



# Como uma onda.rar

Graças ao estudo sobre ondas de luz de Alexei Mailybaev, do Impa, a computação nunca mais será do jeito que já foi um dia

“TODA A TECNOLOGIA ATUAL baseia-se no uso de um objeto físico — as ondas eletromagnéticas — que não foi ‘descoberto’: foi primeiramente ‘previsto’”, escreveu o físico italiano Carlo Rovelli no recém-lançado *A Realidade Não É o que Parece: A Estrutura Elementar das Coisas* (Objetiva). Rovelli faz referência ao matemático escocês James Maxwell, que traduziu em números a correta intuição do físico inglês Michael Faraday. Suas equações (baseadas nas ideias conceituais de Faraday) sustentam toda a civilização contemporânea, baseada na agilidade da comunicação. “Essa é a força impressionante da física teórica”, observou Rovelli. O matemático

POR  
**NATHAN FERNANDES**

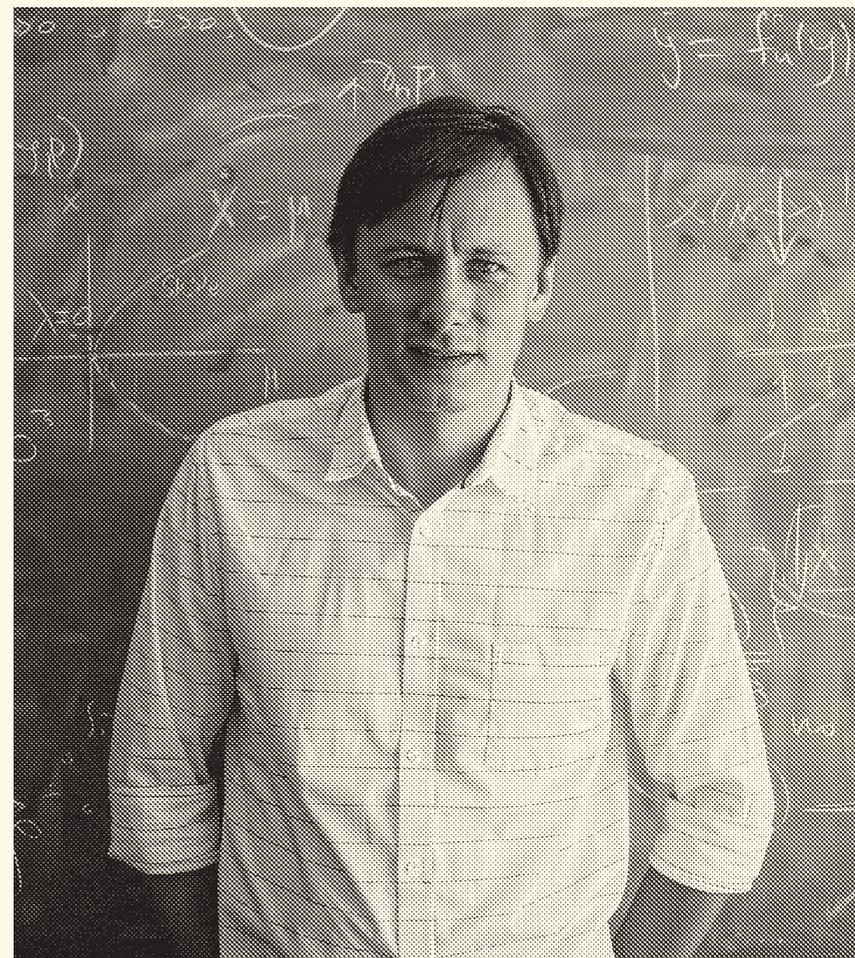
DESIGN  
**FERNANDA FERRARI**

russo naturalizado brasileiro Alexei Mailybaev não poderia estar mais de acordo com a sentença.

Nascido em Vilnius, capital da Lituânia — então parte da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) —, o futuro matemático se mudou ainda jovem com os pais para Moscou, mas foi no Rio de Janeiro, como pesquisador do Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (Impa), que ele encontrou as condições necessárias — inclusive climáticas — para desenvolver suas ideias. “Gosto do Rio tanto cientificamente quanto em outros aspectos”, afirma o cientista, trocando alguns pronomes e com um sotaque que denuncia sua origem estrangeira.

Sem distinguir uma barreira muito clara entre a matemática e a física teórica, no fim do ano passado Mailybaev foi coautor de um artigo publicado na revista *Nature*, a publicação científica mais respeitada do mundo. Em colaboração com pesquisadores da Áustria, de Israel e da França, ele participou da elaboração das bases teóricas de um experimento que pode mudar a computação como a conhecemos, com processamento substancialmente mais rápido, baseado nas ondas eletromagnéticas de luz no lugar da corrente elétrica.

Calma, a gente explica: hoje, a fibra óptica até faz um trabalho decente transmitindo as informações de um ponto a outro através de ondas de luz (como o nome sugere), e o melhor: na velocidade da luz. O problema é que o receptor das mensagens ainda é baseado no circuito elétrico. O estudo sugere a criação de um conversor de sinal, que transforma a luz vinda em dois estados (na linguagem binária da computação, 0 e 1) em um estado definitivo, o que pode ser o início da era da computação óptica. Com a manipulação das ondas de luz, podemos estar presenciando uma revolução semelhante à que presenciaram os contemporâneos de Faraday e Maxwell presenciaram no século 19.



**Quando li sobre manipulação de luz no artigo, me vieram à cabeça os sabres de luz de *Star Wars*. Um dos obstáculos que enfrentamos para tirá-los da ficção é que, tecnicamente, não somos capazes de fazer com que um feixe de luz tenha um tamanho específico, sem nada que o obstrua. A manipulação de luz a que o senhor se refere no estudo também tem a ver com isso?**

[Risos] Não está tão ligado ao nosso trabalho diretamente. Mas essa questão também é muito interessante, porque a possibilidade de reduzir a velocidade da luz a zero teria implicações para muito além dos sabres dos jedis, alguma coisa ligada à informação, por exemplo.

**Existe uma relação entre o computador óptico e a computação quântica?**

São coisas um pouco diferentes, porque na computação quântica a informação está guardada

## BRASILEIRINHO

“Gosto do Rio de Janeiro tanto cientificamente quanto em outros aspectos”, afirma o matemático de 41 anos que nasceu na Lituânia, mas se naturalizou brasileiro

“Estamos chegando a um limite com a nanotecnologia. Nosso estudo sugere uma possível solução para isso”

no estado quântico da partícula. Já quando o computador é óptico, a informação está guardada em ondas de luz. É um pouco mais simples. Além disso, essa aplicação das ondas de luz já é bastante usada hoje em dia. A internet de fibra óptica é um exemplo. Você tem internet em casa?

#### Quando ela não falha, sim...

Basicamente, o que a internet faz é mandar suas informações de um lugar para outro. A fibra óptica tem uma capacidade muito maior de carregar essas informações do que um cabo convencional, que usa corrente elétrica. Ou seja, a luz é bastante útil para transmitir informação, e ela é muito rápida. Quando a informação chega, você precisa encontrar um jeito de visualizar isso na tela.

O problema é que o sinal é processado por um computador

baseado no circuito elétrico — ou seja, você precisa converter o sinal óptico em sinal elétrico, e isso diminui muito a velocidade. A ideia do trabalho que publicamos tem a ver com a criação de um conversor de sinal que processa a luz diretamente. A vantagem é que isso deixa a tecnologia muito mais rápida.

#### Qual é a base teórica desse trabalho publicado na revista *Nature*?

Estudamos um novo método que permite controlar e também manipular ondas através de uma singularidade, que se chama “ponto excepcional”. No caso, estamos aplicando isso no monitoramento de ondas de luz, mas pode ser usado para qualquer tipo de onda eletromagnética, como as micro-ondas, por exemplo.

Estávamos estudando isso teoricamente há uns cinco anos, mas só agora conseguimos a comprovação experimental em laboratório. Inicialmente, fizemos o teste para controlar estados de molécula, o que é bastante complicado. Até hoje ninguém conseguiu fazer esse experimento, apesar de existirem inúmeras tentativas. O que fizemos permite monitorar a luz de forma controlada. Esse tipo de estudo é muito popular na ciência porque pode ser usado nos computadores ópticos.

#### E como foi na prática o experimento que finalmente conseguiram fazer?

Este é um tema muito complexo, no qual trabalhamos por bastante tempo. Nossa parte era teórica, consistia em trabalhar com os “pontos excepcionais”, que ocorrem quando as ondas conseguem absorver ou emitir energia. Depois de trocar várias informações com os grupos da Áustria e da Alemanha, mandamos o resultado para o laboratório experimental, que fica na França.

Para a onda chegar a este ponto excepcional e para conseguirmos observá-la, o pessoal do laboratório precisou desenvolver uma estrutura de metal, seguindo nossas indicações teóricas, na qual era possível estudar o comportamento de micro-ondas — aquela mesma

que esquentava a comida em casa. Não trabalhamos com a luz na faixa do visível porque o experimento precisava ser feito em uma escala muito maior. Mas se ele funciona com micro-ondas, funciona com a luz também. Isso porque as duas são ondas eletromagnéticas, ou seja, são a mesma coisa, só têm uma frequência um pouco diferente.

#### E que novidades vocês descobriram?

A parte nova é o método de como controlar a luz através da singularidade. Isso ninguém levou adiante, pois esse ponto excepcional que estamos trabalhando é bem específico, um ponto no qual dois modos de luz, que propagam na mesma guia de onda, aparecem totalmente iguais, tanto na frequência como na forma. O que descobrimos é que se você anda em volta dessa singularidade, isso vira uma espécie de escada caracol.

Imagine uma escada caracol entre dois andares. O eixo da escada é a nossa singularidade. Indo na direção horária, você sobe do andar 0 para o andar 1. A nossa “escada óptica” também permite andar em outra direção, mas assim acaba no mesmo andar 0. Essa última possibilidade foi a surpresa que conseguimos prever teoricamente, há cinco anos. Da mesma forma, começando no andar 1, dependendo da direção, você desce para o andar 0 ou volta para o 1. Então, é possível controlar o estado simplesmente pela direção em que você contorna a singularidade. É uma proposta teórica que tem a raiz diretamente na matemática, não na física. É uma parte da matemática que se chama Teoria de Singularidades. Ninguém ainda havia aplicado isso na física para a criação de um aparelho como um conversor de estados. Isso foi proposto por nós.

Outro problema da tecnologia atual tem a ver com a Lei de Moore, que prevê que a capacidade de processamento dos computadores dobra a cada 18 meses, certo? Sim, o problema é que estamos chegando a um limite. Com a nanotecnologia, já temos elementos de processadores próximos do tamanho

#### NA VELOCIDADE DA LUZ

O experimento que os cientistas finalmente conseguiram fazer em laboratório pode ser a chave para um computador muito mais rápido do que os que temos hoje em dia

de um átomo. Nosso estudo sugere uma possível solução para isso.

#### Existe alguma outra aplicação para além da computação?

Inicialmente, os cientistas estão mais interessados em monitoração de estados quânticos usando esse tipo de singularidade. Para a monitoração de átomos ou molécula, acho que ainda vai levar um tempo. Depois de mais alguns experimentos, vamos poder saber em que mais isso pode ser aplicado. Mas até o computador quântico precisa de monitoração de estado quântico, então creio que esse trabalho pode afetar várias áreas. As aplicações desses fenômenos podem acontecer nos lugares que menos esperamos.

#### E em quanto tempo o senhor acha que esse modelo de computador óptico pode chegar ao público?

Acho que o tempo típico para isso fica entre cinco e dez anos. Mas a verdade é que a conexão entre a parte experimental e os engenheiros é difícil de prever. ■■■■■

