

# Modelo Atómico de Bohr



Niels Bohr  
(1885-1962)

# Niels Henrik David Bohr



Niels Henrik David Bohr nasceu no dia 7 de Outubro de 1885, em Copenhaga. Niels Bohr era filho de Christian Bohr e Ellen Adler Bohr. Christian Bohr, professor de fisiologia na Universidade de Copenhaga, tornou-se famoso devido ao seu trabalho sobre os aspectos físicos e químicos da respiração.

Niels Bohr tinha dois irmãos: Jenny e Harald. Niels, assim como o seu irmão Harald Bohr ( que se viria a tornar um famoso matemático ), cresceu num ambiente favorável ao desenvolvimento das suas capacidades, pois o seu pai era um importante fisiólogo e foi responsável pelo despertar do interesse de Niels pela física, e a sua mãe descendia de uma família que se

destacou no campo da educação.

Em 1903, Niels matriculou-se na Escola Secundária de Gammelholm. Mais tarde, Bohr entrou para a Universidade de Copenhaga, onde foi influenciado pelo Professor Christiansen, um físico profundamente original e altamente dotado, e acabou o seu mestrado em física em 1909 e o seu doutoramento em 1911.

Quando ainda era estudante, um anúncio, da Academia de Ciências de Copenhaga, de um prémio para quem resolvesse um determinado problema científico levou-o a realizar uma investigação teórica e experimental sobre a tensão da superfície provocada pela oscilação de jactos fluídos. Este trabalho, levado a cabo no laboratório do seu pai, ganhou o prémio (a medalha de ouro) e foi publicado em "Transactions of the Royal Society", em 1908.

Bohr continuou as suas investigações e a sua tese de doutoramento incidiu sobre as propriedades dos metais com a ajuda da teoria dos electrões que ainda hoje é um clássico no campo da física. Nesta pesquisa Bohr confrontou-se com as implicações da teoria quântica de Planck.

No Outono de 1911, Bohr mudou-se para Cambridge, onde trabalhou no Laboratório Cavendish sob a orientação de J. J. Thomson.

Na Primavera de 1912, Niels Bohr passou a trabalhar no Laboratório do Professor Rutherford, em Manchester.

Neste laboratório, Bohr realizou um trabalho sobre a absorção de raios alpha, que foi publicado na "Philosophical Magazine", em 1913.

Entretanto, Bohr passou a dedicar-se ao estudo da estrutura do átomo, baseando-se na descoberta do núcleo atômico, realizada por Rutherford.

No mesmo ano, Bohr casou com Margrethe Norlund, com quem viria a ter seis filhos.

Quando regressou à Dinamarca em 1913, Bohr procurou estender ao modelo atômico proposto por Rutherford os conceitos quânticos de Planck.

Bohr acreditava que, utilizando a teoria quântica de Planck, seria possível criar um novo modelo atômico, capaz de explicar a forma como os electrões absorvem e emitem energia radiante. Esses fenómenos eram particularmente visíveis na análise dos espectros luminosos produzidos pelos diferentes elementos. Ao contrário do produzido pela luz solar, esses espectros apresentam linhas de luz com localizações específicas, separadas por áreas escuras. Nenhuma teoria conseguira até então explicar a causa dessa distribuição.

Em 1913, Bohr, estudando o átomo de hidrogénio, conseguiu formular um novo modelo atômico. Bohr concluiu que o electrão do átomo não emitia radiações enquanto permanecesse na mesma órbita, emitindo-as apenas quando se desloca de um nível de maior energia (órbita mais distante do núcleo) para outro de menor energia (órbita menos distante).

A teoria quântica permitiu-lhe formular essa concepção de modo mais preciso: as órbitas não se localizariam a quaisquer distâncias do núcleo, pelo contrário, apenas algumas órbitas seriam possíveis, cada uma delas correspondendo a um nível bem definido de energia do electrão. A transição de uma órbita para a outra seria feita por saltos pois, ao absorver energia, o electrão saltaria para uma órbita mais externa e, ao emití-la, passaria para outra mais interna. Cada uma dessas emissões aparece no espectro como uma linha luminosa bem localizada.

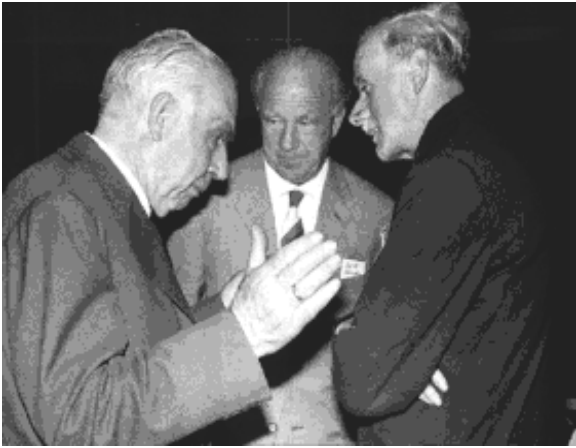
A teoria de Bohr, que foi sucessivamente enriquecida, representou um passo decisivo no conhecimento do átomo. Assim, a teoria de Bohr permitiu a elaboração da mecânica quântica partindo de uma sólida base experimental.

A publicação da teoria sobre a constituição do átomo teve uma enorme repercussão no mundo científico. Com apenas 28 anos de idade, Bohr era um físico famoso com uma brilhante carreira.

De 1914 a 1916 foi professor de Física Teórica na Universidade de Victoria, em Manchester. Mais tarde, voltou para Copenhaga, onde foi nomeado director do Instituto de Física Teórica em 1920.

Em 1922, a sua contribuição foi internacionalmente reconhecida quando recebeu o Prémio Nobel da Física.

No mesmo ano, Bohr escreveu o livro "The Theory of Spectra and Atomic Constitution", cuja segunda edição foi publicada em 1924.



Com o objectivo de comparar os resultados obtidos por meio da mecânica quântica com os resultados que, com o mesmo sistema, se obteriam na mecânica clássica, Bohr enunciou o princípio da correspondência. Segundo este princípio, a mecânica clássica representa o limite da mecânica quântica quando esta trata de fenómenos do mundo microscópico.

Bohr estudou ainda a interpretação da estrutura dos átomos complexos, a natureza das radiações X e as variações progressivas das propriedades químicas dos elementos.

Bohr dedicou-se também ao estudo do núcleo atômico. O modelo de núcleo em forma de "gota de água" revelou-se muito favorável para a interpretação do fenómeno da fissão do urânio, que abriu caminho para a utilização da energia nuclear. Bohr descobriu que durante a fissão de um átomo de urânio desprendia-se uma enorme quantidade de energia e reparou então que se tratava de uma nova fonte energética de elevadíssimas potencialidades. Bohr, com a finalidade de aproveitar essa energia, foi até Princeton, na Filadélfia, onde se encontrou com Einstein e Fermi para discutir com estes o problema.

Em 1933, juntamente com seu aluno Wheeler, Bohr aprofundou a teoria da fissão, evidenciando o papel fundamental do urânio 235. Estes estudos permitiram prever também a existência de um novo elemento, descoberto pouco depois: o plutônio.

Em 1934, publicou o livro "Atomic Theory and the Description of Nature", que foi reeditado em 1961.

Em Janeiro de 1937, Bohr participou na Quinta Conferência de Física Teórica, em Washington, na qual defendeu a interpretação de L. Meitner e Otto R. Frisch, também do Instituto de Copenhaga, para a fissão do urânio. Segundo esta interpretação, um núcleo atômico de massa instável era como uma gota de água que se rompe.

Três semanas depois, os fundamentos da teoria da "gota de água" foram publicados na revista "Physical Review". A esta publicação seguiram-se muitas outras, todas relacionadas com o núcleo atômico e a disposição e características dos electrões que giram em torno dele.

Um ano depois de se ter refugiado em Inglaterra, devido à ocupação nazi da Dinamarca, Bohr mudou-se para os Estados Unidos, onde ocupou o cargo de consultor do laboratório de energia atômica de Los Alamos. Neste laboratório, alguns cientistas iniciavam a construção da bomba atômica.

Bohr, compreendendo a gravidade da situação e o perigo que essa bomba poderia representar para a humanidade, dirigiu-se a Churchill e Roosevelt, num apelo à sua responsabilidade de chefes de Estado, tentando evitar a construção da bomba atômica.

Mas a tentativa de Bohr foi em vão. Em julho de 1945 a primeira bomba atômica experimental explodiu em Alamogordo. Em Agosto desse mesmo ano, uma bomba atômica destruiu a cidade de Hiroshima. Três dias depois, uma segunda bomba foi lançada em Nagasáqui.

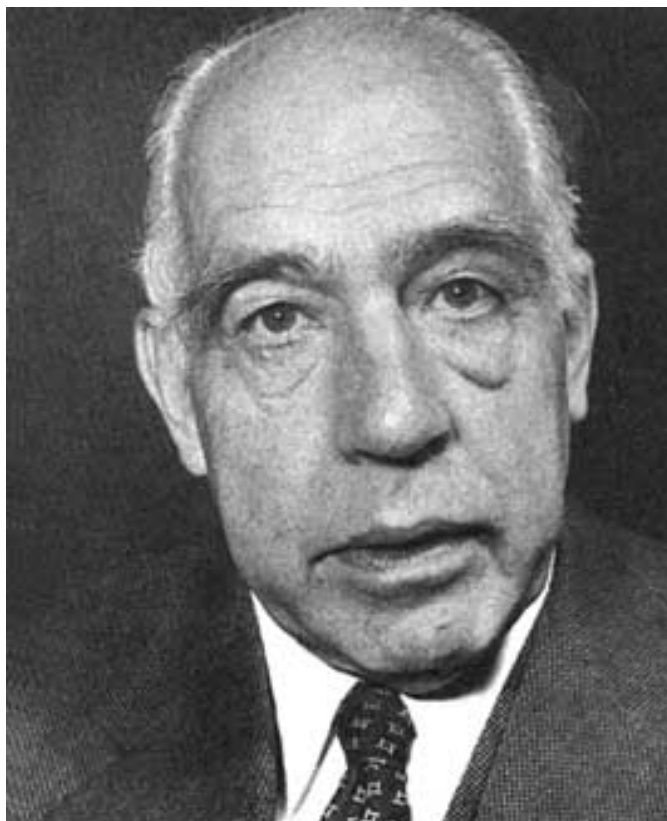
Em 1945, finda a II Guerra Mundial, Bohr regressou à Dinamarca, onde foi eleito presidente da Academia de Ciências. Bohr continuou a apoiar as vantagens da colaboração científica entre as nações e para isso foi promotor de congressos científicos organizados periodicamente na Europa e nos Estados Unidos.

Em 1950, Bohr escreveu a "Carta Aberta" às Nações Unidas em defesa da preservação da paz, por ele considerada como condição indispensável para a liberdade de pensamento e de pesquisa.

Em 1955, escreveu o livro "The Unity of Knowledge".

Em 1957, Niels Bohr recebeu o Prémio Átomos para a Paz. Ao mesmo tempo, o Instituto de Física Teórica, por ele dirigido desde 1920, afirmou-se como um dos principais centros intelectuais da Europa.

Bohr morreu a 18 de Novembro de 1962, vítima de uma trombose, aos 77 anos de idade.



# MODELO ATÓMICO DE BOHR

Os problemas com o modelo do átomo de Rutherford foram resolvidos de uma forma surpreendente pelo jovem físico dinamarquês Niels Bohr. Em 1912, Bohr determinou algumas leis para explicar o modelo pelo qual os electrões giram em órbita ao redor do núcleo atómico. O que tornou a sua abordagem especialmente interessante foi que ele não tentou justificar as suas leis ou encontrar razões para elas. As leis faziam muito pouco sentido, quando comparadas com as teorias já bem estabelecidas da Física. Com efeito, Bohr dizia: "Aqui estão algumas leis que parecem impossíveis, porém elas realmente correspondem ao modo como os sistemas atómicos parecem funcionar, de forma que vamos usá-las".

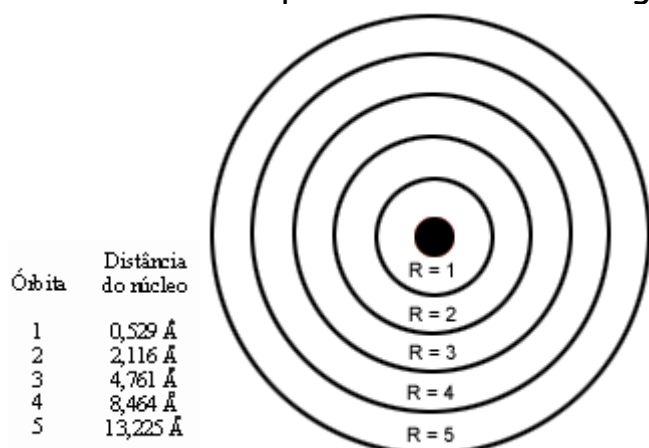
Bohr começou por presumir que os electrões em órbita não descreviam movimento em espiral em direcção ao núcleo. Isto contradizia tudo que se conhecia de electricidade e magnetismo, mas adaptava-se ao modo pelo qual as coisas aconteciam. Nesta ocasião Bohr determinou as suas duas leis para o que realmente ocorre.

- Primeira Lei: os electrões podem girar em órbita somente a determinadas distâncias permitidas do núcleo.

Considere o átomo de hidrogénio, por exemplo, que possui apenas um electrão girando ao redor do núcleo. Os cálculos de Bohr mostraram quais as órbitas possíveis. A figura mostra as cinco primeiras destas órbitas permitidas. A primeira órbita situa-se um pouco além de um Ângstron do núcleo (0,529 Ângstron). A segunda órbita permitida situa-se em um pouco mais de que 2 Ângstron do núcleo (2,116 Ângstron).

Embora a figura mostre apenas as cinco primeiras órbitas, não existe limite para o número de órbitas teoricamente possíveis. Por exemplo, a centésima órbita de Bohr para o átomo de hidrogénio estaria dez mil vezes mais afastada do núcleo do que a primeira órbita, a uma distância de 5.290 Ângstron.

Órbitas de Bohr para o átomo de hidrogénio:



Entretanto, as órbitas extremamente distantes, tais como a décima, a vigésima ou a centésima órbita, são improváveis. É bastante provável que um electrão em uma órbita distante fosse perdido pelo átomo. Em outras palavras outro átomo o arrebataria, ou uma onda de energia electromagnética o deixaria como um "electrão livre" movendo-se através do espaço entre os átomos. Por conseguinte, as órbitas mais importantes, aquelas que desempenham um papel principal na produção do espectro linear de um átomo, são as órbitas mais internas.

É uma lei bastante estranha esta de os electrões poderem ocupar apenas determinadas órbitas fixas. Isto significa dizer que a maioria das órbitas seriam impossíveis. Um electrão de hidrogénio não poderia girar numa órbita a 0,250, 1,000 ou 2,150 Ângstron; as únicas órbitas permitidas são as enumeradas na figura.

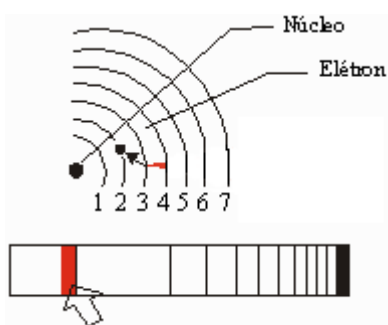
Este é um comportamento muito diferente daquele dos objectos que nos cercam. Suponha que uma bola arremessada de uma sala só pudesse seguir 2 ou 3 trajectos determinados, em vez das centenas de trajectos diferentes que ela realmente pode seguir. Seria como se a sala tivesse trajectos invisíveis orientando a bola. Assim, a lei de Bohr afirma que os electrões agem como se o espaço ao redor do núcleo atómico possuísse trajectos invisíveis. Mas Bohr não deu justificativa para esta estranha situação.

Neste ponto chegamos à Segunda lei de Bohr.

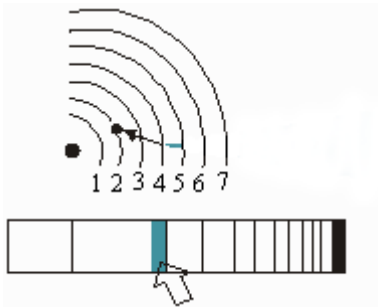
- Segunda Lei: um átomo irradia energia quando um electrão salta de uma órbita de maior energia para uma de menor energia.

Além disso, um átomo absorve energia quando um electrão é deslocado de uma órbita de menor energia para uma órbita de maior energia.

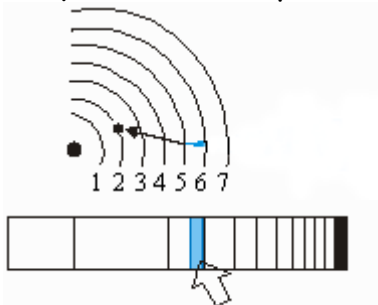
Em outras palavras, os electrões saltam de uma órbita permitida para outra à medida que os átomos irradiam ou absorve energia. As órbitas externas do átomo possuem mais energia do que as órbitas internas. Por conseguinte, se um electrão salta da órbita 2 para a órbita 1, há emissão de luz, por outro lado, se luz de energia adequada atingir o átomo, esta é capaz de impelir um electrão da órbita 1 para a órbita 2. Neste processo, a luz é absorvida.



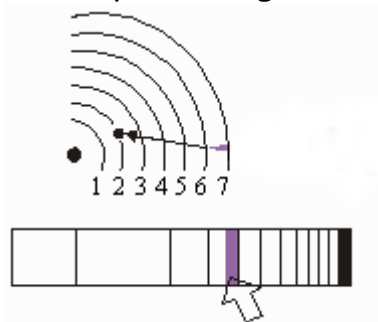
A linha vermelha no espectro atómico é causada por electrões que saltam da terceira órbita para a segunda órbita.



A linha verde-azulada no espectro atómico é causada por electrões que saltam da quarta órbita para a segunda órbita.



A linha azul no espectro atómico é causada por electrões que saltam da quinta órbita para a segunda órbita.



A linha violeta mais brilhante no espectro atómico é causada por electrões que saltam da sexta órbita para a segunda órbita.

É interessante notar que os comprimentos de onda da luz encontrada no espectro do hidrogénio corresponde a diferentes órbitas. (O comprimento de onda estabelece uma relação com a energia. Os menores comprimentos de onda de luz significam vibrações mais rápidas e maior energia). Por exemplo, a linha verde-azulada no espectro linear do hidrogénio é causada por electrões que saltam da Quarta órbita para a Segunda órbita. A figura mostra como cada linha no espectro resulta de um determinado salto de electrões.

Observe que todos os saltos na figura são de órbitas de maior nível para a órbita 2. O salto de mais baixa energia é o da terceira órbita para a segunda, e este salto produz a linha vermelha a 6,563 Ângstron. Finalmente, existe uma série de linhas na extremidade violeta do espectro, produzida por electrões que saltam de órbitas externas distantes para a Segunda órbita.

No caso dos átomos de hidrogénio, somente os saltos para a Segunda órbita produzem linhas espectrais na parte visível do espectro. Os saltos para a



primeira órbita produzem irradiação ultravioleta ondas mais curtas do que as luminosas, ao passo que os saltos para a Terceira, Quarta e Quinta órbita produzem irradiação infravermelha (ondas mais longas do que as luminosas).

As órbitas determinadas por Bohr e a forma pela qual os electrões saltam entre estas destruíram a antiga imagem dos electrões girando em espiral em direcção do núcleo. Também anulava a existência de radiação atómica ser um espectro luminoso contínuo, e responsável pelo espectro linear.

Era tudo muito estranho. As ideias arrojadas e imaginativas de Bohr engendraram algo que funcionava muito bem. Mas nem Bohr nem ninguém poderia compreender exactamente como funcionava.

Benedita Petejo n.º4

Carina Novo n.º5

Fábio Cerqueira n.º8

Inês Carvalho n.º13

Sara Santos n.º24