



Sugestões de experimentos de fácil acesso para o ensino de termodinâmica

Suggestions of easy experiments for the teaching of thermodynamics

CLÓVES GONÇALVES RODRIGUES *¹ EDIVANIA SOUSA BISPO¹

¹Departamento de Matemática e Física da PUC Goiás, Goiânia, GO

Resumo

No presente trabalho apresentamos a construção de alguns experimentos didáticos com a utilização de materiais de fácil acesso, de baixo custo ou recicláveis, para facilitar a compreensão do ensino de física na área de Termodinâmica, potencializando assim o processo de ensino-aprendizagem dos alunos de ensino fundamental e médio. Foram elaborados roteiros explicativos (com sugestões de montagem e aplicação em sala de aula), enfatizando os princípios físicos envolvidos em cada experimento e a teoria necessária para a sua compreensão. Todos os experimentos foram elaborados com materiais recicláveis e facilmente disponíveis. O intuito deste tipo de experimento é estimular a curiosidade e interesse dos alunos para o estudo de ciências, tornando as aulas de Física mais interessantes e atrativas para os alunos.

Palavras-chave: Experimentos didáticos. Materiais recicláveis para ensino. Termodinâmica.

Abstract

In this paper we present the construction of some didactic experiments with the use of materials of easy access, low cost or recyclable, to facilitate the understanding of the teaching of physics in the discipline of thermodynamics, thus enhancing the teaching-learning process of elementary school students. Explanatory scripts were elaborated, emphasizing the physical principles involved in each experiment and the theory necessary for their understanding. All experiments were made with recyclable and easily available materials. The purpose of this type of experiment is to stimulate students curiosity and interest in the study of science by making physics classes more interesting and attractive to students.

Keywords: Didactic experiments. Recyclable materials for teaching. Thermodynamics.

*cloves@pucgoias.edu.br

I. INTRODUÇÃO

Existe uma grande carência de recursos para o ensino de ciências em geral, e em especial para o ensino de Física (BUENO; KOVALICZN, ; COSTA, 2012; MELO, 2015). Assim, a finalidade deste trabalho foi a criação de experimentos de baixo custo para a disciplina de termodinâmica com aplicação imediata na sala de aula, orientando e facilitando o trabalho de professores de Física. A execução de experimentos é de grande importância para melhorar a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos e para despertar a curiosidade dos alunos (ARRIBAS, 1988; BERLITZ; ÁVILA, 1996; FOLHAIS, 2000; VALADARES, 2000).

Nos últimos anos tem-se notado o aumento do desinteresse dos discentes (MELO, 2015) para com o aprendizado de ciências exatas, principalmente na área de Física. Pelo fato de ter uma certa “complexidade”, muitos alunos criam em si um sentimento de rejeição para com essa disciplina, tendo em vista também que a maior parte das escolas de ensino médio não possuem laboratórios (COSTA, 2012) para aguçar a curiosidade e o interesse dos alunos. O Brasil está mundialmente entre os países com a pior situação no ensino de ciências em nível médio e fundamental (SANTOS; RIBEIRO, 2016). É raro que nossos estudantes tenham acesso a laboratórios onde possam manipular objetos reais de seu estudo e perceber como se aplicam os conhecimentos adquiridos.

As aulas ditas “monótonas” fazem com que professores e alunos se distanciem do real motivo de ensinar e aprender ciência. A criação de experimentos caseiros é um dos caminhos propostos pelo presente trabalho para que ressurgam o interesse e a curiosidade para com o estudo das ciências.

Como exemplo, podemos citar o projeto dos kits “Aventuras na Ciência” o qual nasceu da convicção de um grupo de cientistas de que poderiam dar uma contribuição relevante ao ensino de ciências estimulando a curiosidade inata e recuperando o prazer de aprender como as coisas funcionam, usando recursos individuais para experimentação, gerando minilaboratórios caseiros (NUSSENZVEIG, 2018). Os autores dos kits mostrados na Fig. 1 são: Moysés Nussenzveig, Beatriz Barbuy, Henrique Eisi Toma, Eliana Dessen, Mayana Zatz, Eduardo Colli, Vanderlei Salvador Bagnato.

Figura 1: Autores dos kits “Aventuras na Ciência”. Ao fundo, da esquerda para a direita: Beatriz Barbuy, Moysés Nussenzveig, Mayana Zatz, e Eduardo Colli. A frente, da esquerda para a direita: Henrique Toma, Eliana Dessen, e Vanderlei Bagnato.



Fonte: (NUSSENZVEIG, 2018, p. 7)

Em 2013, estes kits foram distribuídos a centenas de escolas públicas selecionadas pela CAPES. Em 2014, foi anunciado pela então presidenta Dilma Rousseff em seu blog que, ainda naquele ano, seriam distribuídos até um milhão de kits às escolas públicas do país. Depois disso, o Brasil teve cerca de 10 ministros da educação. A anunciada distribuição dos kits até hoje não se realizou! O kit inicial de ótica vem sendo utilizado, desde 2015 por Daniel Kleppner (MIT, USA) num programa conjunto MIT/Harvard para treinamento de professores (NUSSENZVEIG, 2018). Daniel Kleppner tem um kit sobre sua escrivanhinha e escreveu para o Prof. Moysés Nussenzveig a seguinte carta:

Apreciamos os kits pela forma transparente de ilustrar os conceitos, especialmente porque podem ser empregados tanto em demonstrações perfeitas para alunos de nível ginásial como em medições quantitativas por alunos do ensino médio. Também os apreciamos pela construção mecânica simples e robusta, tornando-os muito mais práticos para uso em salas de aula do que equipamentos mais sofisticados.
(NUSSENZVEIG, 2018)

Esta declaração de Daniel Kleppner nos desperta para o enorme potencial que a construção de experimentos para aplicação direta em sala de aula pode trazer para nossos estudantes.

É notório que a utilização de experimentos em laboratórios sempre facilitou o entendi-

mento de muitos conteúdos. Além disso, a ciência no geral vai muito além de resumos e cálculos. Ela surge da curiosidade de como as coisas funcionam e o porquê que acontecem, todavia não necessariamente é preciso ter equipamentos sofisticados para a demonstração dos conteúdos considerados muitas vezes como “complexos”.

Mais especificamente, neste trabalho foram elaborados experimentos didáticos de baixo custo na área de termodinâmica e os seus respectivos roteiros de construção. Os seguintes tópicos foram abordados: 1) Termologia e Dilatação dos Líquidos, 2) Dilatação dos Gases pelo Calor, 3) Propagação do Calor nos Fluidos, 4) Absorção do Calor, 5) Condução Térmica em Metais, 6) Irradiação, 7) Condensação, 8) Absorção de Calor na Evaporação-Condensação, 9) Convecção Térmica. Estes tópicos foram divididos em duas partes: *dilatação térmica* e *transferência de calor*.

A seguir segue o desenvolvimento detalhado de cada um dos experimentos.

II. DILATAÇÃO TÉRMICA

As consequências habituais de mudanças na temperatura são variações no tamanho dos objetos e mudanças de fase de substâncias. Consideremos as dilatações que ocorrem sem mudanças de fase. Dá se o nome de dilatação térmica ao aumento do volume de um corpo ocasionado pelo aumento de sua temperatura. O aumento de temperatura causa um aumento no grau de agitação de suas moléculas e conseqüentemente um aumento na distância média entre as mesmas. A dilatação ocorre de forma mais significativa nos gases, de forma intermediária nos líquidos e de forma menor nos sólidos (ALONSO; FINN, 1992; HALLIDAY; WALKER, 2009).

II.1. Experimento 1: Construção de um Termômetro

Objetivo

Comprovar experimentalmente que em geral, os líquidos ao serem aquecidos aumentam o seu volume e ao serem resfriados, ocorre o processo contrário. Construir um instrumento para medir temperaturas.

Materiais Necessários

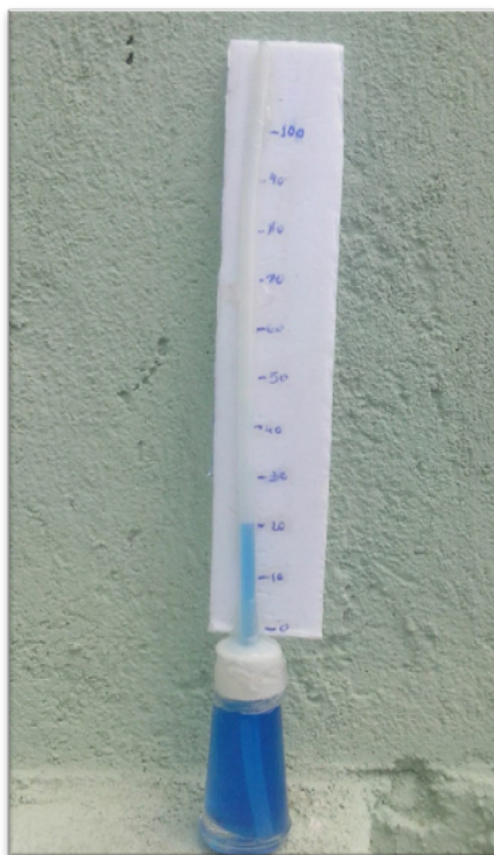
- Vidro de esmalte vazio. Foram feitas algumas tentativas com outros recipientes como, por exemplo, lâmpadas de tungstênio, mas pelo fato de ser frágil e pela dificuldade de ser encontrada optou-se pela utilização do vidro de esmalte que é mais resistente e fácil de ser adquirido.
- Canudo com um diâmetro de 4 mm ou um tubo de caneta esferográfica limpo.
- Seringa.
- Álcool 70
- Caneta.
- Régua de 30 cm.
- Termômetro de mercúrio ou similar.
- Corante.

- Pistola de Cola quente ou alguma massa tipo Durepox.
- Alicate.
- Pregos.
- Placa de isopor.

Construção

- Em um recipiente coloque aproximadamente 80 ml de álcool e misture corante ao mesmo.
- Faça um furo na parte superior da tampa com um prego aquecido até atingir uma circunferência de aproximadamente 4 mm.
- Introduza o canudo na tampa de forma que ele fique justo e perfeitamente encaixado.
- Retire todo o resíduo do vidro de esmalte e deixe-o secar (veja Fig. 2).

Figura 2: *Termômetro.*



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Com a ajuda de uma seringa encha com álcool, já misturado com corante, o vidro de esmalte até transbordar e tampe-o.

- Vede toda tampa e as laterais do canudo com cola quente ou durepox para que o álcool não evapore.
- Verifique se está corretamente encaixado e vedado.
- Cole uma placa de isopor compresso na parte de trás do canudo para fazer as escalas termométricas.
- Coloque o vidro em um recipiente com água quente, cuja temperatura é conhecida por um termômetro de mercúrio ou digital. Logo após verifique e marque com uma caneta a altura do líquido. Este será o primeiro valor base de seu termômetro (veja Fig. 2).
- Coloque o vidro em um local frio (congelador) ou em um recipiente com água gelada, cuja temperatura é conhecida por um termômetro de mercúrio ou digital. Espere alguns minutos e marque novamente a altura do líquido. Este será o segundo valor base de seu termômetro.
- Neste momento pode ser demonstrado para os alunos como é feita a conversão de escalas de temperatura, tomando os dois valores base do seu termômetro.
- Perguntas sugeridas: a) Por que o álcool expande quando colocado em um recipiente com água aquecida? b) Como se deu a equação de transformações de escalas?

II.2. Experimento 2: Dilatação de Gases pelo Calor

Objetivo

Mostrar que, assim como os líquidos, os gases também sofrem expansão quando aquecidos e contração quando resfriados.

Materiais Necessários

- Garrafa de vidro com gargalo sem defeito.
- Bexiga.
- Recipiente com água fria.
- Recipiente com água quente.

Construção

- Coloque em um recipiente 500 ml de água quente e em outro a mesma quantidade de água fria (veja Fig. 3).
- Limpe a garrafa e deixe-a secar.

Figura 3: Recipiente com água quente (a) e com água fria (b).

(a) Com água quente.



(b) Com água fria.



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Pegue a bexiga e envolva no gargalo da garrafa.
- Coloque a garrafa dentro do recipiente com água quente.
- Observe que a bexiga depois de aproximadamente 25 segundos estará cheia (veja Fig. 3 (a)).
- Coloque a garrafa dentro do recipiente com água fria.
- Observe que a bexiga irá esvaziar-se (veja Fig. 3 (b)).
- Neste momento o docente pode fazer algumas referências ao cotidiano dos alunos por exemplo voo de balões.
 - Pergunta sugerida: Por que a bexiga se expande do seu tamanho inicial, se não a nada visivelmente na garrafa?

II.3. Experimento 3: Um Segundo Experimento sobre Dilatação dos Gases pelo Calor

Objetivo

Mostrar que, assim como os líquidos, os gases também sofrem expansão quando aquecidos e contração quando são resfriados.

Materiais Necessários

- Garrafa pet 200 ml.
- Vasilha com água quente.
- Vasilha com água fria.

Procedimentos

- Com uma garrafa pet aberta coloque a mesma dentro de uma vasilha com cerca de 700 ml de água quente para que o ar dentro da garrafa aqueça. Atenção ao manusear recipientes com líquidos em alta temperatura, pois existe risco de ocorrer algum acidente.
- Deixe por aproximadamente 30 segundos e em seguida tampe-a.
- Retire a garrafa da vasilha com água quente.
- Em seguida coloque a garrafa tampada dentro da vasilha com água fria contendo a mesma quantidade água (veja Fig. 4).
- Observe que a garrafa irá se contrair rapidamente.
- O professor pode usar este experimento como exemplo para explicar como ocorre a transformação, conhecida como Lei de Charles/Gay-Lussac.

Figura 4: Transformação dos gases.

(a) Garrafa colocada em água quente.



(b) Garrafa colocada em água fria.



Fonte: trabalho original.

III. TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Existem três mecanismos de transferência de calor: *condução*, *convecção* e *radiação*.

No processo de *condução de calor* o calor é transferido entre dois sistemas através de um meio material que os une. Suponha que a extremidade de uma barra metálica seja colocada na chama de um fogão. Com o tempo, pode-se perceber que o calor se propaga pela barra. À medida que recebem calor da chama, os átomos ou moléculas da estrutura interna do metal vibram mais intensamente, ganham energia térmica. Esse movimento vibratório se transmite de átomo para átomo, de molécula para molécula, em interações sucessivas. Através dessas interações, a energia cinética de cada partícula é transferida a

outra. Essa transferência de energia cinética é a transferência do calor. Na condução não há transporte de matéria durante o processo. Um dos primeiros cientistas a desenvolver estudos detalhados sobre transmissão de calor foi o físico e matemático Jean-Baptiste Joseph Fourier (ALONSO; FINN, 1992; HALLIDAY; WALKER, 2009).

No processo de transferência de calor por *convecção* existe o deslocamento de matéria. Este processo acontece quando, por exemplo, um fluido entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e essa parte do fluido se expande ficando menos densa. Pelo fato do fluido expandido ser mais leve que o fluido que o cerca, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar lugar do fluido mais quente que sobe, e este processo pode continuar indefinidamente (ALONSO; FINN, 1992; HALLIDAY; WALKER, 2009).

No processo de transferência de calor por *radiação* a energia é trocada por meio de ondas eletromagnéticas. Estas ondas eletromagnéticas são chamadas de “radiação térmica” para distingui-las dos sinais eletromagnéticos e da radiação nuclear. No processo de radiação não é necessário que exista um meio material para que o calor seja transferido (ALONSO; FINN, 1992; HALLIDAY; WALKER, 2009).

III.1. Experimento 1: Condução Térmica em Metais

Objetivo

Demonstrar experimentalmente a transferência gradual de calor ao longo de um fio metálico.

Conceito Teórico

A condução térmica existente nos sólidos ocorre através da agitação dos átomos que constituem o material. Não há, entretanto, transporte de matéria durante o processo. Um dos primeiros cientistas a desenvolver estudos detalhados sobre transmissão de calor foi o físico e matemático Jean-Baptiste Joseph Fourier.

Materiais Necessários

- Fio de cobre com aproximadamente 1,80 mm de largura.
- Duas velas grandes.
- Suporte de madeira.
- Isqueiro.
- Cola quente.
- Estilete.

Construção

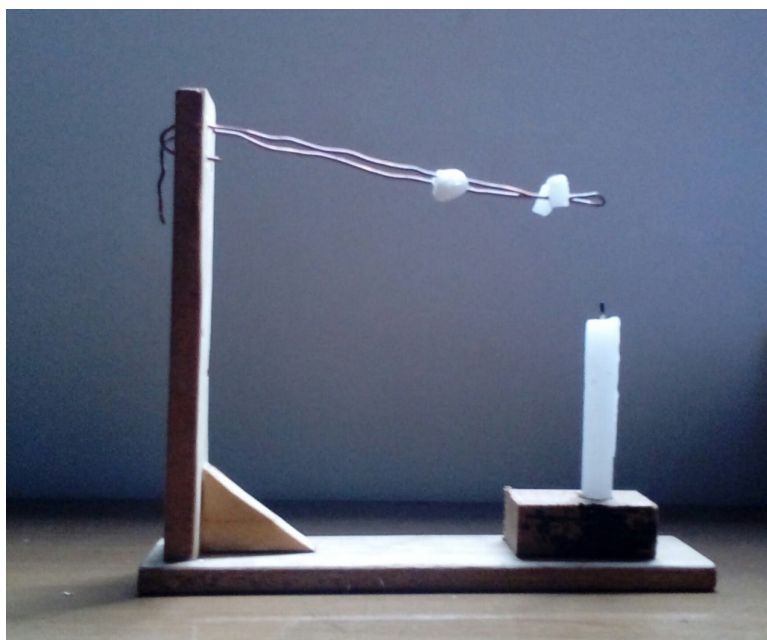
- Corte quatro pequenos pedaços de uma das velas e faça um furo no centro com a mesma medida que o fio.
- Separe um fio de cobre com aproximadamente 90 cm de comprimento.

- Utilize para a montagem do suporte dois pedaços de madeira de 18 cm.

Procedimentos

- Pegue os dois pedaços de madeira e cole um no outro em formato de L e espere secar (veja Fig. 5).
- Enrole o fio de cobre em uma das extremidades do suporte deixando cerca de 45 cm do fio sobrando.
- Faça com o fio o formato de um U com aproximadamente 16 cm de comprimento.
- Coloque o fio está devidamente preso ao suporte.
- Separe os quatro pedaços da vela e coloque dois em cada lado do fio e deixe-os a uma distância de 5 cm um do outro para melhor compreensão do experimento.
- Coloque a vela no suporte em um ponto que fique perto da extremidade do fio. Foi utilizado um suporte extra na base da vela devido ao seu tamanho que era inferior ao tamanho do suporte feito para o fio.
- Acenda a vela. Atenção, tenha muito cuidado ao manusear isqueiros e velas. São elementos que possuem certo grau de periculosidade e qualquer descuido pode causar danos.
- Logo após observe como o processo de condução ocorre de forma graduada no fio.
- O calor se propaga pelo fio aquecendo a parafina da vela fazendo com que ela derreta e caia.

Figura 5: *Condução térmica em um fio.*



Fonte: trabalho original.

- Perguntas sugeridas: (a) Porque os pedaços de parafina caem depois de algum tempo? (b) Como é definido este fenômeno e como as leis da física explicam o que ocorre? (c) Qual

das parafinas derrete mais rapidamente? A mais próxima ou a mais afastada da chama da vela?

III.2. Experimento 2: Propagação de Calor nos Fluidos

Objetivo

Demonstrar que nos fluidos o calor pode propagar-se deslocando matéria (convecção).

Materiais Necessários

- Duas garrafas pet de 500 ml.
- Corante.
- Cola quente.
- Água natural ou morna.
- Água fria.
- Fita isolante.
- Pregos.

Construção

- Separe as garrafas e retire o rótulo de ambas para melhorar a visualização do seu conteúdo.
- Em um recipiente coloque aproximadamente 500 ml de água morna ou natural.
- Em outro recipiente coloque 500 ml de água fria (veja Fig. 6).
- Separe dois corantes de tonalidades diferentes para que seja possível perceber com facilidade o fenômeno de convecção.
- Perfure a tampa de cada garrafa de forma que tenha a mesma circunferência e fique ajustável quando colocada uma oposta a outra. Este furo pode ser feito com um prego aquecido.

Figura 6: Recipientes com corantes adicionados à água. Água quente amarela à esquerda e água fria vermelho-alaranjada à direita.



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Encha uma das garrafas com água natural ou morna e a outra com água fria como mostrado na Figura 6.
- Adicione um corante na água fria e um corante de cor diferente na água natural. Veja como fica o resultado na Fig. 6.
- Com a tampa perfurada cole a parte lisa superior de uma das tampas na outra de forma que a parte de rosquear da garrafa fique livre (veja Fig. 7).
- Envolve a parte lateral com fita isolante e deixe secar.
- Em seguida coloque em cima da mesa ou bancada a garrafa com água natural.
- Enrosque a tampa já colada na outra e aperte bem.
- Logo a seguir coloque a garrafa que contém água fria sobre a que possui água natural e aperte bem para que o líquido nela contido não vaze.
- Observe que a água natural que está na parte inferior em poucos minutos começará a subir e em contrapartida a água fria que está na parte superior irá descer tomando o espaço deixado pela água natural.

Figura 7: *Montagem final.*



Fonte: trabalho original.

- Pergunta sugerida: a) Por que a água natural sobe e a água fria desce? b) O que ocorre neste experimento para que isso aconteça? c) Quais os outros lugares em que podemos perceber este mesmo fenômeno?

III.3. Experimento 3: Absorção de Calor

Objetivo

Demonstrar experimentalmente que a radiação só se transforma em calor quando absorvida. Mostrar que materiais escuros absorvem mais radiação que materiais brancos.

Materiais Necessários

- Duas placas de zinco (20 cm x 15 cm).
- Tinta em spray preto fosco e outra branca.
- Mesa.
- Tesoura ou estilete.

Construção

- Com uma tesoura grossa (ou estilete) recorte a chapa de zinco em dois pedaços retangulares fazendo com que fiquem aproximadamente com uma mesma largura e mesmo comprimento.
- Pinte uma chapa de branco e a outra de preto e deixe secar (veja Fig. 8).

Figura 8: *Duas placas de zinco, uma pintada de preto e a outra de branco.*



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Coloque ambas as placas sobre uma mesa que esteja exposta ao sol.
- Deixe as placas expostas aos raios solares de 5 a 10 minutos.
- Toque com a mão na placa pintada de branco e logo em seguida coloque a mão sobre a placa que foi pintada de preto e observe a diferença de temperatura através do tato. Pode-se usar também um termômetro.
- Neste momento o professor pode questionar e pedir para os alunos explicarem qual foi a sensação percebida ao tocar em ambas as placas de zinco.
- Pergunta sugerida: Por que a placa pintada na cor preta absorve mais calor que a placa pintada na cor branca?

III.4. Experimento 4: Segundo Experimento sobre Absorção de Calor

Objetivo

Demonstrar experimentalmente que a radiação só se transforma em calor quando absorvida. Mostrar que materiais escuros absorvem mais radiação que materiais brancos.

Materiais Necessários

- Duas latas de refrigerante.

- Tinta em spray branca e preta.
- Mesa.
- Termômetro.
- Água.

Construção

- Lixe as latas até que seja retirado todo esmalte que possui a parte externa.
- Lave as latas e deixe secar.
- Pinte as duas latas, uma de branco e a outra de preto e deixe secar (veja Fig. 9).

Figura 9: *Latas lixadas e pintadas.*



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Encha ambas as latas com água.
- Coloque sobre uma mesa e exponha as duas ao sol por 20 a 30 minutos.
- Após isso coloque o termômetro dentro das latas e meça a temperatura dentro das duas e compare (veja Fig. 10).
- Neste momento faça os alunos relacionarem este experimento com o anterior e faça-os anotar as temperaturas obtidas a partir do mesmo fazendo assim com que eles percebam a diferença da absorção de calor entre um corpo negro e um corpo branco.

Figura 10: Temperatura final das latas após 30 minutos de exposição aos raios solares: (a) lata preta 42°C e (b) lata branca 34°C. Neste experimento a temperatura inicial das latas era igual a temperatura ambiente de 30°C.

(a) Lata preta a 42°C.



(b) Lata branca 34°C.



Fonte: trabalho original.

- Se a radiação recebida em ambas as latas foi praticamente mesma, por que a temperatura dentro da lata pintada de branco é menor que a temperatura na lata pintada de preto?

III.5. Experimento 5: Irradiação

Objetivo

Demonstrar que a luz que recebemos, mesmo que não seja diretamente do sol, também é energia radiante. Mostrar novamente que, mesmo não sendo radiação solar, materiais escuros absorvem mais radiação que materiais brancos.

Materiais Necessários

- Lâmpada incandescente. Foi utilizada uma lâmpada incandescente por ela irradiar calor com mais intensidade e por possuir uma iluminação amarela mais próxima da luz natural.
- Suporte de madeira.
- Fiação.
- Bocal para lâmpada.
- Duas latas de refrigerante.
- Termômetro digital.

- Mesa.
- Tomada.
- Cola quente.

Construção

- Separe a lâmpada.
- Com o suporte de madeira faça as medições para o encaixe do bocal da lâmpada e da fiação para que fique centralizado.
- Reutilize as latas pintadas de branco e preto do experimento anterior.

Procedimentos

- Com o suporte de madeira pronto faça um furo no centro que passe a fiação e encaixe o bocal da lâmpada.
- Construa um pequeno circuito ligando a fiação ao bocal da lâmpada (veja Fig. 11).

Figura 11: Circuito para a lâmpada.



Fonte: trabalho original.

- Fixe o bocal no suporte com cola quente.
- Encaixe a lâmpada.
- Ligue em uma rede elétrica para testar.
- Com a lâmpada desligada posicione as latas a 4 cm de distância da mesma.
- Meça a temperatura do interior das latas e anote o valor.
- Ligue a lâmpada e deixe as latas ao seu lado por 30 minutos (veja Fig. 12).

Figura 12: *Lâmpada ligada irradiando energia para as latas.*



Fonte: trabalho original.

- Meça a temperatura no interior das latas e veja que os dois corpos absorveram a radiação transmitida pela lâmpada.

Figura 13: Temperatura final das latas após 30 minutos: (a) lata branca 32°C e (b) lata preta 38°C . Neste experimento a temperatura inicial das latas era igual a temperatura ambiente de 29°C .

(a) Lata branca a 32°C



(b) Lata preta 38°C .



Fonte: trabalho original.

- Observe que a lata de cor preta absorve mais radiação que a de cor branca. Mesmo não sendo uma radiação solar, comprova-se pela segunda vez que materiais escuros absorvem mais calor que materiais de cores claras.

- Neste momento o professor pode inferir exemplos que ocorrem no cotidiano do aluno, por exemplo, o que ocorre em um forno micro-ondas.

III.6. Experimento 6: Absorção de Calor na Evaporação

Objetivo

Demonstrar que um líquido quando evapora absorve calor.

Materiais Necessários

- Termômetro.
- Algodão.
- Álcool 70%.
- Acetona.
- Seringa (veja Fig. 14).

Figura 14: *Temperatura ambiente 29°C*



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Anote o valor da temperatura ambiente.
- Envolve a ponta do termômetro com o algodão e pingue gotas de álcool (veja Fig. 15).
- Observe que a temperatura diminui.
- Após 5 min anote o valor da temperatura.
- Remova o algodão com álcool e coloque um novo algodão na ponta do termômetro.
- Molhe este novo algodão com acetona (veja Fig. 16).
- Observe que a temperatura volta a cair, só que com mais rapidez.
- Anote a temperatura que foi obtida após 5 minutos e compare.

Figura 15: *Algodão embebido com Álcool. Temperatura final de 22°C.*



Fonte: trabalho original.

Figura 16: Algodão embebido com acetona. Temperatura final de 12°C.



Fonte: trabalho original.

- Neste momento o professor pode relacionar o fenômeno que acabou de ocorrer como por exemplo a sensação que sentimos, ao passar álcool em gel (ou líquido) na mão, ou quando saímos de uma piscina, etc.

III.7. Experimento 7: Espiral Giratório

Objetivo

Demonstrar a convecção de calor nos gases através de um arranjo simples.

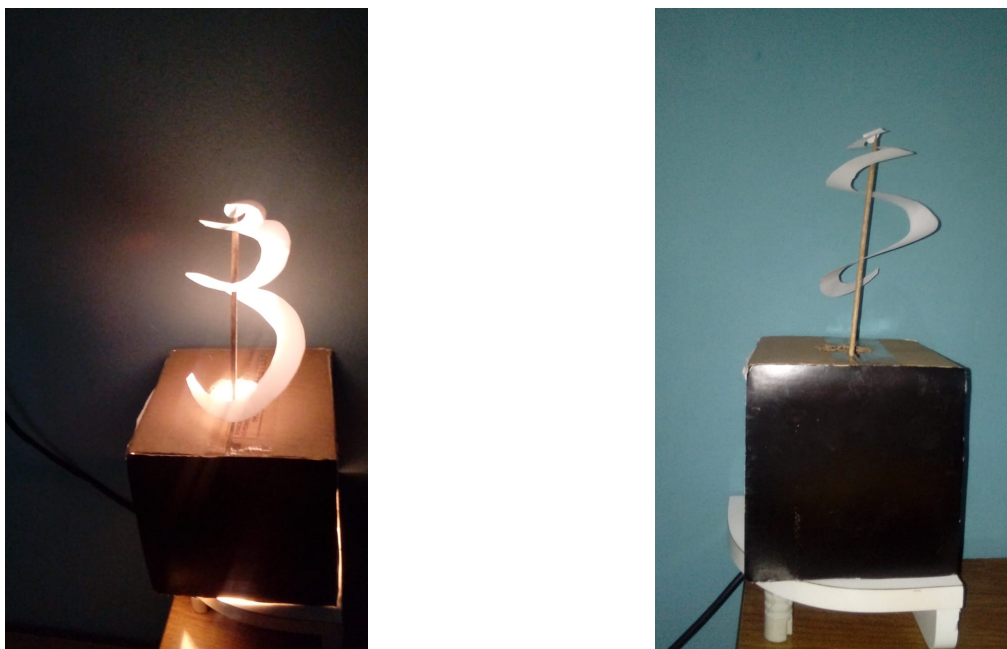
Materiais Necessários

- Papel sulfite.
- Circuito simples. Pode ser utilizado o mesmo circuito simples com lâmpada utilizado no Experimento III.5: Irradiação.
- Espetinho de madeira.
- Caixa quadrada de papelão com 15 cm de largura e 14,5 cm de altura.
- Tesoura.
- Cola.
- Tomada.

Construção

- Com uma tesoura corte o papel sulfite em forma de espira (veja Fig. 17).
- Faça um furo no fundo da caixa de papelão de aproximadamente 4,5 cm de circunferência para dar passagem à luz.
 - Com o próprio palito de espetinho fure o fundo da caixa de tal forma que o palito fique bem próximo do círculo feito anteriormente.
 - Verifique se o círculo feito está centralizado com a lâmpada do circuito.

Figura 17: *Convecção de calor nos gases.*



Fonte: trabalho original.

Procedimentos

- Coloque a caixinha em cima da lâmpada de forma que sua luz radiada seja direcionada para o círculo feito no fundo da caixa.
- Em seguida encaixe o palito no furo já feito pelo mesmo.
- Coloque a espira feita com papel sulfite na ponta do palito.
- Ligue a lâmpada.
- Após algum tempo a espira começa a girar, pois a irradiação da lâmpada passa por esta, e de forma direcionada aquece o ar fazendo com que este circule entre a espira, causando assim o movimento de rotação. Veja a montagem final na Fig. 17.
- Neste momento o professor pode inferir exemplos do cotidiano para exemplificar melhor aos alunos sobre a convecção de calor nos gases.

Comentários finais

Podemos afirmar que o objetivo principal deste trabalho a construção de roteiros explicativos de experimentos de baixo custo e de fácil acesso foi alcançado. Mostramos que é possível a montagem de experimentos na área de termodinâmica com materiais de baixo custo para a demonstração de alguns dos principais conteúdos da disciplina de termodinâmica.

A área da termodinâmica, por ter origens fenomenológicas, é considerada uma das vertentes mais complexas da Física, pois, muitas vezes os alunos não conseguem imaginar como os fenômenos termodinâmicos ocorrem somente com a explicação teórica passada pelo professor em sala de aula. Acreditamos que com a montagem em sala de aula dos

experimentos descritos neste trabalho poderá haver uma maior facilidade na compreensão dos alunos para com a disciplina de termodinâmica.

Finalizando, temos como futura proposta de pesquisa a aplicação dos experimentos descritos neste trabalho diretamente em sala de aula, e através de questionários e avaliações verificar se houve uma melhora no interesse e desempenho dos estudantes com a disciplina de termodinâmica.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, M.; FINN, E. J. *Física*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1992. 92, 97
- ARRIBAS, S. D. *Experiências de Física ao Alcance de Todas as Escolas*. Rio de Janeiro: MEC/FAE, 1988. 90
- BERLITZ, A. J.; ÁVILA, A. P. *Experiências de Física para o 1º Grau*. 1. ed. São Leopoldo: Unisinos, 1996. 90
- BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. *O Ensino de Ciências e as Dificuldades das Atividades Experimentais*. Disponível em: <[www.http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2019. 90
- COSTA, L. F. S.; LIMA, K. A.; ANDRADE, M. G. S.; BARCELOS, M. W. S.; VIEIRA, T. S. Principais dificuldades para o ensino de ciências na concepção de professores de escolas estaduais na cidade de araguatins-to. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3155/2372>>. Acesso em: 19 out. 2019. 90
- FOLHAIS, C. *Física Divertida*. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2000. 90
- HALLIDAY, D.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2. 92, 97
- MELO, M. G. A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. Dificuldades enfrentadas por professores de ciências para ensinar física no ensino fundamental. R. B. E. C. T., v. 8, n. 4, p. 241, 2015. 90
- NUSSENZVEIG, M. Os três mandamentos. 2018. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/images/acontece-na-sbf/2018/agosto/acontecemoyses-2018-08-14.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2019. 90, 91
- SANTOS, B. F.; RIBEIRO, M. *Brasil está entre os piores em ranking mundial de educação*. 2016. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/brasil-esta-entre-os-8-piores-em-ciencias-em-ranking-de-educacao/>>. Acesso em: 21 nov. 2019. 90
- VALADARES, H. *Física Mais que Divertida*. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 90