ANÁLISE DE ESPECTROS UTILIZANDO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

SPECTRA ANALYSIS USING HOMEMADE SPECTROSCOPE

Marcelo Antonio Amorim[1], Denes Alves de Farias[2], Edite Maria dos Anjos[3], Eryka Christine Viana Nascimento[4], Wellington Francisco da Silva[5]

[1] Instituto Federal de Pernambuco – Campus Ipojuca/Física, marceloamorim@ipojuca.ifpe.edu.br

[2] Instituto Federal de Pernambuco – Campus Ipojuca, denesfarias@gmail.com

[3] Instituto Federal de Pernambuco – Campus Ipojuca, edite.anjos2013@hotmail.com

[4] Instituto Federal de Pernambuco – Campus Ipojuca, Erykaviana1998@gmail.com

[5] Instituto Federal de Pernambuco – Campus Ipojuca, Wellingtonkof98@gmail.com

Resumo: *Neste trabalho apresentamos a experiência de ensinar a análise de espectros da luz visível utilizando um espectroscópio construído em sala de aula. Durante a Semana Nacional do Meio Ambiente no IFPE – Campus Ipojuca, ministramos uma oficina para um total de 20 estudantes com o propósito de analisar espectros através de um espectroscópio caseiro. Eles tiveram os fundamentos teóricos necessários para entenderem e resolverem as situações propostas. Divididos em cinco grupos receberam lâmpadas de tipos distintos, vela, álbum com fotos de espectros que seriam tomados como "padrão", materiais e orientações para montarem o espectroscópio. A construção do espectroscópio é fácil e de baixo custo, apresentando uma resolução que permite identificar e comparar espectros de elementos químicos diferentes. Com o espectroscópio, observaram e fotografaram os espectros das lâmpadas e da chama de uma vela e, após analisá-los, identificaram os espectros correspondentes aos que existiam no álbum. A análise do pós-teste mostrou que as atividades desenvolvidas durante a oficina contribuíram para o entendimento de que cada elemento químico possui um espectro característico e que o espectroscópio é um instrumento de grande relevância para a Astronomia, pois, conhecendo o espectro de um objeto celeste obtêm-se várias informações do mesmo, tais como temperatura e composição química. Outro ponto a destacar foi a desconstrução de um obstáculo epistemológico sobre a relação entre a temperatura e a cor de um objeto. A utilização do simulador Blackbody-Spectrum e da lei de Wien permitiram mostrar que as estrelas azuis têm maior temperatura que as estrelas vermelhas. O processo ensino-aprendizagem foi favorecido pela motivação e interação dos estudantes.*

Palavras-chave: espectroscópio caseiro; espectros.

Abstract: *In this work we present the experience of teaching spectral analysis of visible light using a spectroscope constructed in the classroom. During the National Environment Week at IFPE - Ipojuca Campus, we held a workshop for a total of 20 students for the purpose of analyzing spectra through a homemade spectroscope. They had the theoretical foundations necessary to understand and resolve the proposed situations. Divided into five groups they received lamps of different types, candle, album with photos of spectra that would be taken as "standard", materials and orientations to assemble the spectroscope. The construction of the spectroscope is easy and inexpensive, presenting a resolution that allows to identify and compare spectra of different chemical elements. With the spectroscope, they observed and photographed the spectra of the lamps and the flame of a candle and, after analyzing them, identified the spectra corresponding to those that existed in the album. The analysis of the post-test showed that the activities developed during the workshop contributed to the understanding that each chemical element has a characteristic spectrum and that the spectroscope is an instrument of great relevance for Astronomy since, knowing the spectrum of a celestial object obtains information, such as temperature and chemical composition. Another point to emphasize was the deconstruction of an epistemological obstacle about the*

relation between the temperature and the color of an object. The use of the Blackbody-Spectrum simulator and Wien's law have shown that blue stars have higher temperatures than red stars. The teaching-learning process was favored by the students' motivation and interaction.

Keywords: homemade spectroscope; spectra.

INTRODUÇÃO

Para um indivíduo não especializado se torna surpreendente a quantidade de informações que a ciência possui sobre estrelas, galáxias e nebulosas situadas tão distantes aonde praticamente tudo que chega até a Terra é a luz. De acordo com Gregório – Hetem (2011, p.179), "A luz emitida pelos objetos astronômicos é o elemento chave para o entendimento da Astrofísica".

Diante disso, esse trabalho se propõe a analisar espectros utilizando um espectroscópio caseiro, para que os estudantes possam compreender como os astrônomos obtêm a maioria das informações de objetos longínquos utilizando apenas a luz. Convém ressaltar que o espectroscópio caseiro apesar de não possuir ótima resolução permite identificar e comparar espectros de elementos químicos diferentes. Isso pode ser constatado durante uma oficina realizada no IFPE – Campus Ipojuca, onde estudantes analisaram corretamente os espectros de diversas lâmpadas e a chama de uma vela.

A propósito, o químico Robert Bunsen e o físico Gustav Kirchhoff construíram um espectroscópio em 1859 (Figura 1) e com ele descobriram, após fazerem várias experiências, que cada elemento químico emite um espectro formado por um conjunto de linhas específicas e que para obtê-las basta uma pequena amostra do material. Ou seja, cada elemento químico tem uma "impressão digital" (MILLER, 1983).

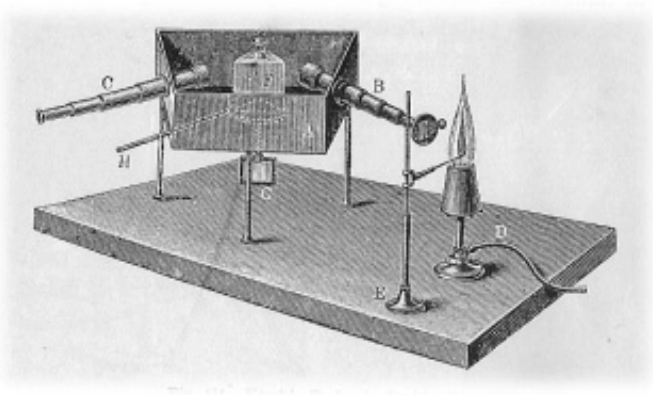

Figura 1: *Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff.* Fonte: Filgueiras.

Sendo assim, são apresentadas (Quadro 1) algumas linhas espectrais e os elementos químicos correspondentes.

Quadro 1: Algumas linhas espectrais identificadas por Bunsen e Kirchhoff.

Linha	Elemento	Cor
A	Oxigênio	Vermelho
D_1	Sódio	Amarelo
F	Hidrogênio, Hβ	Verde

G	Ferro (e Cálcio)	Azul
K	Cálcio	Violeta

Fonte: Müller; Saraiva; Kepler.

Na opinião do professor do Departamento de Física da PUC-RJ, Marco Cremona (2011),

> O espectroscópio é praticamente uma peneira, algo que pode dividir uma determinada onda eletromagnética. Sempre que se quer analisar ondas magnéticas passo a passo, componente por componente, precisa-se de um espectroscópio.

Corroborando com esse ponto de vista é importante destacar que o astrônomo inglês Joseph N. Lockyer, em 1868, ao utilizar uma luneta acoplada a um espectroscópio observou o espectro das protuberâncias solares e após análise conseguiu descobrir um novo elemento químico, até então desconhecido na Terra, que denominou hélio (FILGUEIRAS, 1996).

Assim, a descoberta que cada elemento produz linhas espectrais próprias proporcionou maior interesse dos astrônomos em orientar espectroscópios acoplados em telescópios para estrelas, nebulosas, galáxias e até mesmo planetas em busca de maior conhecimento das propriedades desses objetos celestes.

Construindo um espectroscópio

- *Materiais*
  Pedaço de cano PVC com 5,0 cm de diâmetro e 13 cm de comprimento, papel guache preto, um CD, tesoura, estilete, cola, fita isolante e fita adesiva.

- *Montagem*

Corte um pedaço de cartolina para revestir internamente o cano e fazer duas tampas. Numa tampa, utilizando o estilete, faça um corte de 2,0 cm de comprimento e espessura igual ao da lâmina do estilete e, na outra tampa fazer um quadrado de 2,0 cm de lado. Usando fita adesiva retire a película das bordas de um CD e corte um quadrado com 2,5 cm de lado. Observe orientações na Figura 2.

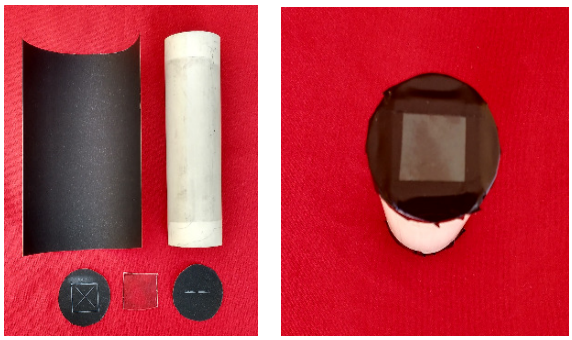

Figura 2: *Montagem do espectroscópio.* Fonte: Arquivo pessoal.

Cole as duas tampas no tubo tendo o cuidado de deixar a fenda alinhada com o centro do quadrado. O pedaço de CD deve ser fixado à tampa com fita isolante deixando as linhas de gravação paralelas à fenda da outra tampa. Contorne as tampas com a fita isolante para evitar penetração de luz no interior do cano.

Espectro eletromagnético

As radiações eletromagnéticas podem ser analisadas em diferentes faixas espectrais (Figura 3): visível, infravermelho, ultravioleta, micro-ondas, raios X, etc. Este trabalho será desenvolvido dentro da faixa do visível que envolve comprimentos de onda desde o vermelho (720 nm) até o violeta (390 nm), no entanto deve-se ressaltar que atualmente a análise espectral não se restringe à faixa do visível.

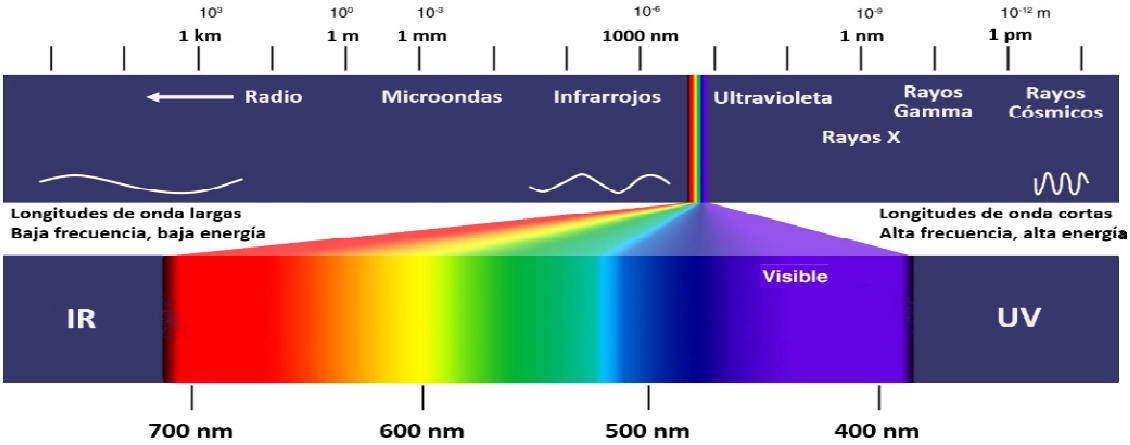

Figura 3: *Espectro eletromagnético destacando o espectro visível.*
Fonte: https://isqch.files.wordpress.com/2015/06/espectro_em.png

Leis de Kirchhoff

A partir de suas experiências, Kirchhoff formulou as três leis básicas da espectroscopia que estão ilustradas (Figura 4) seguindo a ordem crescente (1ª a 3ª) de cima para baixo.

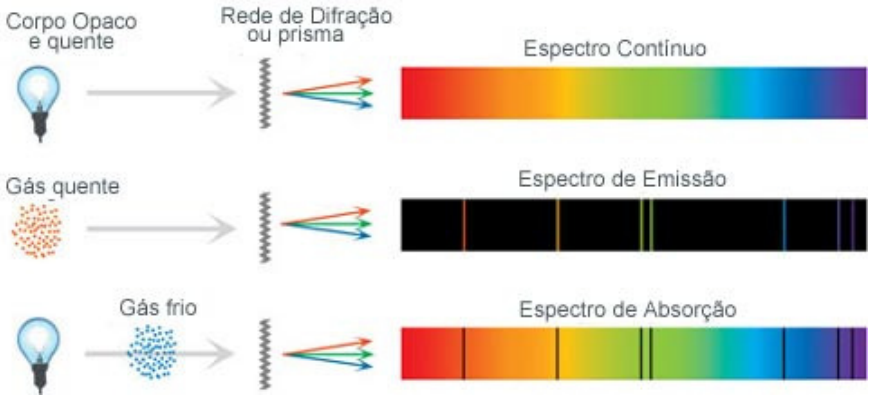

Figura 4: *Ilustrações das leis de Kirchhoff.* Fonte: http://www.apolo11.com/imagens/etc/leis_kirchhoff.jpg

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo trazer algumas contribuições para o ensino da análise de espectros da luz visível através de um espectroscópio caseiro. Mostrar que fazendo uso de um espectroscópio construído em sala de aula, lâmpadas distintas e uma vela acesa será possível comprovar que cada elemento químico e cada partícula tem seu espectro característico. Consequentemente, proporcionar um

melhor entendimento de como os astrônomos conseguem tantas informações de objetos longínquos usando apenas a luz.

METODOLOGIA

Durante a Semana Nacional do Meio Ambiente 2017 realizada no IFPE – Campus Ipojuca foi ministrada uma oficina envolvendo construção de espectroscópio caseiro e análise de espectros de lâmpadas e chama de uma vela. Inicialmente foi feita uma apresentação da história da espectroscopia e do espectroscópio. Em seguida os estudantes tiveram uma "aula" sobre alguns fundamentos teóricos, tais como: o espectro da luz visível; leis básicas da espectroscopia; lei de Planck (radiação do corpo negro) apresentada através do gráfico radiância espectral versus comprimento de onda, mostrando a determinação da cor que predomina numa estrela na faixa do visível; lei de Wien que expressa a intensidade máxima de cada curva do gráfico anterior, relacionando o comprimento de onda com a temperatura absoluta. O simulador Blackbody-Spectrum (figura 5) possibilitou verificar o deslocamento de Wien, mostrando a relação temperatura e comprimento de onda. No simulador podemos alterar a temperatura absoluta com o botão cinza e encontrar o valor do comprimento de onda no pico da curva espectral. Assim, foi possível mostrar que uma estrela azul tem maior temperatura que uma estrela vermelha.

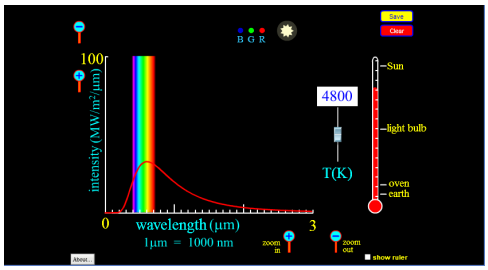

Figura 5: *Blackbody-Spectrum*. Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_en.html

A oficina foi dividida em dois momentos: construção do espectroscópio caseiro e, observação e análise dos espectros de lâmpadas e velas.

1º) Construção do espectroscópio caseiro.

Inicialmente todos os 20 estudantes tiveram orientações sobre como construir um espectroscópio. Em seguida, eles foram divididos em cinco grupos, receberam materiais e acompanhamento necessários para construírem seus espectroscópios (Figura 6). Os materiais disponibilizados foram: pedaços de cano PVC com 5,0 cm de diâmetro e 13 cm de comprimento, papel guache preto, redes de difração (pedaços de CD), tesouras, estilete, fita isolante, fita adesiva e cola.

Figura 6: *Construção do espectroscópio.* Fonte: arquivo pessoal.

2º) Observação e análise dos espectros de lâmpadas e velas.

Foram disponibilizadas lâmpadas (LED, eletrônica, incandescente, luz negra) ligadas a terminais elétricos, uma vela e um álbum (Figura 7) contendo os espectros ("codificados") que serviram como padrão para a pesquisa que eles desenvolveram. Essa "codificação" foi feita pintando o verso de cada foto com uma cor correspondente a uma determinada lâmpada ou vela.

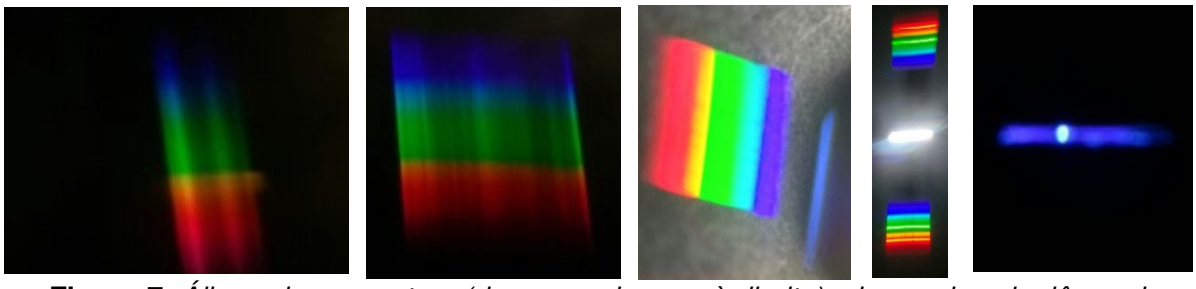

Figura 7: *Álbum dos espectros (da esquerda para à direita): chama da vela, lâmpada incandescente, lâmpada LED, lâmpada eletrônica e "luz negra".* Fonte: arquivo pessoal.

Cada estudante, usando o próprio espectroscópio acoplado ao celular, fotografou os espectros das lâmpadas e da chama da vela (Figuras 8 e 9).

Figura 8: *Utilizando o espectroscópio.* Fonte: arquivo pessoal.

Figura 9 - *Fotografando espectros*. Fonte: arquivo pessoal.

Após analisarem e discutirem as características dos espectros vistos, eles consultaram o álbum e identificaram o espectro correspondente a cada elemento fotografado.

Conforme afirma Bachelard (2008, p.303), "Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir".

Desta forma, possivelmente, eles compreenderam que os cientistas observam o espectro de um objeto celeste e analisa-o baseando-se nos espectros disponíveis em laboratório. Como o espectro representa a "impressão digital" de um

elemento químico é possível identificar os componentes do objeto que está sendo analisado.

RESULTADOS

Através de um pré-teste se buscou saber os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o que seria vivenciado durante a oficina. Um breve recorte dos conhecimentos prévios apresentados será feito a seguir. Foi observado que 80% dos estudantes afirmaram ser possível separar as cores que compõem a luz branca do Sol, mas apenas 10% deu uma justificativa coerente mesmo sem citar o espectroscópio como uma das opções; A respeito de como os cientistas conhecem a temperatura de uma estrela, observou-se que a maioria dos participantes (95%) não sabe e alguns acreditam que "tem que tocar ou precisariam ir até lá"; A associação da "cor vermelha" com a temperatura "mais quente" foi uma forte presença de um obstáculo epistemológico percebida em todos os participantes.

A análise do pós-teste nos levou a concluir que eles entenderam que cada elemento possui um espectro distinto e através do espectro de um objeto celeste podem-se obter informações como temperatura e composição química. A utilização do simulador e a compreensão da lei de Wien favoreceram o entendimento da relação entre a cor de um corpo com a sua temperatura, observando, por exemplo, que estrelas azuis possuem maior temperatura do que estrelas vermelhas.

Na opinião de Bachelard (2008, p.17), "[...] o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização".

Enfim, ocorreu muita motivação com todos interagindo e proporcionando debates sobre os espectros observados e a quantidade de informações que os mesmos oferecem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos que a participação direta dos estudantes desde a construção do próprio espectroscópio até a verificação dos espectros, contribuiu para motivá-los no prosseguimento das "pesquisas". Ficaram surpresos com a funcionalidade do instrumento e cada espectro observado proporcionava debates entre eles. Nestes momentos eram feitas intermediações apresentando a importância dos espectros para os astrônomos. Dessa forma, as atividades desenvolvidas durante a oficina promoveram o envolvimento de todos os participantes, proporcionando um excelente resultado no processo ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMSON, G. **Espectroscópio.** Disponível em: < https://www.youtube.com/ watch?v=5lQVedue5OQ> Acesso em: 07 maio 2018.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Trad. Estela dos S. A. Rio de Janeiro: Contraponto editora, 2008.

CREMONA, M. **Espectroscopia permitiu a evolução de campos distintos da ciência**. Disponível em: http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/07/ espectroscopia-permitiu-evolucao-de-campos-distintos-da-ciencia.html Acesso em: 28 maio 2017.

APOLO 11.COM. **Entenda como os cientistas sabem a composição química dos planetas e estrelas**. Disponível em:< http://www.apolo11.com/espectro.php >. Acesso em: 28 maio 2017.

FILGUEIRAS, C.A.L. **A espectroscopia e a química** – da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. Química Nova na Escola. n.3, maio 1996. Disponível em:< http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf >. Acesso em: 28 maio 2017.

GREGÓRIO - HETEM, J. **Estrelas**. In: O céu que nos envolve. 1 ed. São Paulo: 2011.

MILLER, F. A. **The History of Spectroscopy as Illustrated on Stamps**. History of spectroscopy. v.37, n.3, p.219-225, 1983. Disponível em: <http://www.goda.chem.s.u-tokyo.ac.jp/documents/courses/structural_chemistry /2016spring/miller1983appliedspectroscopy.pdf > Acesso em: 01 jan. 2018.

MÜLLER, A.M.; SARAIVA, M.F.O.; OLIVEIRA FILHO, K.S. **Espectroscopia**. In: Fundamentos de Astronomia e Astrofísica para o Ensino Superior na Modalidade a Distância. Área 2, Aula 7, p.04. Porto Alegre: 2013. Disponível em: <https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n29_Muller/ > Acesso em: 28 maio 2017.

OLIVEIRA FILHO, K.S.; SARAIVA, M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. 4 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Blackbody-Spectrum**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_en.html,r Acesso em: 28 maio 2017.

TURRICCHIA, A.; MAJCHER, A. **Amateur spectroscope.** Disponível em: http://www.pl.euhou.net/docupload/files/Excersises/WorldAroundUs/Spectroscope/spectroscope.pdf, Acesso em: 20 maio 2017.

ZHU, X. **A CD spectrometer**. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~zhuxj/ astro/html/spectrometer.html> Acesso em: 18 mar.2017.