalho possa servir de subsídios para novas discussões, mostrando aos professores que é possível construir experimentos de baixo custo, como uma forma de mostrar aos alunos os valores da Física para que os mesmos mudem sua concepção, atribuindo valores e relacionando com seu cotidiano. O objetivo é aproximar a Física dos alunos!

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Valéria de Freitas. *A inserção de atividades experimentais no ensino de Física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem*. 2006. 131f. (Título de mestre em ensino de ciências)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- ANACLETO, Alcinda Maria da Costa. *Temperatura e sua medição*. 2007. 97f. Dissertação (Obtenção do grau de Mestre)- Faculdade de Ciências.
- ANNA, B. S. [et al]. **Conexões com a Física**. Vol 2. 1 ed. São Paulo: Moderna. 2010.215p.
- AVELAR, Alessandra Cândida; A motivação do aluno no contexto escolar, 2015. Disponível em <<http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/anuario/article/viewFile/271/244>> acesso em: 24 mar.2017.
- BACA, Laurinda *et al*; Conhecimento didático do conteúdo do professor e sua relação com a utilização de atividades práticas nas aulas de química: um estudo com professores peritos do sistema educativo angolano, 2014. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/94>> acesso em: 22 de mar.2017.
- BARREIROS, Jaqueline Lopes. *Fatores que influenciam na motivação de professores*. 2008. 105f. Monografia (Curso de Psicologia)-Faculdade de Ciências da Educação e da Saúde, Brasília, 2008.
- BIANCHI, Sara Rebecca. *A importância da Motivação na aprendizagem no ensino fundamental*. 2011. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal De São Carlos – Ufscar Centro De Educação E Ciências Humanas – Cech Departamento De Educação – Ded, São Carlos, São Paulo, 2011.
- BITENCOURT, André Pires e QUARESMA, Fábio Sardinha. *O uso de experimentos de baixo custo como forma alternativa no ensino de física*. 2008. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Física)- Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2008.
- BRAATHEN, Cristian; *Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química*,2012. Disponível em <<http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/53>> 04 de abril.2017.
- CANTALICE, Kildere Guimarães. *Concepções de estudantes do 3º ano do ensino médio sobre ensino de física*. 2014. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- CARVALHO, A.M.P. [et al]. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CASTRO, Patrícia Aparecida Pereira Penkal *et al*. a importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. *Revista Científica de Educação*, v. 10, n. 10, jan./jun. 2008.

COELHO, Luana; PISONI, Silene. Vygotsky: Sua teoria e a influência na educação, 2012. Disponível em <http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-sua_teorica_e_a_influencia_na_educacao.pdf> acesso em: 03 de abril.2017.

COLLARES, Ana Cristina M. Uma questão de método: desafios da pesquisa quantitativa na sociologia, 2013. Disponível em:<<https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/ideias/article/viewFile/1625/1108>> acesso em: 29 de Julho de 2017.

CORAL, Soraia Regina Napolini; GUIMARÃES FILHO, Leopoldo Pedro. Monitoria de física do ensino médio: uma experiência de aprendizagem, 2011, Disponível em: <<http://www.revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/Cataventos/article/viewFile/35/68>> acesso em: 27 de mar.2017.

DAMASCENO, Elexlhane Guimarães. *Metodologias e o ensino de física*. 2011. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Física)- Universidade Federal de Rondônia, Campus de Ji-Paraná, 2011.

DANTAS, Sandra Maria Mendes de Moura; SANTOS, Juelina Oliveira. Estrutura e utilização do laboratório de ciências em escolas públicas de ensino médio de Teresina. Disponível em:<<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0560-1.pdf>> acesso em: 23 de Julho de. 2017.

DOMINGUES, Eduarda Sampaio. *A experimentação no ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental*. 2011. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Obtenção Título de Pedagogo) - Faculdade Cenecista de Capivari, São Paulo,2011.

ESCARIO, Silvana; Concepção humanista (Carl Rogers): como recurso de atuação na educação para o trânsito – aprendizagem contextualizada, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/arquivobrasileiroeducacao/article/view/P.2318-7344.2014v2n3p83/8004>> acesso em: 09 de abril.2017.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf> acesso em: 21 de Julho de. 2017.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1ª ed. UFRGS, 2009, 120p.

GRANDINI, Nádia Alves; GRANDINI, Carlos Roberto. Laboratório didático: importância e utilização no processo ensino-aprendizagem, 2008. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_laboratoriodidaticoinpor.trabalho.pdf> acesso em: 04 de abril. 2017.

GUALTER, N.H. **Física**. Vol 2. 1 ed. São Paulo: Saraiva. 2010.447p.

GUIMARÃES, Nadya Araujo. A construção do questionário, 2005. Disponível em:<<http://www.fflch.usp.br/sociologia/nadya/Aula6.pdf>> acesso em: 29 de Julho de 2017.

HALLIDAY D; RESNICK R e WALKER J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Vol 2. 8 ed- Rio de Janeiro: LTC, 2012. 295p.

IACHEL, Gustavo; O conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre as estrelas. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/161/207>> acesso em: 04 de abril.2017.

JACQUES, *et al.* A presença do conceito de energia no tratamento da química em livros didáticos de ciências. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/864.pdf>> acesso em: 23 de Julho de. 2017.

JÚNIOR, João Bosco Abrantes. *Animações virtuais interativas para o ensino de termodinâmica*. 2015. 121f. Dissertação (Título de mestre)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

LAFRATTA, Keila Fernanda. *As consequências da hiperatividade no processo de aprendizagem*. 2011, 39f. Dissertação (Obtenção do Título de Especialista) - Universidade do Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2011.

LIBÂNEO, José Carlos; Os conteúdos, formação de competências cognitivas e ensino com pesquisa: unindo ensino e modos de investigação, 2009. Disponível em: <http://www.prpg.usp.br/attachments/article/640/Caderno_11_PAE.pdf> acesso em: 22 mar.2017.

LOPES, Rita de Cássia Soares. A relação professor aluno e o processo ensino, 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1534-8.pdf>> acesso em: 06 de abril.2017.

MORAES, J; JUNIOR, R. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. *Meaningful Learning Review*, V4(3), pp. 61-67, 2014.

MORAN, M. J. [et al]. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 819f.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011. 247p.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto mais quente melhor: Calor e Temperatura no ensino de Termoquímica. 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>> acesso em: 23 de Julho de.2017.

NASCIMENTO, Tiago Lessa. *Repensando o ensino da física no ensino médio*. 2010. 61f. Monografia (Licenciado em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará,2010.

NEVES, André de Araújo; O desafio de ensinar, 2002. Disponível em: <http://www.primeiraversao.unir.br/atigos_pdf/numero062Andre.pdf> acesso em: 25 mar.2017.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Vol 2. 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013. 314p.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva, Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente, 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wp-content/uploads/2015/03/contribui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>> acesso em: 24 mar. 2017.

RIBEIRO, Eutícia Maria Lucena. *Uma análise simples dos organizadores prévios em livros didáticos de Física no ensino médio*. 2014. 27f. Trabalho de conclusão de curso (Grau de licenciado em Física)- Universidade estadual da paraíba, Campina Grande, 2014.

SALVADEGO, Wando Naves Cocco. *A atividade experimental no ensino de química: uma relação com o saber profissional do professor da escola média*. 2007. 155f. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) –Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SILVA, Marilsa Aparecida Jofre; Uma abordagem histórica e prática para o ensino da Termodinâmica. 2013. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_fis_pdp_marilsa_aparecida_jofre_da_silva.pdf> acesso em: 22 de Julho de 2017.

SILVÉRIO, Janaina. *Atividades experimentais em sala de aula para o ensino de química: percepção dos alunos e professor*. 2012. 51f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química)- Universidade Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2012.

SOLBES, J.; TARÍN, F. **Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía enseñanza de las Ciencias** v. 16, 1998, p. 387

STINGLIN, Douglas da Costa. *Ensino de acústica: uma sequência didática para auxiliar o ensino de intensidade e frequência sonora, baseada na teoria da aprendizagem significativa*. 2014. 25f. Trabalho de conclusão de curso (Título grau de Licenciado em Física) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

TAVARES, Romero; *Aprendizagem significativa*, 2013-2014. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2004AprendizagemSignificativaConceitos.pdf>> acesso em: 04 abril. 2017.

VIANA, Patrícia Matos. *Atividades práticas no ensino de Física: Um relato de experiência*. 2010, 79f. (Título de Licenciado em Física) -Universidade Federal de Rondônia, Paraná, 2010.

WYLEN, G. V. [et al]. **Fundamentos da termodinâmica clássica para engenharia**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 819f.

