

# Informação em dobro

Técnica duplica quantidade de dados que podem ser recuperados em um sistema quântico

Marcos Pivetta

Uma equipe de físicos brasileiros demonstrou que o emprego de uma técnica alternativa para recuperar a informação armazenada em partículas de luz, os fótons, dobra a capacidade de transmitir dados em sistemas quânticos, um aprimoramento que poderá ser útil para acelerar o desenvolvimento da computação movida a bits quânticos. As características e o potencial do método, denominado medida assistida por cavidade, foram descritos em dois artigos simultaneamente publicados em 14 de novembro na versão *on-line* de um par de revistas científicas, a *Physical Review Letters* e a *Physical Review A*.

“A técnica permite resgatar uma parte da informação que antes se perdia no sistema”, diz Marcelo Martinelli, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP), membro do grupo que produziu os trabalhos, feitos no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Informação Quântica (INCT-IQ), uma parceria da FAPESP e do CNPq. Também assina os artigos o físico francês Claude Fabre, da Universidade Pierre e Marie Curie-Paris 6, que colabora com os brasileiros em um projeto bancado pela

Fundação e pelo Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS).

O melhor desempenho do método – que não é novo, mas foi aprimorado por Martinelli e seus colegas – deriva de sua maior capacidade de contornar uma espécie de ruído de comunicação que limita a decodificação de toda a informação armazenada em processos como a criptografia e o teletransporte quânticos. Fótons que se encontram em estados quânticos similares, mas com padrões de oscilação ligeiramente distintos em seu espectro de frequência, não são diferenciados pela técnica conhecida como detecção homódina, hoje usualmente empregada para “ler” dados nesse tipo de sistema. A adoção da medida assistida por cavidade – que faz um feixe de luz passar por um conjunto de espelhos formando uma “caixa de ressonância” antes de sua detecção – possibilita medir as mais tênues flutuações quânticas presentes nos fótons. Dessa forma, é possível distinguir partículas de luz quase idênticas, que, pelo método da detecção homódina, são registradas como se tivessem as mesmas características. “Com a técnica anterior, éramos intrinsecamente incapazes de reconstituir toda a informação armaze-

nada”, comenta Paulo Nussensveig, também do IF-USP, outro autor dos artigos.

Os pesquisadores fazem um paralelo entre o efeito produzido na quântica pelo emprego da medida assistida por cavidade e a repercussão causada no setor de áudio pela adoção de aparelhos capazes de reproduzir o som estéreo. Uma estação de FM, por exemplo, transmite músicas registradas em dois canais de som independentes e simultâneos, que operam em frequências extremamente próximas, mas ligeiramente distintas. Assim cada canal pode disseminar ao mesmo tempo informações diferentes. Numa música instrumental, o baixo e a bateria podem estar registrados no canal direito enquanto o piano e a guitarra estão gravados no esquerdo.

Ocorre algo semelhante num feixe de laser com fótons entrelaçados, às vezes também denominados emaranhados, um tipo de correlação quântica que pode ser explorada para armazenar, processar e transmitir informação. Em experimentos feitos na USP, os físicos geraram um sistema com três feixes entrelaçados de diferentes cores e, portanto, de distintos comprimentos de onda. Os brasileiros, aliás, foram os primeiros a conseguir pro-



Feixes entrelaçados de laser: conjunto de espelhos que formam uma espécie de caixa de ressonância permite medir oscilações tênues dos fótons

duzir e em parte controlar um sistema emaranhado com essas características (ver Pesquisa FAPESP nº 164, de outubro de 2009). A frequência de cada feixe era de cerca de 300 terahertz, 1 milhão de vezes maior do que a de uma transmissão de rádio FM. A rigor, a informação quântica não é armazenada e transmitida por esse canal principal de luz, mas, sim, por dois pequenos campos ou canais de 20 megahertz situados ligeiramente acima e abaixo da frequência central.

#### EM VEZ DE MONO, ESTÉREO

Como no caso do sistema estereofônico de rádio, cada canal secundário é capaz de carregar informações específicas. “A técnica da detecção homódina não registra de forma independente esses canais”, diz Alessandro Villar, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), outro autor dos estudos. “Ela faz uma média dos dados presentes em ambos os campos. Sabíamos que ela não era o ideal, mas não havia alternativa a ela.” Retomando a comparação radiofônica, é como se alguém usasse um reproduzidor de sons que só tocasse um canal, no modo mono, para ouvir uma transmissão em estéreo. Mesmo em mono é possível entender a emissão? Sim, mas alguns detalhes são perdidos.

É mais ou menos isso o que ocorre quando se resgata a informação quântica num sistema com a técnica tradicional, da detecção homódina, segundo os pesquisadores. Ou seja, enquanto no experimento feito pelos brasileiros com três feixes de laser o método convencional registrava apenas três canais de informação quântica no sistema, a medida assistida por cavidade flagrava seis, um par de campos de dados por feixe. ■

---

#### Projetos

1. Quantum information processing with continuous variables (2010/52282-1); **Modalidade** Cooperação FAPESP-CNRS; **Coord.** Marcelo Martinelli – USP e Claude Fabre, da Universidade Pierre e Marie Curie-Paris 6; **Investimento** R\$ 34.859,16 (FAPESP) e R\$ 35.000 (CNRS);
2. Teletransporte de informação quântica entre diferentes cores (2009/52157-5); **Modalidade** Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa; **Coord.** Marcelo Martinelli – USP; **Investimento** R\$ 171.938,32 e US\$ 43.800,00 (FAPESP).

#### Artigos científicos

- BARBOSA, F.A.S. *et al.* Beyond spectral homodyne detection: complete quantum measurement of spectral modes of light. **Physical Review Letters**, 14 nov. 2013.
- BARBOSA, F.A.S. *et al.* Quantum state reconstruction of spectral field modes: Homodyne and resonator detection schemes. **Physical Review A**, 14 nov. 2013.