



CHAMA DE COMBUSTÃO SOB FORTE CAMPO ELÉTRICO – CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DE ENSINO SIMPLES E POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

GOMES, M. C.¹; SÁ, M. P. de.¹; ARAÚJO FILHO, M. da S.²

¹Discente do curso superior em Licenciatura em Física do IFNMG – *Campus* Januária; ²Docente do IFNMG – *Campus* Januária.

Introdução

A física de plasma pode ser abordada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias - nas competências: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos. De acordo com a cosmologia, a maior parte da matéria bariônica é composta por plasma. Esse conteúdo raramente é abordado no ensino médio. O presente trabalho propõe a elaboração de uma unidade de ensino simples e potencialmente significativa para a aprendizagem do referido conteúdo (BRASIL, 2017; ERTHAL, 2014; COSTA, 2021).

O plasma é um estado da matéria composto por átomos neutros, moléculas neutras, e por partículas eletricamente carregadas, como íons positivos e elétrons livres. É conhecido como o quarto estado da matéria. O plasma é produzido quando um gás é ionizado em sua totalidade ou apenas uma parte, isto é, quando uma porção de gás recebe energia suficiente para quebrar ligações moleculares, ejetar elétrons ligados, ou, quando elétrons livres se ligam a átomos neutros (ZIEBELL, 2004; ERTHAL, 2014; COSTA, 2021).

O plasma está presente em diversas partes do universo, desde nas estrelas, em relâmpagos, auroras e até mesmo nas lâmpadas fluorescentes. Ele pode ser gerado em laboratórios, como em reatores de fusão nuclear controlada, lâmpadas de descarga e lasers de gás. Além disso, pode-se obter plasma em nosso cotidiano, por exemplo, na combustão, no arco elétrico oriundo de processo de soldagem entre outros processos (ZIEBELL, 2004;).

Na combustão de uma vela de parafina, o calor intenso produz plasma que compõem a chama. Esse plasma é composto principalmente por íons positivos, elétrons livres e átomos ionizados. Quando o plasma é exposto a um forte campo elétrico, suas partículas eletricamente carregadas são afetadas por forças eletromagnéticas. Tal campo elétrico pode ser obtido por meio de capacitores e geradores eletrostáticos que produzem gradientes intensos e exercem influência sobre o comportamento das partículas carregadas no interior do plasma (ANBARAFSHANA, 2012; FUKUYAMA, 2019).

O objetivo principal deste projeto é elaborar, a partir de materiais acessíveis, uma unidade de ensino sobre a física de plasma. E, com isso, propiciar a compreensão de fenômenos complexos e incentivar a participação ativa dos estudantes em processos e práticas de investigação científica.

Material e Métodos

Os materiais utilizados foram: uma raquete elétrica (mata mosquito), gabinete para montagem da unidade (carcaça de uma fonte danificada de notebook), fios flexíveis, ferro de solda de 40 w, fio de estanho para solda eletrônica, bastão de cola quente, uma micro chave de precisão, quatro bornes fêmeas do tipo banana, dois cabos flexíveis com extremidades ligadas a plugues do tipo banana, fita isolante, cola instantânea, quatro parafusos para fechar o gabinete, chave estriada do tipo Philips, arco de serra, furadeira, broca de 3 mm de diâmetro, tesoura, régua, vela de parafina, fusível de proteção de 250V/5A e isqueiro.



Para construção da unidade de ensino, desmontamos a raquete elétrica e removemos o circuito elétrico responsável por gerar a alta tensão. Preservamos parte do cabo da raquete que contém o plug tipo N. Destacamos alguns componentes da placa de circuito da raquete, como: o plug, o diodo emissor de luz (LED) verde que indica carregamento; o LED vermelho que indica que o circuito de alta tensão está ativado; e as chaves elétricas.

Desmontamos a fonte danificada, retiramos o circuito e perfuramos a carcaça para inserirmos os LEDs nos orifícios e fixá-los com cola instantânea. Fixamos a chave de ativação do circuito de alta tensão no gabinete.

A tela da raquete foi utilizada para construir os eletrodos paralelos, com uma distância de 1,5 cm entre eles. Conectamos os dois eletrodos e as saídas de alta tensão aos quatro bornes previamente fixados no gabinete. Fixamos a placa de circuito de alta tensão e a bateria dentro do gabinete usando bastão de cola quente. E soldamos um fusível de proteção na entrada da alimentação de corrente alternada.

Após carregarmos a bateria da unidade de ensino, inserimos uma vela entre os eletrodos e a acendemos. Ligamos os eletrodos a alta tensão utilizando os cabos do tipo banana. Acionamos a micro chave que ativa a alta tensão, e observamos o efeito na chama da vela. Invertemos os cabos do tipo banana, acionamos a alta tensão e observamos o que ocorreu com a chama da vela.

Resultados e Discussão

Após a montagem da unidade de ensino, observamos que o circuito de alta tensão (em torno de 2000 V) produz um forte campo elétrico, suficiente para defletir a chama da vela.

Observamos que a chama da vela exposta ao forte campo elétrico tem o seu formato alterado, conforme exposto nas Figuras 1 e 2, antes e após a aplicação do campo elétrico, respectivamente. Os íons positivos, com maior massa, são responsáveis pela maior parte da deflexão da chama (Figura 2). A orientação da deflexão da chama da vela alternou quando a polaridade dos eletrodos foi invertida.

Nos instantes iniciais da aplicação do campo elétrico, observamos que a chama se divide em duas partes que defletiram-se em direções opostas, conforme exposto na Figura 3 e ilustrado na Figura 4. Após um certo tempo, a chama assume a forma disposta na Figura 1. Tal fato pode ser explicado pela descarga elétrica que ocorre nos eletrodos em razão do contato com os íons do plasma. Essa interação provoca a diminuição da diferença de potencial entre os eletrodos, e, conseqüentemente, uma deflexão menos acentuada da chama.

Considerações finais

Foi possível reutilizar os componentes de uma raquete elétrica do tipo mata mosquito para produzir um forte campo elétrico entre eletrodos, possibilitando assim, a elaboração de uma unidade de ensino de construção simples que aborda um tema de Física Moderna, no caso, a Física de Plasma. Com essa unidade de ensino pôde-se analisar a deflexão da chama de uma vela em uma região com intenso campo elétrico, em função de algumas variáveis como a variação do sentido e intensidade do campo elétrico.

Referências

- ANBARAFSHANA, Rojin *et al.* Flames in Horizontal Electric Field, Deviation and Oscillation *In*: International Young Physicists' Tournament, 2012. Disponível em:
https://archive.iypt.org/iypt_book/2011_3_Bouncing_flame_Iran_RMN_HA_RA_v1.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.



BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 13 set. 2023.

COSTA, T.V. *et al.* Construção de um Globo de Plasma como ferramenta didático-pedagógica para o estudo da ionização e excitação de átomos em gases inertes. **Brazilian Journal of Development**, ISSN: 2525-8761, v. 7, n. 4, p.34391-34400, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-072.

ERTHAL, M. R. *et al.* Um globo de plasma alternativo para discussões em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 666-676, dez. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n2p666>.

FUKUYAMA, T., MUKAI, N. e TOGAWA, G. Dynamic behaviours of a flame as plasma in a strong electric field. **Scientific Reports - Nature** v. 9, 15811 (2019). DOI: 10.1038/s41598-019-50537-x.

ZIEBELL, L. F. O quarto estado da matéria. 2004. Texto de apoio ao professor de Física n.º 15. Instituto de Física - UFRGS. Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/51018384/o-quarto-estado-da-materia-instituto-de-fisica-ufrgs>. Acesso em: 13 set. 2023.



Figura 1. Chama em uma região sem campo elétrico. Autoria própria (2023).

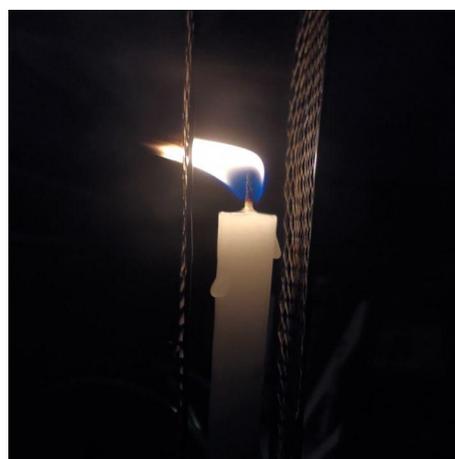


Figura 2. Chama sob a influência do campo elétrico. Autoria própria (2023).

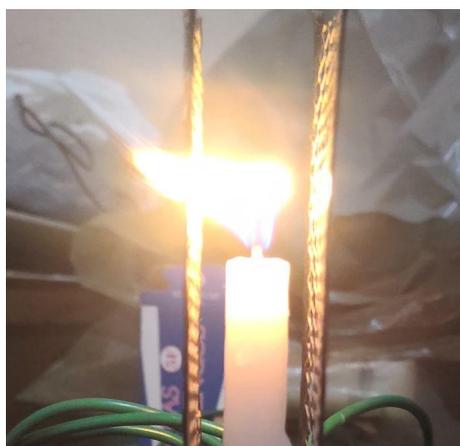


Figura 3. Chama em um instante inicial a aplicação do campo elétrico. Autoria própria (2023).

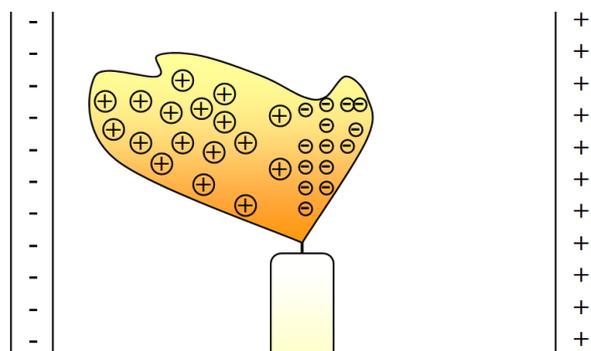


Figura 4. Desenho esquemático da distribuição das partículas da chama sob a influência do campo elétrico. Autoria própria (2023).