

# Teletransporte com átomos

Nas últimas duas décadas, a física vem caminhando firmemente rumo à construção dos chamados computadores quânticos, que prometem ser impensavelmente mais velozes que o mais moderno computador de hoje. Agora, um passo largo nessa direção foi dado, de forma independente, por uma equipe norte-americana e outra austríaca. Elas conseguiram fazer o primeiro teletransporte usando átomos, o que derrama uma boa dose de realidade sobre a viabilidade de se obter o 'cérebro' dessas máquinas: o *chip* quântico. Os resultados estão na revista *Nature* (17/06/04).

O mundo quântico, ou seja, das dimensões moleculares e atômicas, é repleto de fenômenos bizarros se comparado àquele dos corpos macroscópicos a que estamos acostumados no dia-a-dia. Por exemplo, essas entidades nanoscópicas ora se comportam como onda, ora como corpúsculos, mas nunca assumem essa 'dupla personalidade' ao mesmo tempo. Na extensa lista de esquisitices quânticas, talvez a que ganhe de longe seja o teletransporte, fenômeno que é tão contra-intuitivo quanto importante, pois promete ser um dos principais recursos de uma novíssima área da física: a computação quântica e a informação quântica.

O teletransporte foi descoberto, em 1993, por um time de físicos liderados por Charles Bennett, da empresa norte-americana IBM. Quatro anos depois, foi demonstrado em laboratório, pela primeira vez, pela equipe de Dick Bouwmeester, hoje na Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara (Estados Unidos).

Em sistemas clássicos de comunicação, a informação deve ser transportada de um local para outro sempre através de um meio material. Por exemplo, o som de nossa voz é comunicado por ondas mecânicas no ar; as imagens e os sons de nossas TVs são transportados por ondas eletromagnéticas que cruzam o espaço; nossa fala é transmitida por impulsos elétricos em um cabo telefônico; as mensagens eletrônicas da internet circulam na forma de seqüências de *bits*.

No entanto, com o teletransporte, é diferente: não há necessi-

dade da presença de um meio material para transportar (ou teletransportar) a informação. Ela simplesmente desaparece de um ponto e reaparece em outro.

A informação quântica é processada através da manipulação de *bits* quânticos (ou *q-bits*). Na natureza, os *q-bits* podem ser representados por diferentes objetos, sendo os mais comuns os fótons (partículas de luz), o *spin* (ou 'rotação') dos núcleos atômicos e os átomos em geral. De certa forma, essas entidades, na função de *q-bits*, desempenham papel semelhante ao dos componentes eletrônicos em um computador convencional (ou clássico), que armazenam informação na forma de 'zeros' e 'uns'. Embora o teletransporte tenha sido demonstrado anteriormente para fótons e *spins*, essa foi a primeira vez que se conseguiu teletransportar informação quântica de um átomo para outro.

Para realizar o fenômeno de teletransporte, é preciso colocar dois *q-bits* em uma situação muito peculiar que os físicos chamam emaranhamento. Quando duas partículas estão emaranhadas, tudo o que acontece com uma delas se propaga instantaneamente para a outra, que fica 'sabendo o que aconteceu', mesmo que elas estejam separadas espacialmente. Essa 'ação a distância' – apelidada pelos físicos como não localidade – foi apontada pela primeira vez em um famoso artigo de 1935 assinado por ninguém menos que Albert Einstein (1879-1955) e dois colaboradores, Nathan Rosen (1909-1995) e Boris Podolsky (1896-1966). ▶

Contrariando as expectativas de Einstein – que, na época, achava ter encontrado uma inconsistência na mecânica quântica, a teoria que rege os fenômenos do micromundo atômico e molecular –, o emaranhamento não só foi verificado inúmeras vezes em laboratórios de física, mas também se tornou um dos principais recursos naturais para a computação quântica. Através de uma seqüência de operações sobre *q-bits* emaranhados, a informação quântica contida em um deles passa para o outro sem a intermediação de um meio material. Pode-se dizer que, no teletransporte, o que está sendo transmitido é informação sobre a configuração física da entidade que está desempenhando o papel de *q-bit* – no caso, o átomo.

Foi isso o que demonstraram os grupos liderados por Rainer Blatt, da Universidade de Innsbruck (Áustria), e David Wineland, do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (Estados Unidos). O primeiro grupo utilizou átomos de cálcio como *q-bits*; o segundo, átomos de berílio. Nos dois casos, os átomos foram aprisionados em campos magnéticos – as chamadas ‘armadilhas atômicas’. A partir daí, foram manipulados individualmente através do uso de feixes de luz *laser*.

O sucesso do teletransporte foi quantificado por uma grandeza chamada fidelidade, cujo valor máximo clássico é da ordem de 0,67. Há indícios de que o fenômeno do teletransporte tenha ocorrido com sucesso quando a fidelidade superou esse valor. Embora tenham empregado técnicas bem diferentes, os dois grupos encontraram valores muito próximos a 0,75. Porém, vale um alerta: no teletransporte, só há transmissão da informação quântica e não dos átomos.

Os resultados das equipes de Blatt e Wineland podem indicar o início de uma nova etapa na tec-

nologia da informação quântica. Isso porque um dos principais obstáculos para a construção de *chips* quânticos, o ‘cérebro’ dos computadores quânticos, está na chamada escalabilidade do número de *q-bits*. Ou seja: para que um computador quântico venha a existir de verdade, é preciso manipular não apenas dois ou três *q-bits*, mas sim algumas centenas deles. Os *q-bits* devem se comunicar entre si durante o processamento da informação e, de todos os sistemas candidatos a *chips* quânticos, as armadilhas atômicas são os que parecem apresentar as melhores chances de escalabilidade. Além disso, como o teletransporte não necessita de interação entre os *q-bits*, a informação pode circular entre eles sem que para isso os *q-bits* tenham que estar próximos um do outro.

Sem dúvida, com o aprimoramento das técnicas de aprisionamento atômico e o desenvolvimento de *lasers*, iremos assistir, na computação e na comunicação, a uma grande revolução – que, talvez, pudéssemos classificar como uma ‘segunda revolução quântica’, já que a primeira se deu no início do século passado.

As primeiras aplicações comerciais da chamada criptografia quântica – uma forma de comunicação secreta absolutamente inviolável – já estão disponíveis no mercado. E a primeira transferência bancária utilizando essa tecnologia foi realizada em abril deste ano entre duas instituições financeiras da Áustria.

Com resultados como os de Blatt e Wineland, o que irá acontecer nos próximos 10 ou 15 anos talvez supere todos os sonhos e delírios dos melhores filmes de ficção científica que já vimos até aqui.

#### Ivan S. Oliveira

*Grupo de Informação Quântica, Laboratório de Magnetismo, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (R)*

## SINTONIA FINA

**Depois de 10 anos,** o tordo-de-cozumel (*Toxostoma guttatum*), dado como extinto, voltou a ser visto. Com



a descoberta, ele passou a ser a espécie de pássaro mais ameaçada de extinção no México, onde fica a ilha de Cozumel. As causas da quase extinção são atribuídas a dois furacões, em 1988 e 1995, que devastaram a ilha, mas também à introdução na ilha de predadores, como cobras, no início da década de 1970. Cientistas acham que cerca de 10 mil espécimes chegaram a povoar Cozumel, único lugar em que esse tordo é encontrado. Por cautela, os pesquisadores mantêm o local em segredo. Em janeiro do ano que vem, eles voltam à ilha para novas buscas.

**Uma vacina contra a cocaína** preveniu seis em nove pacientes de voltarem a usar a droga. Em um segundo grupo (13 pacientes), sete deles permaneceram por 12 semanas sem consumi-la. Os pacientes que voltaram a usar cocaína após seis meses – a maior parte deles nos dois estudos – afirmaram, no entanto, que a euforia causada pela droga diminuiu. Críticos desse tipo de vacina vêm com cautela esse resultado. Alegam que isso poderia levar o dependente a aumentar as doses para chegar ao efeito desejado, correndo, assim, o risco de sofrer overdoses ou morrer. A Xenova, empresa com sede no Reino Unido, pretende apresentar em 2006 resultados de um estudo com cerca de 130 dependentes em que a eficácia da vacina será testada contra um placebo (substância inócua). A vacina contra a cocaína induz o corpo a produzir anticorpos que ‘grudam’ nas moléculas da droga e as impedem de chegar ao cérebro. Porém, há outros métodos sendo estudados (ver ‘Vírus contra a cocaína’ nesta seção).

**Em tempos de terrorismo,** é preciso obter um tratamento para a varíola. Caso liberado no meio ambiente, o vírus pode gerar uma crise de escala mundial. O alerta foi feito em artigo publicado *online* em 12 de julho último em *Proceedings of the National Academy of Sciences*, por um grupo de 12 pesquisadores. A doença – que chega a 40% de letalidade – foi considerada oficialmente erradicada em 1980. Porém, suspeita-se que o vírus da varíola tenha se tornado um tipo de ‘objeto do desejo’ de grupos terroristas. Apenas dois centros ligados à Organização Mundial da Saúde (OMS) têm o código genético completo do vírus. A OMS, no entanto, proibiu experimentos com o vírus e suas proteínas. Isso, segundo os autores do artigo, dificulta as pesquisas. Uma terapia antiviral contra a varíola levaria pelo menos sete anos, dizem eles. O texto pode ser obtido em [dx.doi.org](http://dx.doi.org), com o código 10.1073/pnas.0403600101.