Celso Luís Levada

Huemerson Maceti

Ivan José Lautenschleguer

Miriam de Magalhães Oliveira Levada

Grupo de ensino de Ciências da Uniararas

RESUMO

Neste artigo, trataremos do Prêmio Nobel de Física de 2012, concedido aos cientistas David Wineland e Serge Haroche, que desenvolveram um método de usar lasers para resfriar os íons ao zero absoluto para medir e estudar átomos individuais sem entrelaçamentos.

Palavras-chave: Prêmio Nobel; armadilhas quânticas; David Wineland e Serge Haroche

ABSTRACT

In this paper, we will discuss the physics Nobel Prize in 2012, awarded to scientists David Wineland and Serge Haroche, who developed a method of using lasers to cool ions absolute zero to measure and study individual atoms without entanglements.

Keywords: Nobel Prize; quantics traps; David Wineland e Serge Haroche

INTRODUÇÃO

O prêmio Nobel de Física de 2012 foi concedido a dois cientistas David Wineland e Serge Haroche, que desenvolveram um método de usar lasers para resfriar os íons ao zero absoluto, o que permite aos cientistas medir e estudar átomos individuais sem prejudicar o seu estado quântico originais. O invento foi concebido nos anos de 1990 e pode revolucionar a física quântica uma vez que consegue, pela primeira vez, estudar átomos isoladamente sem que haja o feito do emaranhamento. Serge Haroche e o David Geffrey Wineland desenvolveram técnicas experimentais capazes de medir e manipular sistemas quânticos individuais, usando a Óptica Quântica. Eles, no entanto, usaram técnicas diferentes e complementares: Haroche aprisionou fótons em uma cavidade formada por espelhos altamente refletores e os controlou com átomos ionizados (íons) enviados através dessa cavidade; por sua vez, Wineland usou campos eletromagnéticos para aprisionar íons em uma armadilha, e usou fótons para manipulá-los sem mudar seu estado quântico. Houve a participação, em alguns desses trabalhos, de físicos brasileiros como Nicim Zagury , Luiz Davidovich e Paulo Alberto Nussenzveig, no grupo do Haroche, e Vanderlei Salvador Bagnato no grupo do Wineland.

Serge Haroche, naturalizado francês, nasceu em 1944 em Casablanca, Marrocos, doutorou-se em 1971 na Universidade Pierre et Marie Curie, em Paris, e atualmente é professor no Collège de France e na Ecole Normale Supérieure. Por outro lado, David J. Wineland nasceu em 1944 em Milwaukee, EUA, doutorou-se em 1970 pela Universidade de Harvard e atualmente trabalha no National Institute of Standards and Technology (NIST) e na Universidade de Colorado Boulder, EUA. A descoberta de Wineland e Haroche acena para a possibilidade de construção do computador quântico. Não vai demorar muito para que os computadores sejam construídos com sistemas mecânicos quânticos, tais como aqueles em laboratórios Haroche e Wineland, resolver problemas além da capacidade de até mesmo os computadores mais avançados de hoje.

CONCEITOS BÁSICOS

Albert Einstein não acreditava na mecânica quântica. Quando perguntado por que ele não acreditava na mecânica quântica, Einstein dizia coisas como *"bem, Deus não joga dados com os seres humanos".* Além de Einstein, outros cientistas também discordavam de muitos aspectos da Mecânica quântica. O mundo quântico é extremamente frágil. Um dos maiores problemas de um sistema quântico é como medi-lo sem interferir nele. Por exemplo, quanto mais precisa for a medida da posição do elétron, mais vago o valor da sua velocidade. Isso porque o ato de medir interfere com o que está sendo medido: no caso, partículas de luz, os fótons, têm de ser refletidas no elétron e viajar até um detector. Para saber melhor onde está o elétron, o fóton precisa ter maior energia. Com isso, acaba "empurrando" o elétron, interferindo na sua posição. Haroche e Wineland conseguiram "prender" fótons entre dois espelhos, fazendo com que ricocheteassem inúmeras vezes antes de serem perdidos. Isso acaba construindo uma onda estável entre os dois espelhos, uma superposição coerente dos fótons. Para tal, o experimento tem de ser extremamente preciso e estável: qualquer interferência externa destruiria a coerência dos fótons. Esses "espelhos" foram feitos de material supercondutor e mantidos a temperaturas baixíssimas. Os fótons entre os espelhos fazem uma superposição de dois estados que sobrevive por um tempo, pela primeira vez, podendo explorar as propriedades do mundo quântico para fazer cálculos muito mais eficientemente do que os atuais.

Os pesquisadores Wineland e Haroche também desenvolveram um método de usar lasers para resfriar os íons de zero absoluto, o que permite aos cientistas medir e estudar átomos individuais sem prejudicar o seu estado quântico originais. O método permite aos pesquisadores observar os fótons suficientemente antes de decomposição, proporcionando uma melhor compreensão e controle das partículas.

Para YANO (2012), os nobelistas criaram métodos experimentais que permitem medir e manipular sistemas quânticos individuais, ito é, conseguiram controlar sistemas quânticos sem destruí-los . Os trabalhos, feitos de modo independente, abrem caminho para uma nova geração de computadores. O universo deles é o da física quântica, em que as leis são tão bizarras, como por exemplo, o fato de que partículas quânticas podem estar em vários estados diferentes simultaneamente. E observar isso era impossível antes de Haroche e Wineland, porque, quando cientistas isolavam uma partícula de seu sistema original, as propriedades quânticas se perdiam. Utilizando diferentes métodos, os grupos de pesquisa de Haroche e Wineland conseguiram controlar e contar partículas de luz e de matéria sem interferir em seu estado quântico natural.

Depois de capturar as partículas em uma armadilha formada por campo elétrico, os pesquisadores lançaram mão de pulsos de raio laser para reduzir seu estado de energia e controlá-las. O norte-americano, pesquisador da Universidade do Colorado em Boulder, prendeu íons, átomos eletricamente carregados, em uma espécie de ‘armadilha’ cercada por campos elétricos. A grande novidade do trabalho do pesquisador foi usar pulsos de raio laser, que colocam o íon em seu mais baixo estado de energia. Isso permite que fenômenos quânticos sejam estudados na partícula aprisionada. Já o francês, da Escola Normal Superior de Paris, fez o inverso: aprisionou fótons e os estudou com o uso de átomos. Em sua técnica, fótons de micro-ondas são mantidos saltando para frente e para trás dentro de uma pequena cavidade entre dois espelhos. Esses espelhos refletem tão bem, que um único fóton permanece aprisionado por mais de um décimo de segundo antes de desaparecer. O tempo,

apesar de parecer insignificante, é suficiente para fazer vários tipos de manipulações com a partícula sem destruí-la. Dentro da cavidade, os físicos construíram um campo eletromagnético com características quânticas, que apresentava dois estados diferentes ao mesmo tempo. À medida que esse campo ia ficando maior, seu funcionamento de aproximava de um sistema clássico, e ele passava a se manifestar em apenas um desses estados. Então, pela primeira vez, tornou-se possível realizar observações diretas dessas estruturas sem a necessidade de destruí-las, pois, em outros experimentos, devido à propriedade da superposição, os estados das partículas são emaranhados.

O método pioneiro de Haroche e Wineland abriu as portas para uma nova era de experimentação na física quântica, além de permitir que esse campo de pesquisa desse os primeiros passos rumo à construção de um novo tipo de computador super-rápido, baseado na física quântica. Até então, não se sabia as propriedade de uma partícula isolada, mas só um sistema de partículas. Agora, com o estudo de partículas quânticas individuais torna mais muito provável que o computador quântico seja construído.

Os trabalhos desenvolvidos pelos físicos Serge Haroch e David Wineland permitem ser possível observar partículas sem que estas tenham de ser destruídas para ser detectadas. Os átomos carregados ou íons são aprisionados numa “armadilha” constituída por campos elétricos. Usando feixes de laser para suprimir o movimento oscilatório dos íons e portanto fazer com que este se encontrasse no estado de menor energia, os pesquisadores conseguiram “congelar os íons” e estudá-los individualmente. Posteriormente por ajuste de um pulso de laser cuidadosamente preparado é possível colocar o íon num estado de sobreposição, ou seja, o átomo fica preparado para ocupar dois níveis de energia diferentes ao mesmo tempo.

A estrutura dos computadores quânticos

Um computador clássico tem uma memória feita de bits. Cada bit guarda um "1" ou um "0" de

informação. Um computador quântico mantém um conjunto de qubits. Um qubit pode conter um "1", um "0" ou uma sobreposição destes. Uma promissora alternativa para a construção de computadores quânticos exige que íons sejam mantidos isolados, para que os estados dos seus spins possam ser lidos e escritos, sem serem afetados pelos átomos vizinhos. Manter íons presos e isolados é um assunto para as chamadas armadilhas quânticas.

A principal propriedade quântica que está sendo estudada, sendo esta a base do computador quântico, é a chamada Propriedade da Sobreposição. Num dado momento, um bit clássico, também denominado dígito binário, só pode se encontrar em apenas um de dois valores ou estados possíveis: 0 ou 1, por exemplo. Nos atuais computadores 0 é representado pela interrupção da tensão num circuito (off) e o 1 pela presença do sinal elétrico (estado on). Um quantic bit ou qubit é mais do que isso, pois, pode, simultaneamente, representar os valores entre 0 e 1. Pode ocorrer uma superposição de estados, uma estranha propriedade quântica, a qual permite que o estado final seja uma combinação de vários estados . Isto é, numa linguagem bem simples, o estado final pode estar 10% ligado e 90% desligado, ou, 20% ligado e 80% desligado, ou 90% ligado e 10% desligado. Na prática, podem-se construir computadores quânticos com átomos que podem estar excitados e não excitados ao mesmo tempo, ou ainda com elétrons que podem ter um spin $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, ou uma sobreposição deles.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mecânica quântica é a área dedicada ao estudo da Física à escala dos átomos e das partículas subatômicas. No entanto, muito do que se conhecia desse universo eram resultados finais da mecânica quântica, mas não havia forma de testar as previsões para partículas individuais, uma vez que estas, não são facilmente isoladas dos seus ambientes e perdem as suas misteriosas propriedades quânticas quando em contato com o mundo exterior, não sendo, então, possível observar diretamente os fenômenos que se previam, mas apenas analisar os seus resultados estatísticos. Podemos dizer, então, que os Nobelistas abriram a porta para uma nova era de experimentação com a física quântica, ao demonstrar a observação direta de partículas quânticas individuais sem destruí-las. As descobertas decorrentes da observação direta destes sistemas quânticos ajudaram a dar *“os primeiros passos para a construção de um novo tipo de computador superpotente baseado na física quântica, que pode mudar as nossas*

vidas de uma forma tão radical como o computador clássico fez", descreve o comunicado. Além disso, estas investigações *"levaram à construção de relógios extremamente precisos"* , com ainda mais precisão do que os relógios atômicos atuais.

BIBLIOGRAFIA

Cirac e , J. I. e P. Zoller. Quantum computation with cold trapped ions. Phys. Rev. Lett. 74, 4091 (1995).

DAVIDOVICH, L. Sutilezas Quânticas, Ciência Hoje 299, p. 14, Dezembro de 2012.

Freitas, D. S. , Vidiella-Barranco, A. e J.A. Roversi. Field purification in the intensity-dependent Jaynes-Cummings model. Phys. Lett. A 249, 275 (1998).

Morse, P. M. e Herman Feshbach. Methods of Theoretical Physics. Mcgraw Hill Book Company (1953).

Solano, E. Matos Filho , R.L. e Zagury, N. Deterministic Bell states and measurement of the motional state of two trapped ions. Phys. Rev. A 59, R2539 (1999).

YANO,C., Dominadores de partículas, Ciência Hoje On-line, texto disponível em http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/premio-nobel-2012/dominadores-de-particulas