Construção de um Globo de Plasma como ferramenta didática pedagógica para o estudo da ionização e excitação de átomos em gases inertes

Construction of a Plasma Globe as a didactic pedagogical tool for the study of ionization and excitation of atoms in inert gases

DOI:10.34117/bjdv7n4-072

Recebimento dos originais: 07/03/2021
Aceitação para publicação: 05/04/2021

Tito Vieira Costa
Acadêmico de Licenciatura em Física IFRO-Campus Porto Velho Calama
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: titovieira1@gmail.com

Antônio Ribeiro Ferreira
Licenciado em Física pelo Instituto Federal de Rondônia – IFRO
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: antonioribeirowa@gmail.com

Elias Martins de Oliveira
Licenciado em Física pelo Instituto Federal de Rondônia – IFRO
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: emartins_mdo@hotmail.com

José Adérson de Souza Junior
Licenciado em Física pelo Instituto Federal de Rondônia – IFRO
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: anjosblack1@gmail.com

Maicon Maciel Ferreira de Araújo
Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: maiconmaciel14071991@gmail.com

Clever Reis Stein
Doutor em Física Pela Universidade de Brasília – UnB
Instituição: Instituto Federal de Rondônia, Campus Porto Velho Calama
Endereço: Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, Brasil
E-mail: clever.stein@ifro.edu.br

RESUMO
Em meio ao advento da tecnologia que apresentou um crescimento exponencial nos últimos anos, uma das tendências educacionais é pautar o conhecimento em metodologias ativas, onde o aprendiz constrói o conhecimento por meio do desenvolvimento das tarefas teóricas e das atividades práticas. Neste contexto, o presente artigo tem como proposta apresentar a construção de um Globo de Plasma com materiais de baixo custo, para ser utilizado como ferramenta didática pedagógica para auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizado dos conceitos de ionização e excitação de átomos em gases inertes, conceitos esses que são a base para o entendimento dos fenômenos que constituem o plasma.

Palavras-Chave: Metodologias Ativas, Ionização, Gases Inertes, Globo de Plasma.

ABSTRACT
Amid the advent of technology that has grown exponentially in recent years, one of the educational trends is to base knowledge on active methodologies, where the apprentice builds knowledge through the development of theoretical tasks and practical activities. In this context, this article aims to present the construction of a Plasma Globe with low-cost materials, to be used as a didactic pedagogical tool to assist the teacher in the process of teaching and learning the concepts of ionization and excitation of atoms in inert gases, concepts that are the basis for understanding the phenomena that make up the plasma.

Keywords: Active methodologies, Ionization, Inert gases, Plasma Globe.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a humanidade desenvolveu inúmeras tecnologias, com isso, muitos conceitos de física moderna são abordado no cotidiano das pessoas por intermédio dos dispositivos que depende dessas tecnologia para funcionarem, com base neste panorama, os alunos estão ávidos por estudarem e desvendarem os fenômenos contemporâneos abordados nos inúmeros instrumentos aplicados em todos os seguimentos da sociedade, não obstante os professores e, em especial o de física, precisa ter ferramentas didáticas pedagógicas para abordar e ilustrar de forma significativa os conteúdos de física moderna [1,2,3]. E, uma das estratégicas mais eficientes para que isso aconteça é através de demonstração experimental e, em seguida apresentar as equações e soluções teóricas que formam a base para o desenvolvimento de inúmeras tecnologias disponíveis no dia a dia da sociedade [4,5,6].

Segundo Chassot (2003), nos tempos modernos entender a tecnologia que nos cerca é uma questão não apenas de necessidade e sim de sobrevivência [7]. Assim como saber ler e não saber interpretar é considerado um tipo de analfabetismo, na física existe um modo similar de analfabetismo, dito científico. A falha na aprendizagem impossibilita

a devida interpretação da natureza, sendo de primordial importância agrupar os conceitos de física moderna que são úteis ao nosso cotidiano com ao conhecimento teórico dos livros didáticos, criando um elo entre teoria e prática.

Um exemplo prático, consiste em um estudante do terceiro ano do ensino médio, o qual estuda temas como campo elétrico, campo magnético, eletrização, dentre outros assuntos correlacionados. O conceito de plasma está diretamente conectado a esses temas. Com isso, o aluno pode até não estudar especificamente sobre o plasma, mas poderá encontrar em seu livro didático algum texto paradidático falando a respeito. Desse modo a temática "plasma" é vista a título de curiosidade. Visando contribuir para amenizar a dificuldade de aprofundamento deste tema, o corrente artigo apresenta uma abordagem experimental que explora pedagogicamente o Globo de Plasma como uma atividade prática na construção do conhecimento pelo individuo, permitindo ao estudante relacionar os conceitos teóricos a demonstração experimental do fenômeno relacionado ao plasma, tornando uma aprendizagem significativa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ABORDAGEM HISTÓRICA SOBRE PLASMA

Um novo estado da matéria, foi o que Michael Faraday definiu em 1830, quando a partir de seus estudos com descargas elétricas na atmosfera. Na ocasião, o então cientista constatou por meio de um experimento a presença de estruturas luminosas que foi induzida por reações químicas a partir de correntes elétricas [8]. O segundo cientista a fazer novas descobertas nessa área de pesquisa foi William Crookes, que em 1879 definiu o plasma como sendo o quarto estado da matéria. Sendo este, o marco histórico do início da modelagem teórica sobre ionização, difusão, colisão e recombinação. E, em 1903 Langmuir e Crookes apresentaram seus trabalhos que se baseavam em experimentos com descargas sobre baixa pressão cujo objetivo era a criação de íons negativos [9]. Em 1928, Irving Langmuir através dos seus estudos em oscilação de natureza eletrostática com gás ionizado em tubos sob baixa pressão, conseguiu mensurar as propriedades eletromagnéticas de um gás, sendo assim capaz de determinar os campos eletromagnéticos [10]. A partir de então se introduziu na física o conceito de plasma, uma nova notação para descrever sobre o gás ionizado [11,12,13].

2.2 CONCEITOS SOBRE A FÍSICA DO PLASMA

O universo é abundante em plasma pois podemos encontrá-lo no meio intergaláctico e nas estrelas. Cerca de 99% de toda a matéria ordinária do universo está em forma de plasma. Nesse estado em questão ele possui propriedade quase exclusiva que não se manifesta nos outros três estados da matéria sólido, líquido e gasoso [14].

Segundo Silva (2005), o plasma pode ser entendido como uma combinação eletricamente condutora, que interage com um número significante de partículas carregadas e não carregadas, onde o número de elétrons e íons positivos são praticamente iguais [14].

O plasma emite luz quando perturbado por correntes elétricas e magnéticas e a sua aceitabilidade de permanecer eletricamente neutro movendo-se em alta velocidade, mas sempre obedecendo as propriedades e parâmetros dos gases [15]. Segundo Ziebell 2004, as auroras boreais e austrais, que apresentam emissão luminosa devido a ionização na atmosfera são exemplos concretos de plasma [14].

Segundo Prado, Bracher e Guidi (2006), a aplicação tecnológica do plasma pode ser feita, por exemplo, através da produção artificial tendo como finalidade a constituição das telas de TVs. Sendo assim, a tecnologia que faz uso plasma seja a única a possibilitar televisores de até 100'', ela todavia extrapolando altos níveis de energia [15].

As estruturas do plasma o tornam eletricamente condutor de tal forma que, ele apresenta campos magnéticos. Também pode-se constatar que o plasma não possui volume definido, e a única maneira empírica que pode ser utilizada para mensurar suas propriedades, é através de estruturas sob a influência de campos magnéticos.

O plasma se manifesta quando aumenta a temperatura do gás até atingir as condições de equilíbrios termodinâmicos, neste ponto, o nível de ionização e a temperatura dos elétrons estão correlacionados. Segundo Bittencourt (2004), pode-se chegar a essa conclusão através da equação de Saha [16].

$$\frac{n_i}{n_n} = 2{,}405 \cdot 10^{21} T^{3/2} \cdot \frac{1}{n_j} exp\left(\frac{-U}{KT}\right) (1)$$

Onde:

ni = concentração iônica, de átomos ionizados no gás;

nn = concentração de átomos neutros relaciona-se com a anterior de tal forma que o somatório dessas duas quantidades representa a concentração total de partículas no gás;

U = energia presente na exponencial, é a primeira energia de ionização;

T = A temperatura do gás;

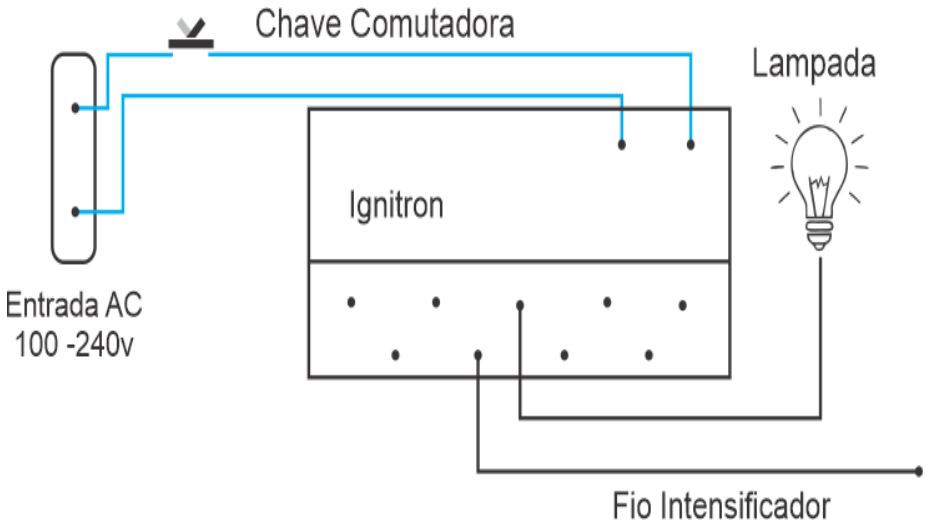
k = constante de Boltzmann, (com valor de 1,38 x 10^{-23} J/K).

Essa equação tem origem na Física Estatística e descreve o processo de ionização parcial de um gás [17]. O globo de plasma proporciona uma experiência qualitativa que demonstra o fenômeno de ionização e excitação de átomos de gases inertes.

3 CONSTRUÇÃO DO GLOBO DE PLASMA

Com a finalidade de construir uma ferramenta experimental com escopo didático pedagógico, para auxiliar no processo de ensino e aprendizado do tema Plasma, apresentamos como sugestão a construção do Globo de Plasma. Que consiste em um dispositivo capaz de ilustrar a formação do plasma no interior de uma lâmpada ligada a um sistema elétrico próprio, projetado para ser capaz de fornecer energia suficiente para que o fenômeno seja observado pelos expectadores. A figura 01 apresenta um esquema da proposta de montagem do Globo de Plasma.

Figura 1: Esquema pictórico de montagem do circuito elétrico que alimenta o Globo de Plasma. Fonte: autor.



O experimento é constituído a partir de uma lâmpada em forma de uma esfera de vidro. Para que o gás Argônio, contido no recipiente interno da lâmpada comece a se comportar como um plasma, é necessário haver uma temperatura relativa ou temperatura de ionização. O eletrodo de alta tensão contido no interior da lâmpada é responsável por esse aumento de temperatura [18]. O qual começa a partir do acionamento do interruptor do globo de plasma, descargas elétricas causam o movimento e a ionização dos átomos de gás e, quando estes voltam para seu estado inicial emitem luz. E, este fenômeno é

possível ser observado dentro do globo de plasma por meio dos raios de luzes formado do filamento até a borda do globo.

A montagem do Globo de Plasma é relativamente simples e pode ser desenvolvida pelos alunos em uma aula experimental, por exemplo. As ferramentas utilizadas na montagem são encontradas facilmente, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2: Ferramentas utilizadas na construção do Globo de Plasma. Fonte: autor.

Os materiais utilizados na montagem do experimento são apresentados na tabela 01, assim como as respectivas quantidades.

Tabela 01: Materiais utilizado para montar o Globo de Plasma

Materiais	**Quantidades**
Lâmpada incandescente	1 unidade
Bocal para lâmpada	1 unidade
Fita isolante de autofusão	1 unidade
Caixa em PVC (15x15 cm)	1 unidade
Tomada fêmea 2P+T, padrão NBR 14136	1 unidade
Extensão com dois plugs tipo 2P+T, padrão NBR 14136	1 unidade
Usina geradora de alta tensão	1 unidade
Cabo flexível de 2,5mm²	1,5 metros
Tampa da caixa de ar condicioado 15cm	1 unidade
Plugue liga e desliga	1 unidade
parafusos de 10mm	2 unidades

Como pode ser observado, tanto as ferramentas quanto os materiais utilizados são de fácil acesso e de baixo custo, tornando viável a execução do experimento. A figura 3 apresenta os materiais utilizado na construção do Globo de Plasma.

Figura 3: Materiais utilizado na montagem do Globo de Plasma. Fonte: autor.

O primeiro passo na montagem consiste na ligação dos fios na usina geradora de alta tensão, conforme ilustrado na figura 3 parte (g), essa usina pode ser encontrada em um fogão convencional ou adquirida em uma loja de material elétrico. Esta usina é a responsável por fornecer alta tensão e proporcionar o surgimento das descargas elétricas que evidenciam a presença do plasma dentro do globo. Em seguida, deve-se fixar a usina dentro da caixa de plástico, fazendo ligação a tomada de alimentação, que fica fixa em uma das laterais da caixa e, deixando os fios que vão ligar o bocal na parte superior da tampa da caixa. Em um dos fios que vai até o bocal é instalado o interruptor, o qual é fixado em uma outra lateral da caixa. A figura 4 apresenta o Globo de Plasma construído.

Figura 4: Detalhes da construção do Globo de Plasma. Fonte: autor.

O Globo de Plasma tem o seu funcionamento baseado na excitação e ionização dos átomos do gás inerte, presente no interior do globo de vidro. A figura 5 ilustra o funcionamento do equipamento.

Figura 5: Demonstração do funcionamento do Globo de Plasma. Fonte: autor.

Como pode ser observado na figura 5, o fenômeno do surgimento do plasma pode ser notado quando o observador toca a mão no globo, esta experiência torna o aprendizado significativo e dinâmico, pois o aluno faz parte do experimento.

4 CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentado o roteiro para construção de um Globo de Plasma com materiais de baixo custo. A proposta da montagem do experimento é fornecer ao professor uma ferramenta didática pedagógica, para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizado dos conceitos de excitação e ionização de átomos em gases inertes, pautado numa demonstração experimental dos conceitos qualitativos dos fenômenos que constituem o Plasma. A proposição deste trabalho vem a luz da introdução da Física Moderna no Ensino Médio, visto que, com o advento da tecnologia, as pessoas passaram a ter mais contato com aparelhos que têm como base de funcionamento os conhecimentos adquirido por meio das pesquisas contemporâneas, com isto, a abordagem de tópicos dessa natureza se torna latente em uma sociedade cada dia mais informada e ávida por novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

[1] M. J. Valcanaia Junior, E. M. Boldo, Modelagem de vibrações longitudinais em vigas mono-engastadas, Brazilian Journal of Development, 6(6), p. 38615-38626, 2020.

[2] K. F. G. Benfica, K. H. G. Prates, As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da física, Brazilian Journal of Development, 6(6), p. 33686-33703, 2020.

[3] T. C. Luchese, A. Mergen, R. Andrighetto, O pêndulo simples como mediador de conceitos e métodos no ensino de Física Brazilian Journal of Development, 6(1), p.4891-4908, 2020.

[4] K. S. Alberton, A. B. R. Moraes, P. R. Anderson, Z. T. R. Stein, M. J. Stoffes Junior, C. R. Stein, Síntese e caracterização morfológica e estrutural de nanopartículas magnéticas de ferrita de cobalto, Brazilian Journal of Development, 6(6), p. 39371-39378, 2020.

[5] C. R. Stein, M. T. S. Bezerra, G. H. A. Holanda, J. André-Filho, P. C. Morais, AIP Advances, 8, p. 056303-056308, 2018.

[6] C. V. F. Tavares, R. M. S. Farias, I. J. S. da Silva, Ondas estacionárias e ressonância: uma experiência de ensino a partir de atividade experimental demonstrativa, Brazilian Journal of Development, 6(5), p. 27807-27818, 2020.

[7] Chassot, Áttico. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2003.

[8] Reis, J. B. A.; Silva a F. R.; Vieira W. S. O Efeito Faraday e a matéria. Revista História da ciência e ensino Volume 17, 2018 – 50-66.

[9] Fernandes J. M.; Patrocínio S. F.; Reis I. F. O químico e físico inglês Willian Crookes (1832-1919) e os raios catódicos: Uma adaptação tátil do tubo para o ensino de modelos atômicos para aprendizes cegos Revista História da ciência e ensino Volume 17, 2018 – pp. 67-80.

[10] Bellan, P. M. Fundamentals of Plasma Physics. California: Cambridge University Press, p.1, 2004.

[11] Pirovani, F. E. S.; Erthal, J. P. C.; Campos, R. G. Investigação sobre a compreensão de estudantes do ensino médio sobre o quarto estado da matéria. In: encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, IX, 2013, Águas de Lindóia.

[12] Silva, I. P. et al. A abordagem das bolhas de plasma no ensino médio e a aplicação de conceitos de Física básica. In: XVI Simpósio nacional de ensino de física, 2005, Rio de Janeiro.

[13] Braithwaite, Nicholas e Charbert, Pascal. Physicsof Radio-Frequency Plasmas. Cambridge University Press: New York, p. 96, 2011.

[14] Ziebell, L. F. O Quarto Estado da Matéria Textos De Apoio Ao Professor De Física.Nº 15, p11-12, UFRGS, Instituto de Física, Porto Alegre, 2004.

[15] Prado, A. P.; Bracher, L. M.; Guidi, M. H. S.; Estudo Comparativo de Três Tecnologias de Televisores em Termos De Impactos Ambientais. Revista Ciências do Ambiente On-Line agosto, Volume 2, Número 2, 2006.

[16] Bittencourt, J. A. Fundamentals of plasma physics. New York: Springer, 2004.

[17] Pirovani, F. E. S.; Erthal, J. P. C.; Campos, R. G. Globo de plasma: uma montagem simples com amplo potencial para discussões em sala de aula. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 3, p. 666-676, dez. 2014

[18] Andrade, Rodrigo Pacios. Física- Física Dos Gases Ionizados: Uma Proposta Para Introdução De Conceitos E Experimentos Para Estudo Do Quarto Estado Da Matéria - O Plasma No Ensino Médio. UnB, Brasília, 2017.