



FÍSICA ▲

# Brilho congelado

Trabalho teórico propõe nova forma de parar a luz

Victória Flório

Mais veloz do que tudo que se move no Universo, a luz pode ser breçada por completo em meio a suas andanças pelo espaço. Esse é o resultado obtido por um método teórico proposto por três pesquisadores, um dos quais radicado no Brasil. Usando simulações numéricas, eles afirmam que seria possível parar pulsos de luz desde que sua trajetória fosse confinada por guias de onda, estruturas físicas que conduzem a luz (fibras ópticas ou canaletas), dispostos de forma a criar singularidades. Esse conceito matemático se refere a pontos excepcionais de um sistema (no caso, a luz passando pelas guias de onda) nos quais emergem propriedades não usuais, indefinidas ou peculiares. Ao passar por esses pontos, a velocidade de um pulso de luz seria igual a zero, segundo cálculos do matemático Alexei Mailybaev, do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), do Rio de Janeiro, e dos físicos Nimrod Moiseyev, do Instituto de Tecnologia de

Israel (Technion), e Tamar Goldzak, que faz estágio de pós-doutorado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos.

O novo método apresenta um diferencial em relação a outras abordagens que perseguem o mesmo objetivo: os pulsos de luz desacelerariam totalmente sem perder sua intensidade original, de acordo com o artigo publicado pelo trio de pesquisadores em 3 de janeiro na revista científica *Physical Review Letters*. A luz se enfraquece antes de ser totalmente brecada, limitação hoje não contornada por outras técnicas. Nos pontos excepcionais, as várias ondas que constituem o pulso de luz se comportariam como se fossem uma só, truque indispensável para que, ao mesmo tempo, o feixe pare e mantenha sua intensidade. Entretanto, Mailybaev lembra que há limitações técnicas para colocar a ideia em prática. “Seria difícil registrar se, de fato, a luz parou”, explica o matemático russo naturalizado brasileiro, que colabora há oito anos com o grupo de Nimrod Moiseyev. “É complicado registrar onde o sinal está em cada momento dentro da guia de onda e, assim, calcular a mudança de velocidade. Mas essas dificuldades técnicas talvez possam ser resolvidas.”

A luz resulta de vibrações de campos elétricos e magnéticos. Os físicos representam matematicamente, por meio de equações, as propriedades dessas ondas, como frequência, amplitude, energia e velocidade de propagação. Mailybaev conta que a ideia de trabalhar com a questão de parar a luz surgiu enquanto os três discutiam fenômenos físicos que emergem de singularidades em cálculos matemáticos. “Por curiosidade, cogitamos o que aconteceria com a luz nessas situações não usuais”, recorda-se o pesquisador do Impa. Eles fizeram as contas e viram que, ao passar pelos chamados pontos excepcionais, a velocidade do pulso de luz seria igual a zero. A partir de então, começaram a investigar maneiras de criar pontos excepcionais em estruturas que direcionam a luz – as guias de onda – e formularam uma proposta. Se duas guias forem colocadas próximas uma da outra e suas configurações forem ajustadas para que a intensidade do pulso cresça em uma delas enquanto diminui na outra, surgiriam os tais pon-

tos excepcionais – e o feixe de luz pararia de se movimentar nessas regiões. Isso porque uma guia de onda dissipa energia exatamente na mesma taxa em que a outra ganha. “A vantagem da nossa proposta é abranger uma grande quantidade de parâmetros em uma estrutura que podemos modificar”, comenta Tamar Goldzak.

#### LUZ MAIS LENTA

No vácuo a luz apresenta velocidade constante e atinge seu valor máximo, de cerca de 300 mil quilômetros por segundo (km/s), mas, quando se propaga em outros meios, como no ar ou na água, desacelera naturalmente. A formação de um fenômeno como o arco-íris, por exemplo, não ocorreria se a velocidade da luz na água (de aproximadamente 225 mil km/s) e no ar (onde se move ligeiramente mais devagar do que no vácuo) fosse igual. Nas últimas duas décadas, os físicos vêm tentando domar a luz e obtiveram resultados surpreendentes. Em 1999, o grupo da matemática e física dinamarquesa Lene Hau, da Universidade Harvard, Estados Unidos, reduziu experimentalmente a velocidade da luz para 17 metros por segundo ao controlar um pulso de laser dentro de um gás ultrafrio de átomos de sódio, estado da matéria conhecido como condensado de Bose-Einstein. Em 2001, a equipe deu um passo além e parou por 1 segundo a luz dentro de um sistema semelhante.

## OS PULSOS DE LUZ DESACELERARIAM TOTALMENTE SEM PERDER SUA INTENSIDADE E FORMAS ORIGINAIS, DE ACORDO COM O NOVO MÉTODO

O método de Hau permitiu, desde então, virar a luz de ponta-cabeça; desacelerá-la, acelerá-la ou armazená-la. Mas, até atingir a velocidade zero, o sinal de luz acaba extinto, sua intensidade se perde e sua forma fica praticamente toda impressa na estrutura dos átomos; uma espécie de digital da luz. “Diminuir a velocidade da luz em gases ultrafrios é ótimo para a pesquisa fundamental, mas dificilmente vai gerar aplicações”, avalia o físico Thomas Krauss, da Universidade de York, Reino Unido. Já Mailybaev, Moiseyev e Goldzak dizem que sua proposta teria maior potencial aplicado porque os pontos excepcionais poderiam ser utilizados para controlar a propagação de qualquer tipo de onda (da luz, do som e outras) independentemente do meio em que elas se movem. Até mesmo a onda na água poderia ser controlada por esse método, segundo os pesquisadores. “A luz mais lenta interage mais com a matéria”, pontua Emiliano Martins, especialista em ondas guiadas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). “Essa característica é indispensável para o desenvolvimento das telecomunicações e do processamento de dados ópticos.” ■

---

#### Artigo científico

GOLDZAK, T., MAILYBAEV, A. A. e MOISEYEV, N. Light stops at exceptional points. *Physical Review Letters*, v. 120, n. 1. 3 Jan. 2018.