



Coordenação de Armindo Rodrigues

**Autores:**

Cláudio Gomes

Nuno Sá

## Ano Internacional Quântico: 1. O Nascimento duma Ideia

A Organização das Nações Unidas declarou 2025 como o Ano Internacional da Ciência e Tecnologia Quânticas na sequência do centenário dos artigos científicos das fundações matemáticas e interpretação probabilística da Mecânica Quântica por Heisenberg, Born e Jordan. O objetivo é disseminar conhecimentos desta área da Física, bem como das inúmeras invenções e inovações associadas à mesma. Convidamos o leitor a seguir artigos no UAciência deste ano, relativos a esta efeméride, começando este com a história da Física Quântica.

Até ao Séc. XIX, a Física Clássica tinha um poder preditivo enorme e grandes cientistas como Lord Kelvin achavam que já se tinha descoberto toda a Física que existia. No entanto, a previsão clássica, baseada no Eletromagnetismo, para a radiação emitida um corpo sólido quente (Lei de Rayleigh-Jeans) não correspondia ao observado para os comprimentos de onda mais baixos, sendo esperado, na verdade, que a quantidade de energia total radiada fosse infinita, o que era manifestamente absurdo, o que foi designado como a catástrofe do ultravioleta por Paul Ehrenfest em 1911.

**Max Planck** em 1900 introduziu a ideia de que a energia, para movimentos com uma dada frequência, só podia ocorrer em múltiplos dessa frequência, chamando a esse mínimo de energia um **quantum**. Com base nisto, **Albert Einstein** explicou o efeito fotoelétrico, pelo qual a incidência de radiação em cer-

tos materiais pode produzir corrente elétrica, mas só acima duma dada frequência da radiação. Este é efeito que permite que certas portas automáticas se abram, quando o feixe de radiação é interrompido. Em 1913, **Niels Bohr** avançou o seu modelo atómico em que os eletrões se situam em órbitas em torno do núcleo com energia fixa bem determinada.

Desta forma, começou-se a atribuir à luz características próprias das partículas de matéria; a luz seria composta de **quanta**, e não distribuída continuamente pelo espaço na forma de ondas, como até então se pensava (Eletromagnetismo). Em 1924, **Louis de Broglie** entendeu que as partículas elementares, como o eletrão, tal como a luz, exibem ambos comportamentos, de partícula mas também de onda, nascendo assim a chamada dualidade onda-partículas.

Estes 4 fundamentais trabalhos permitiram a primeira formulação bem-sucedida da Mecânica Quântica, baseada numa interpretação probabilística dos resultados, por **Werner Heisenberg**, **Max Born** e **Pascual Jordan** em 1925.

No ano seguinte, **Erwin Schrödinger** introduz a sua famosa equação que descreve a evolução temporal da função de onda (**equação de Schrödinger**), a qual por sua vez descreve o estado quântico de um sistema. Em 1927, surgiu a formulação do **Princípio da Incerteza** por Heisenberg que afirma que as medições simultâneas da posição e do momento de

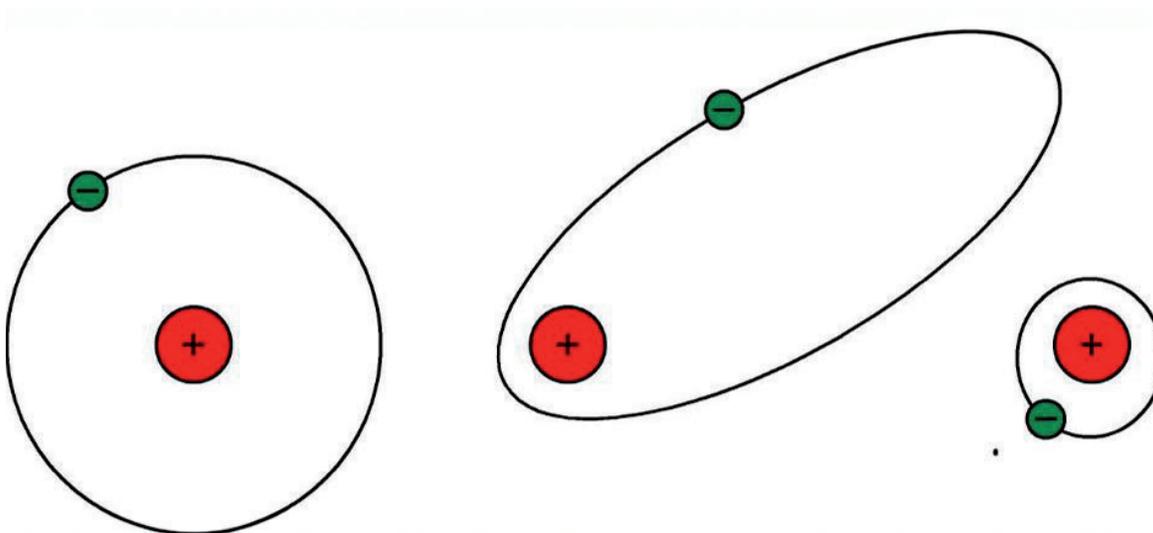


Figura 1: De acordo com a Física Clássica, um eletrão devia poder mover-se em torno dum núcleo atómico em qualquer órbita possível; desta forma, todos os átomos seriam diferentes, contrariamente à evidência.

Coordenação de Armindo Rodrigues

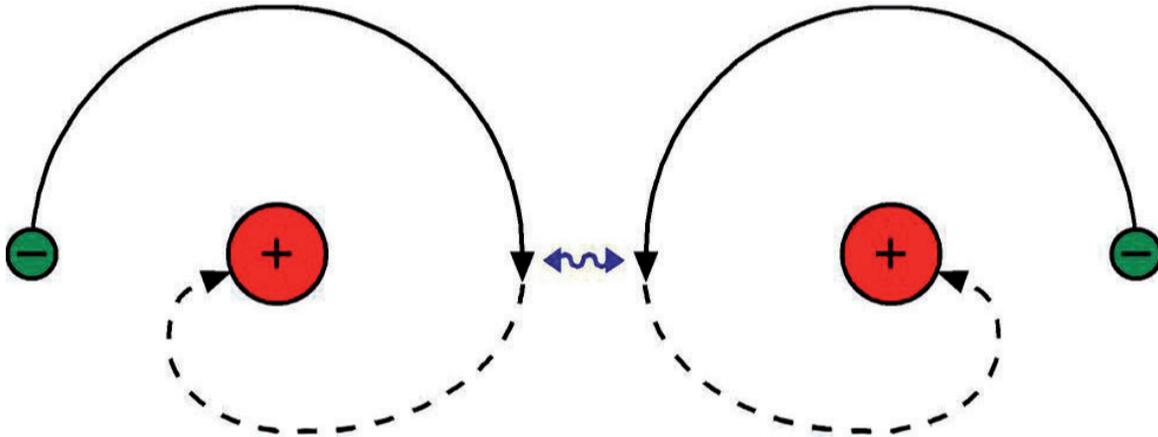


Figura 2: Além disso, um elétron, sofrendo uma influência externa, por exemplo doutro elétron, podia alterar a sua órbita e cair no núcleo!

uma partícula não podem ambas ser feitas com total precisão. Em 1928, **Paul Dirac** contruiu uma equação de onda compatível com a Relatividade (a de Schrödinger não o é) para partículas com spin 1/2, como os elétrões, que ficou associada ao seu nome, a qual contemplava a existência de partículas com energia negativa (viajando para trás no tempo!) e que foram mais tarde identificadas como antipartículas (com energia positiva e viajando para a frente no tempo). A computação quântica foi iniciada por um desafio de **Richard Feynman** numa das suas aulas em 1935, pois a Física Quântica deveria melhorar o poder de processamento, algo que tem sido matéria de intensa investigação nas últimas décadas.

A Mecânica Quântica foi durante os anos 40 a 60 alargada para construir a **Teoria Quântica dos Campos**, que permite descrever a criação e desintegração de partículas.

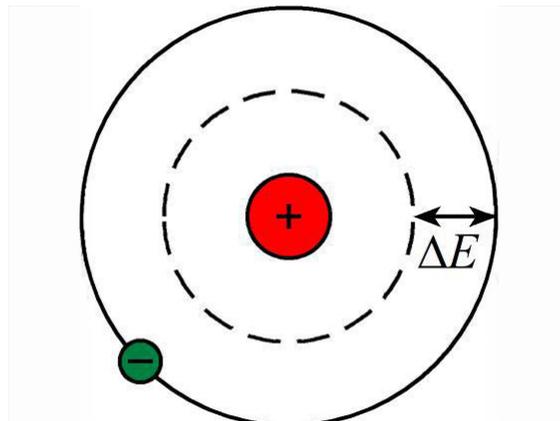
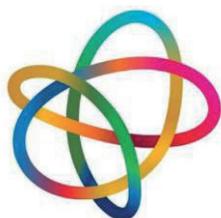


Figura 3: A Mecânica Quântica resolveu estes problemas, prevendo que só um número limitado de órbitas é acessível aos elétrões, e diferindo elas por quantidades certas de energia.



**INTERNATIONAL YEAR OF  
Quantum Science  
and Technology**

## Ano Internacional Quântico

A Física Quântica, que engloba a Mecânica Quântica e a Teoria Quântica dos Campos, para além de resolver os problemas que lhe deram origem (radiação dum corpo sólido, estabilidade dos átomos), oferece uma descrição fundamental da Física de Partículas e das pro-

priedades dos materiais, e tem implicações na sociedade: chips, lasers, grafeno e muitos outros desenvolvimentos. Há também problemas em aberto e inconsistências que importa entender. A Física ainda não está toda descoberta!