

100 anos da Mecânica Quântica

Carlos Herdeiro

Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro

herdeiro@ua.pt

No último mês de 2024, o autor desta crónica participou numa conferência no Instituto Erwin Schrödinger, em Viena, Áustria. Por coincidência, pernoitou num hotel que encarava a morada onde Schrödinger passou os seus últimos anos de vida, entre 1956 e 1961, ano em que faleceu - Fig. 1. Talvez esta presença do físico austríaco, imortalizado e celebrado na equação fundamental da Mecânica Quântica, pretendesse relembrar que 2025 foi declarado pelas Nações Unidas como o Ano Internacional da Ciência e Tecnologias Quânticas.



Figura 1 - Morada de Schrödinger em Viena entre 1956 e 1961 e detalhe da placa comemorativa no edifício (fotos do autor).

Em 1925-26 as formulações matemáticas da mecânica quântica foram estabelecidas. Werner Heisenberg, Max Born, Pascual Jordan e Schrödinger formularam a mecânica matricial e a mecânica ondulatória, inaugurando uma nova era no estudo do mundo subatómico. Desde então, conceitos como a dualidade onda-partícula, quantização de quantidades físicas, interpretações probabilísticas de eventos, o entrelaçamento quântico ou o princípio da incerteza, transformaram a nossa compreensão da Natureza, desafiando noções clássicas de tempo, espaço, causalidade e da própria realidade objetiva.

O último século provou que estas ideias não são meras abstrações teóricas; hoje encontram-se presentes na tecnologia da sociedade moderna, desde toda a eletrónica, ao laser e à energia nuclear. Para além de moldarem o presente, a ciência e as tecnologias quânticas prometem continuar a esculpir o futuro. Computadores quânticos, por exemplo, estão a começar a resolver problemas que ultrapassam a capacidade dos supercomputadores clássicos, com aplicações que vão da otimização de sistemas logísticos ao desenvolvimento de novos materiais e fármacos. Redes de comunicação quântica prometem segurança sem precedentes contra ataques cibernéticos, utilizando princípios de entrelaçamento para proteger informações.

Mas 2025 é mais do que uma comemoração de realizações tecnológicas; é também um momento de reflexão. O impacto das tecnologias quânticas na sociedade é profundo e multidimensional. Questões éticas, como o acesso equitativo às novas tecnologias e a preservação da privacidade, tornam-se centrais neste admirável (e interconectado) mundo novo. Além disso, a crescente complexidade destes sistemas exige uma colaboração internacional sem precedentes, rompendo barreiras culturais, políticas e económicas. Em paralelo cresce o risco de criar uma sociedade de utilizadores dependentes de tecnologias que não entendem, tornando-se facilmente manipuláveis.

Neste sentido, este ano simbólico e comemorativo serve para escolas, universidades e instituições de investigação por todo o mundo organizarem eventos para aproximar a ciência quântica do público. O desafio é traduzir conceitos muitas vezes contraintuitivos em ideias acessíveis, educando a população com espírito crítico e inspirando uma nova geração de cientistas e engenheiros. Afinal, a ciência é, antes de tudo, um empreendimento humano, movido pela curiosidade e pelo desejo de compreender os mistérios do universo. E aqui, a ciência quântica tem provocado alguns dos mais fascinantes debates do último século sobre ciência e filosofia.

Num outro desenvolvimento, a meio caminho entre o presente e a génesis da Mecânica Quântica, 2024 e 2025 celebram o casamento não consumado entre Mecânica Quântica e a Gravitação. Há meio século, Stephen Hawking publicou, em 1974 e 1975, dois artigos que mostravam que a aplicação da Mecânica Quântica aos objetos mais compactos do Universo - buracos negros - tornava-os menos negros, fazendo-os evaporar. Foi o início de uma revolução inacabada. De facto, o estudo Quântico da Natureza ainda oferece este enorme desafio teórico por vencer, e com uma extraordinária promessa de recompensa: um possível vislumbre do início do Universo.