

Astronomia Fundamental

Astronomia do século XIX: o surgimento da espectroscopia.

Clayton B. O. dos Reis

Antes do século XIX

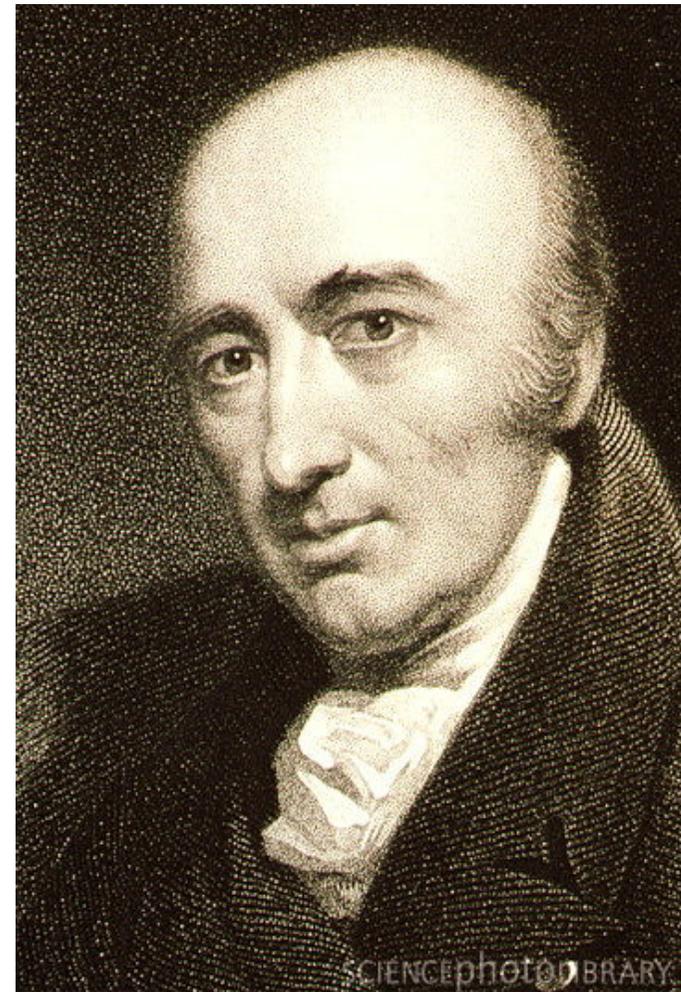
**Isaac Newton
(1642-1727)**
demonstrou, por volta de 1665-66, que a luz branca, se decompõe em luzes de diferentes cores, formando um espectro como o arco-íris.



Do início

William Hyde Wollaston (1766-1828)

Quase um século e meio depois da demonstração de Newton, Wollaston, Médico, físico e químico, britânico nascido em East Dereham, decidiu estudar, em 1802, a natureza do espectro luminoso. Ele queria separar as cores umas das outras, porém ao invés disso ele viu que o espectro era cortado por uma série de linhas pretas. Após isso Wollaston perdeu interesse pela questão.



Doze anos depois

Joseph von Fraunhofer (1787-1826)

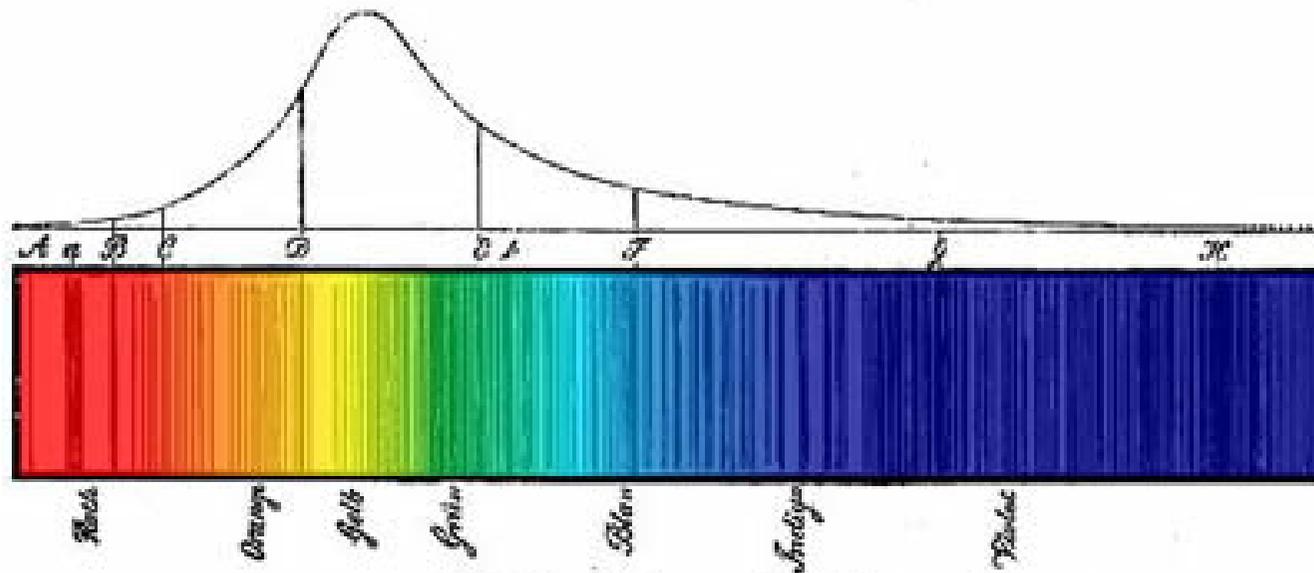
Nasceu em Straubing na Alemanha, era fabricante de instrumentos de vidros (lentes, prismas, microscópios e telescópios), repetiu o experimento de Wollaston. Ele aperfeiçoou o dispositivo de Wollaston e obteve uma imagem da série espectral mais definida, mostrando centenas de linhas escuras chamadas mais tarde de **linhas de fraunhofer**.



Doze anos depois

Intrigado com a imagem que obteve decidiu estudar as 576 linhas finas e pretas que conseguiu ver, deu o nome de letras maiúsculas: A, B, C ..., para as linhas mais fortes e minúsculas para as mais fracas, começando com A no vermelho.

vermelho.

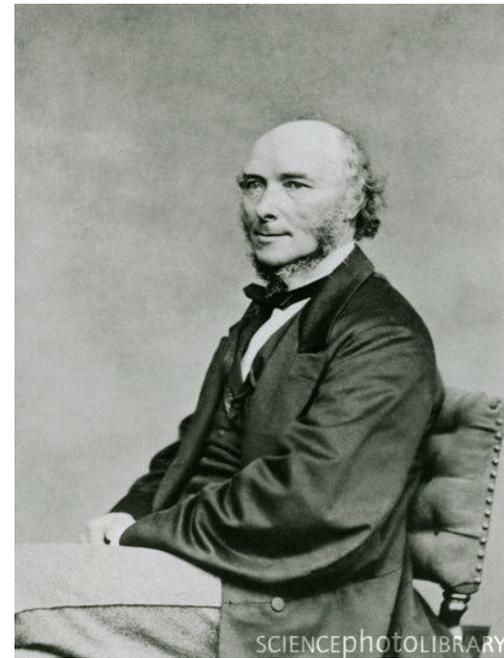


Zu Fraunhofer's Abh. Deutsche: 1814-15.

A presença de linhas escuras deveria permanecer um mistério por algum tempo, mas enquanto, isso outras investigações espectroscópicas estavam sendo realizadas. Como as do astrônomo e químico John Herschel e as do químico William Allen Miller.



John Herschel



William Allen Miller

- **John Herschel (1792-1891)** - Lembrado hoje por seu trabalho pioneiro no desenvolvimento da fotografia. Mostrou que quando certas substancias era aquecidas, cada elemento apresentava suas próprias linhas brilhantes características.
- **William Allen Miller (1817-1870)** – Professor de química do King's College, de Londres. Investigou espectros de muitas substancias e tirou fotografias de alguns deles, e comprovou em laboratório que se a luz solar passasse através de varios gases apareceriam linhas escuras adicionais.

Espectroscopia estabelecida

Apesar de estarem criadas as bases da análise espectral, esta só viria a estabelecer-se pela proveitosa colaboração entre o químico Robert Bunsen (1811-1899) e o físico Gustav Kirchhoff (1824-1887).



KIRCHHOFF E BUNSEN

Espectroscopia estabelecida

- Por volta de 1857, Bunsen inventa o "bico de Bunsen".
- Nesta mesma época Kirchhoff, sugeriu que a luz proveniente das chamas coloridas poderia ser melhor estudada se ela fosse feita passar através de um prisma.
- Em 1859, Bunsen e Kirchhoff desenharam e construíram um **espectroscópio** que iria revolucionar o estudo da astrofísica.



bico de Bunsen



Espectroscópio
Kirchhoff- Bunsen

Usando o “Bico de Busen” e o espectroscópio, os dois cientistas prontamente descobriram que os espectros obtidos a partir destas chamas mostravam conjuntos de finas linhas espectrais brilhantes traçadas contra um fundo escuro. **Mais tarde eles encontraram que cada elemento químico produz um arranjo (“desenho”) único de linhas espectrais (linhas brilhantes).** Assim nasceu, em 1859, a técnica da **análise espectral**, a identificação de substâncias químicas a partir do desenho característico das linhas espectrais que a sua luz continha.

Leis de Kirchhoff

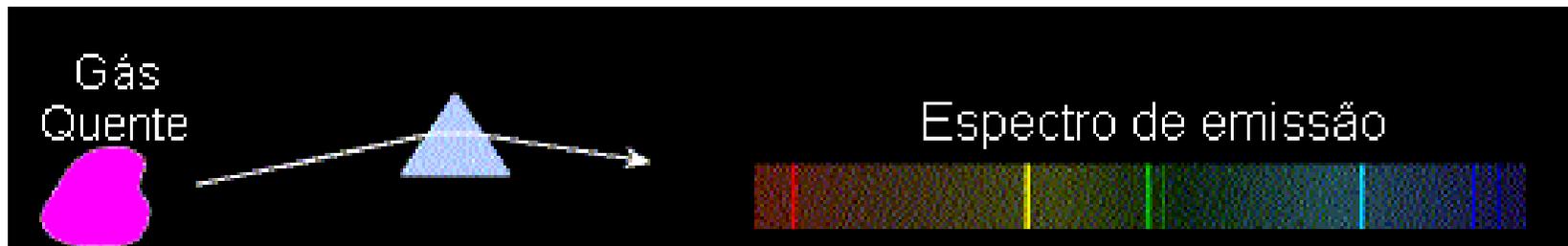
De suas experiências, Kirchhoff formulou as três leis empíricas da espectroscopia, para determinar a composição de uma mistura de elementos:

1) Um corpo **opaco** quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro **contínuo**.



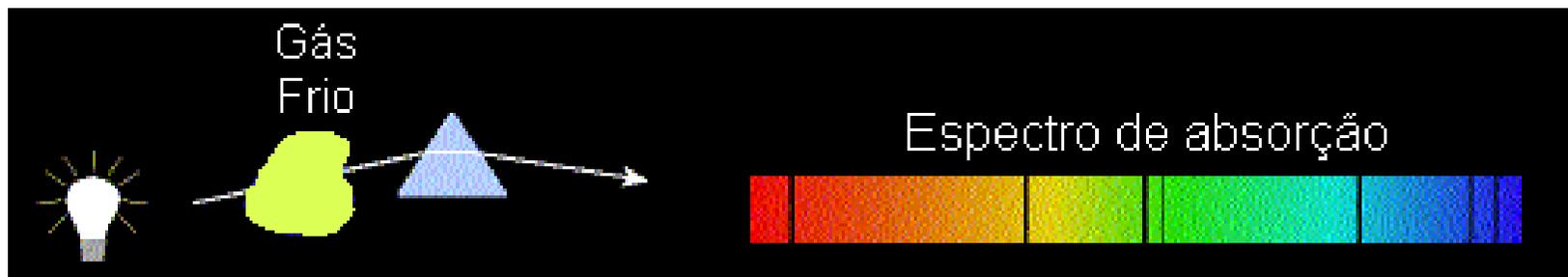
Leis de Kirchhoff

2) Um gás **transparente** produz um espectro de **linhas** brilhantes (de emissão). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.



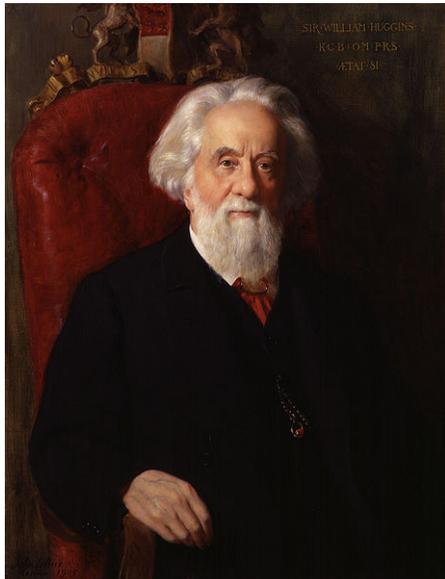
Leis de Kirchhoff

3) Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.

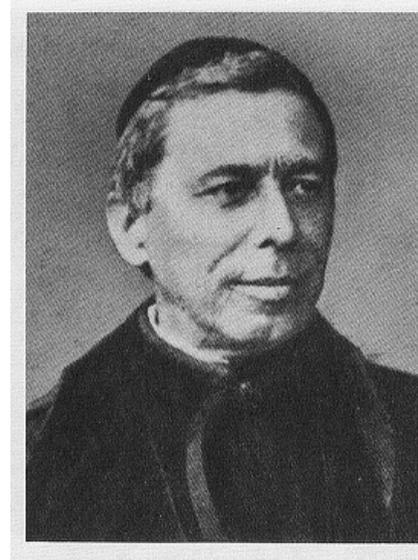


Nascimento da Espectroscopia Estelar

Embora Fraunhofer, tivesse observado que as estrelas tinham espectros de linhas escuras como o Sol, investigações mais completas dos espectros das estrelas foram feitas por *Sir William Huggins* (1824-1910) e pelo jesuíta Irmão Angelo Secchi (1818-1878) do observatório do Vaticano.



William Huggins



Angelo Secchi

Nascimento da Espectroscopia Estelar

- **William Huggins** – Em 1864, fez uma série de observações em nebulosas, e encontra espectros de linhas brilhantes, resolvendo o mistério das nebulosas.
- **Angelo Secchi** – Em 1863, acoplou ao seu telescópio um espectroscópio e decidiu observar as estrelas. O resultado imediato foi a descoberta de que várias estrelas mostravam linhas de absorção riscando seus espectros. Com base em suas observações, ele foi o primeiro astrônomo a classificar os espectros estelares em **tipos espectrais (linhas escuras)**.

Classificação espectral

Os espectros estelares eram muito variados, e para lidar com esta diversidade, os astrônomos reuniram espectros de aparência similar em classes espectrais. Este trabalho pioneiro foi realizado, no início do século XX, por um grupo de astrônomos sob a supervisão de Edward C. Pickering no Harvard College.

Uma grande parte deste trabalho foi realizada por Annie Jump Cannon (1863-1941) que, sozinha, classificou os espectros de 225 000 estrelas até magnitude 9 entre 1918 e 1924, publicadas no *Henry Draper Catalogue*. Ela notou que as estrelas iam de azuis-esbranquiçadas a avermelhadas e classificou seus espectros de acordo com as linhas de hidrogênio, sendo A a mais forte, B a seguinte, C e assim por diante.

Classificação espectral

Atualmente as estrelas são classificadas **em função decrescente da temperatura**, como O B A F G K M:

Classe	Cor	Graus K	Massa	Raio	Exemplo
O	Azul	50 mil	60	15	Mintaka
B	Azulada	28 mil	18	7	Rigel
A	Branco	10 mil	3.2	2.5	Sirius
F	amarelado	7.400	1.7	1.3	Procion
G	Amarelo	6 mil	1.1	1.1	O Sol / Capela
K	Laranja	4.900	0.8	0.9	Aldebarã
M	Vermelho	3 mil	0.3	0.4	Betelgeuse

Novas descobertas

Vários elementos continuavam a ser encontrados nas mais variadas amostras, devido a espectroscopia. Porém uma descoberta que é interessante ser citada aconteceu durante o eclipse solar de 1868, os astrônomos decidiram fazer a análise espectral da luz proveniente da parte mais externa do Sol, aquela que fica exposta quando o disco da Lua encobre o disco solar. Ao fazer isso eles encontraram uma nova linha espectral imediatamente atribuída a um novo elemento químico, desconhecido na Terra, e que foi chamado de "hélio".

Novas descobertas

Durante muito tempo os cientistas pensaram que haviam descoberto um elemento químico que não existia na Terra o que, se fosse verdade, derrubaria a hipótese que todos os elementos químicos são encontrados na superfície do nosso planeta. Somente em 1895 é que os cientistas conseguiram obter o hélio nos laboratórios terrestres, ao analisarem gases obtidos a partir do urânio.

Concluindo...

O surgimento da espectroscopia foi muito importante para entender pra o entendimento da astrofísica, pois sem ela ficaria muito difícil estudar os corpos celestes que estão inacessíveis.

Bibliografia

- **Ronan, Colin A. - A História Ilustrada da Ciência, vol III - Universidade de Cambridge - Editora Jorge Zahar.]**
- **http://www.on.br/site_edu_dist_2011/site/conteudo/modulo2/3_espectros_estelares/espectro/historia.html**
- **http://astro.nfist.pt/old/astrofisica/classificacao_estelar/classif.htm**
- **<http://www.if.ufrj.br/teaching/elem/e00210.html>**
- **<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>**
- **http://www.prof2000.pt/users/angelof/af16/ts_estrelas/espectros_estelares_e_classificacao.htm**
- **<http://www.experimentum.org/blog/?p=567>**