



Coordenação de Armindo Rodrigues

Autor:  
Cláudio Gomes  
Nuno Sá

## Ano Internacional Quântico 2: O Prémio Nobel da Física de 2025

O prémio Nobel da Física de 2025 foi atribuído ao inglês John Clarke, ao francês Michel H. Devoret e ao norte-americano John M. Martinis, todos Professores em Universidades nos Estados Unidos da América, pela descoberta do efeito de túnel quântico macroscópico e pela quantização da energia num circuito elétrico. As nossas experiências comuns dizem-nos com toda a certeza de que se lançarmos uma bola contra uma parede, ela ressalta (a menos que fure a parede). No entanto, em experiências quânticas, o equivalente seria haver uma probabilidade de ela passar a parede, sem a destruir (ver Fig. 1)! Este é o chamado efeito de túnel, em que partículas elementares ou núcleos atómicos podem atravessar barreiras de energia que, em princípio, não deveriam conseguir ultrapassar (ver Fig. 2).

Este efeito de túnel é um efeito quântico a escalas microscópicas. No entanto, os laureados conseguiram demonstrar este efeito em escalas macroscópicas através de um circuito com dois supercondutores ligados entre si por um isolador muito fino (esta configuração chama-se junção de Josephson). Num material condutor normal, os eletrões "empurram-se" uns aos outros e ao material. Mas quando o material se torna supercondutor, os eletrões agrupam-se em pares – os pares de Cooper – e formam uma corrente elétrica sem resistência, e por consequência, a diferença de poten-

cial no circuito é também ela nula. Ora, quando temos dois supercondutores separados por um isolante, esperar-se-ia que os pares de Cooper se comportassem como duas partículas, uma por cada supercondutor. No entanto, ao passar uma corrente muito baixa no circuito, este tinha o comportamento de uma única partícula. Ou seja, os eletrões passaram por efeito de túnel de um supercondutor para o outro, havendo uma diferença de potencial na junção (ver Fig. 3).

Outra questão central desta descoberta tem que ver com a discretização dos valores de energia que absorve ou emite de um circuito elétrico com materiais supercondutores integrado num chip. Ora, que um átomo possui pacotes de energia bem definidos associados às transições eletrónicas entre orbitais é algo bem conhecido, mas a nível macroscópico onde milhões de eletrões se comportam de forma coerente é a novidade. Através de radiação de micro-ondas, os laureados conseguiram manipular e controlar os seus estados quânticos desse circuito como se fosse um átomo.

Estas descobertas abrem portas a inovações tecnológicas que seguramente vão impactar a sociedade. Do estudo teórico da Física Quântica até às suas aplicações leva tempo, mas os seus impactos ajudam a entender a Natureza e podem beneficiar a Humanidade.

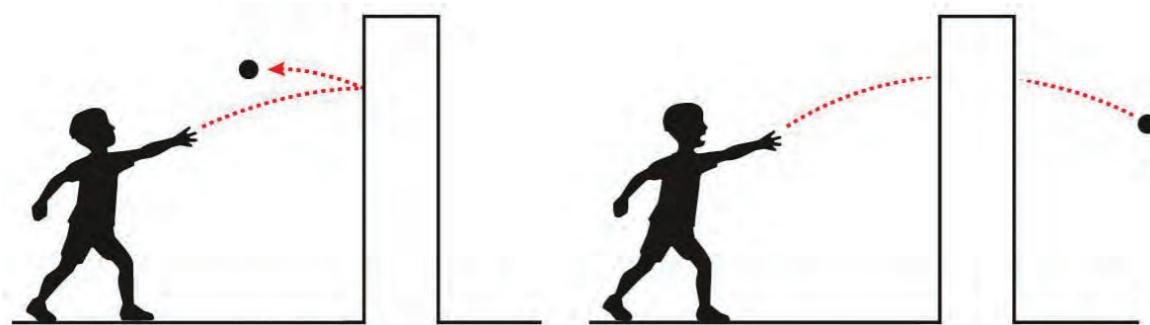


Fig. 1. Comparação entre o mundo macroscópico à esquerda e o mundo quântico à direita, no qual há uma probabilidade de a bola atravessar a parede. Créditos: Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.

Coordenação de Armindo Rodrigues

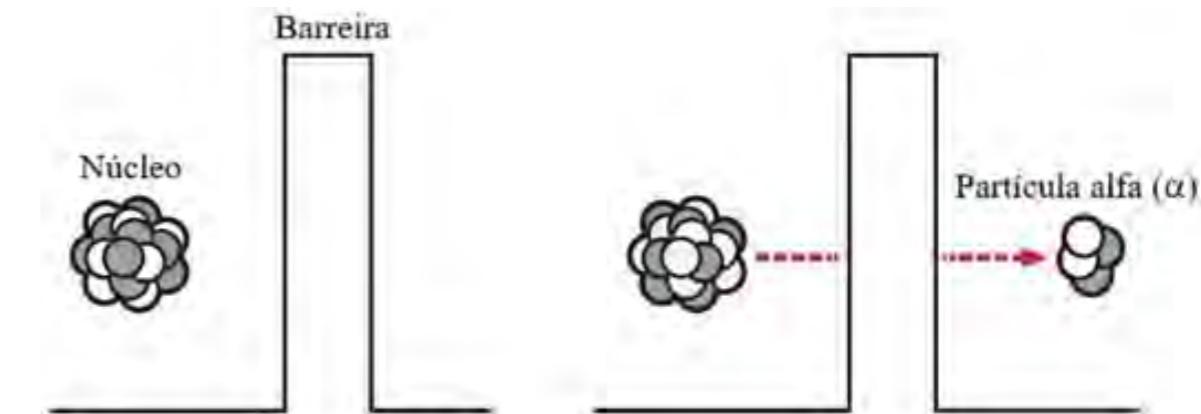


Fig. 2. Um caso particular de decaimento de núcleo atómico ocorre através de efeito de túnel quântico (decaimento alfa). Neste caso, a barreira não é um obstáculo material, mas sim uma "barreira de energia" que tem de ser superada para se dar o decaimento. Créditos: Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.

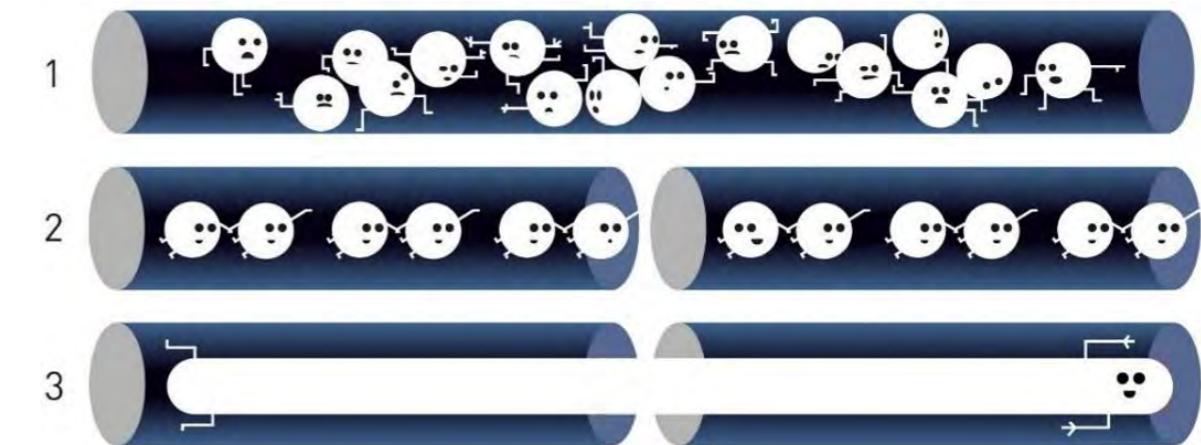
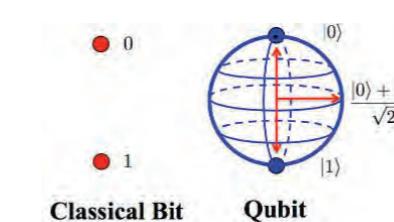


Fig. 3. Comportamento de eletrões num material condutor normal (1). Mas quando o material se torna supercondutor, os eletrões agrupam-se em pares de Cooper e formam uma corrente elétrica sem resistência. O espaço entre os supercondutores da figura é uma junção de Josephson (uma pequena separação isolante) (2). Os pares de Cooper comportam-se como uma partícula única a que está associada uma função de onda em todo o circuito elétrico (3). Créditos: Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.



## Computação Quântica

Estes circuitos supercondutores são a base de muitos dos qubits usados hoje em protótipos de computadores quânticos. Como podem estar numa superposição de estados (por exemplo, esta-

dos 0 e 1 simultaneamente) e entrelaçar-se com outros qubits, tornam-se candidatos ideais para realizar cálculos que seriam impraticáveis em computadores clássicos.