

## *Press release*

# Proposta de dispositivos quânticos integráveis

Daniel S Grün

Os dispositivos que utilizamos - desktops, notebooks, celulares etc. - tiveram seu desenvolvimento baseado nas leis da Mecânica Quântica. Com a sua formulação, foi possível descrever o comportamento conjunto de vários elétrons em um sólido. No caso de um material semicondutor (como é o caso do silício), é possível manipular o comportamento destes elétrons e criar os chamados “transistores”, que têm a função de relacionar uma corrente elétrica na placa do computador com uma unidade de informação - 0 ou 1. Este desenvolvimento tecnológico culminou na “primeira revolução quântica”: embora a descrição e manipulação do material em questão dependa do conhecimento acerca das leis da Mecânica Quântica, a informação que é gerada, armazenada e transmitida é totalmente “clássica” - isto é, não quântica.

A “segunda revolução quântica”, momento que estamos vivendo atualmente, surgiu como uma forma de tentar realizar cálculos, processos de medida e transmissão de informação de forma completamente “quântica”. A ideia por trás disso está na noção de “superposição de estados” - o que significa que um dado sistema apresenta duas ou mais configurações simultâneas. Ao realizar uma medida sobre o sistema, este adquire uma das configurações possíveis. Estas propriedades permitem que dispositivos quânticos sensíveis sejam desenvolvidos, como, por exemplo, detectores de campo magnéticos e interferômetros. Diferente do que foi feito na “primeira revolução quântica”, outras plataformas (além de placas de silício) estão sendo investigadas para a construção destes dispositivos. Entre elas, destaca-se a “atomotrônica”, que busca utilizar os átomos (ao invés de elétrons) para compor a unidade fundamental da informação.

Átomos - em conjunto ou individualmente - podem ser desacelerados e aprisionados com potentes lasers, formando um sistema composto do que chamamos de “átomos ultrafrios”. Ao fazer isso, propriedades que vão desde a estrutura interna destes até o seu movimento tornam-se acessíveis e manipuláveis em laboratório. Dentre as configurações em que pode-se colocar o feixe de laser encontra-se a “rede ótica”, que é formada quando um laser é direcionado em um espelho de forma completamente perpendicular a este, o que gera uma estrutura cristalina feita de luz, permitindo um alto controle sobre o movimento e a interação dos átomos. Com isso, pode-se construir dispositivos atomotrônicos com propriedades semelhantes aos dispositivos eletrônicos, mas com maior grau de controle e sensibilidade. Entre estes dispositivos, destaca-se o “interferômetro”.

A técnica de interferometria consiste em verificar interferências construtivas e destrutivas em uma onda resultante da soma de duas ondas. Geralmente, esta onda é eletromagnética, já que os interferômetros costumam ser feitos de luz (como por exemplo o LIGO, que detecta ondas gravitacionais através deste método). Entretanto, de acordo com a Mecânica Quântica, toda a matéria possui, em certo grau, *comportamento* ondulatório. Tal propriedade permite que átomos também sejam utilizados, o que pode ser muito vantajoso. Diferentemente de fótons - as partículas associadas à luz -, átomos possuem massa, o que os tornam mais sensíveis a certos efeitos (por exemplo, em medidas de campos gravitacionais fracos).

Neste trabalho, exploramos possibilidades de se realizar interferometria com sistemas atomotrônicos com a maior sensibilidade permitida pela natureza - limitada pelo Princípio da Incerteza de Heisenberg. Para isto, estudamos um modelo quântico que descreve o movimento e a interação de átomos bosônicos entre quatro poços. Este modelo também apresenta a propriedade de “integrabilidade”, que permite que equações analíticas para a dinâmica quântica dos átomos sejam desenvolvidas. Ao final, apresentamos uma possível realização experimental para o modelo, conectando o modelo estudado com o aprisionamento via feixes de laser e calculando explicitamente os valores resultantes para a intensidade com que os átomos se movimentam e interagem entre si.