

### Roteiro da Aula 3.

#### A Astronomia e os espectros – uma outra perspectiva da luz

##### Objetivos:

Apresentar a natureza corpuscular da luz e a espectroscopia, conduzindo o aluno à complexa ideia do que são os espectros, a partir da introdução ao modelo atômico de Bohr e à noção de fóton. Aprofundar a discussão sobre luz, explorando as Leis de Kirchhoff para que o aluno compreenda, como se formam os espectros das fontes astronômicas. Discutir porque tais espectros carregam informações sobre essas fontes. Apresentar os conceitos de absorção e espalhamento da radiação, encaminhando uma discussão sobre a atmosfera e sobre sua influência na obtenção de imagens de fontes astronômicas.

##### Instrumentos:

Apresentação de computador, computadores que disponham do aplicativo *SalsaJ*, *applet PhET*, espectrógrafo de mão.

##### Desenvolvimento:

Trata-se de outra aula de aplicação direta de conteúdos de Física do Ensino Médio à Astronomia, podendo substituir ou ser combinada com o ensino regular desses conteúdos.

A primeira atividade da aula é a de utilização do software *SalsaJ*, que foi desenvolvido para fins educacionais e é disponibilizado no CD do curso juntamente com várias imagens astronômicas para utilização conjunta. Esta atividade é de realização da combinação de imagens obtidas com diferentes filtros para composição de uma imagem em cores. A realização deste exercício vem para formalizar o conceito de filtro, mas principalmente para reforçar ideias introduzidas na aula anterior sobre o conceito de imagem astronômica e sua relação com a luz. Por considerarmos o roteiro bastante claro e o software de fácil manuseio não dispensaremos mais linhas sobre o ponto em questão.

Essa segunda abordagem à luz deve servir para esclarecê-la um pouco mais como fonte de informação dos astrônomos, essencialmente explicando os fundamentos da espectroscopia. Para tal se faz necessário apresentar a luz de uma outra forma, a partir de um outro modelo – a luz como partícula. Aliás, é interessante discutir esse ponto com os estudantes – o fato de a física lidar o tempo todo com modelos que, tendo um compromisso com o que é observado, não necessariamente correspondem a uma descrição unificada e coerente da realidade. O caso da dualidade partícula-onda é paradigmático neste aspecto.

Parte-se da imagem de um espectro de absorção qualquer para indagar o porquê das linhas aos alunos, expondo a necessidade de compreender a luz de uma forma diferente para que se possa entender os espectros – a luz como conjunto de fótons e os fótons com uma energia quantizada interagindo com a matéria. Pode-se, simplesmente expor que havia evidências de que a luz apresentava um caráter corpuscular, a partir de experimentos com tubos de raios catódicos – optando-se por apenas citar esse fato ou discorrer sobre ele, dependendo – claro – do interesse dos alunos.

A partir da ideia de fóton, o passo seguinte é relacionar a visão corpuscular da luz com a visão ondulatória e, para tanto, sugerimos uma figura do espectro eletromagnético disponível na apresentação da aula que ilustra tal comparativo, ligando comprimentos de onda menores a fótons mais energéticos. Pode-se aproveitar este momento para dar mais ênfase à relação entre frequência e comprimento de onda, justamente para expor a relação direta entre frequência e energia do fóton. Cabe salientar a relação expressa pela equação.

$$E=h.f$$

Uma vez entendida a ligação onda/fótons, parte-se para a compreensão mais aprofundada da interação luz-matéria. Não está prevista uma abordagem exaustiva ao modelo de Bohr, mas sim uma

noção de suas premissas que seja capaz de dar aos alunos a ideia, pelo menos, de como ocorre emissão e absorção de luz pelos elementos químicos. Assim, apresenta-se a ideia de que o átomo é composto por um núcleo contendo prótons e nêutrons e partículas menores – os elétrons – que orbitam esse núcleo em órbitas quantizadas (específicas) de cada átomo. Cabe explicar que nessas órbitas específicas, apesar de os elétrons serem cargas elétricas aceleradas, não há emissão de luz. No entanto, como entre cada par de órbitas possíveis para o elétron dentro de um dado átomo há diferença de energia, caso haja um salto do elétron de uma órbita para outra haverá – necessariamente – ganho ou perda de um pacote de energia por parte do elétron. No caso de o elétron saltar para uma órbita de energia menor que a que se encontra, haverá perda de energia através da emissão de um fóton e no caso de o elétron saltar para uma órbita de energia maior que a que se encontra, haverá acréscimo de energia através da absorção de um fóton.

Claro que, como as órbitas impõem ao elétron valores específicos de energia, a troca de órbitas resultará em emissão ou absorção de fótons com energia de valores igualmente específicos. As figuras que ilustram os saltos eletrônicos na apresentação vêm para reafirmar o que expomos no parágrafo acima e sugerimos a visualização de um applet do *PhET* que ilustra os modelos atômicos, inclusive o de Bohr.

Depois dessa primeira explicação, que é bastante abstrata, vem a questão sobre como é possível obter os espectros das estrelas e a explicação das Leis de Kirchhoff. Sugerimos que seja exposta a questão de que a radiação que é produzida nas camadas mais internas das estrelas não chega integralmente até nós. Ocorre absorção de alguns fótons pela atmosfera da estrela que é mais fria que o seu interior. Esse processo de absorção de fótons pela própria atmosfera estelar é que nos traz informações, já que a temperatura é fator preponderante para a observação das linhas.

Diferentes elementos químicos têm diferentes linhas, que dizem respeito a suas transições de níveis energéticos e, sendo assim, se refletirmos sobre esse fenômeno de absorção de fótons de cada elemento, chegaremos à conclusão de que, a uma temperatura fixa, o espectro é indicativo da composição química da estrela. Deste modo, a espectroscopia pode ser uma forma de obter informações sobre a temperatura da estrela – pelas linhas observáveis em cada faixa de comprimentos de onda –, mas também sobre a composição química da estrela, quando se faz uma análise comparativa entre estrelas de mesma temperatura, ou de temperaturas semelhantes.

O último ponto abordado na aula é a absorção e o espalhamento da luz. As partículas que compõem a atmosfera podem interagir com a radiação. A absorção e o espalhamento ocorrerão de acordo com características dessas partículas e com a energia dos fótons. Por exemplo, quando não há nuvens o céu é azul, porque as partículas na atmosfera privilegiam o espalhamento dessa cor, mas no pôr do Sol o céu fica avermelhado, porque a camada de ar que a luz atravessa é maior, sendo o azul tão espalhado que acaba caindo fora da nossa visão, de modo que sobram os fótons de luz vermelha. Já quando há gotículas de água em suspensão formando as nuvens, essas partículas grandes espalham igualmente todas as cores de luz e com a mistura das cores o que vemos é o céu branco. Acreditamos que as figuras disponíveis na apresentação da aula ajudem a expor estas questões aos alunos.

#### **Referências:**

Para saber um pouco mais sobre os tópicos do curso, recomendamos a visita aos seguintes sítios internet:

- [Projeto Global Hands on Universe, desenvolvedor do \*Salsa\*](#)
- [How Stuff Works – como funciona a luz](#)

- Seara da Ciência – artigo sobre espectros
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física – Construção de um espectroscópio