

A luz é feita de quê?

Newton e Hooke discordavam sobre a resposta que, na prática, não é consenso

Marcelo Viana

Matemático e diretor-geral do Impa. Ganhador do prêmio francês Louis D.

Quando jogamos uma pedra em um lago, observamos na superfície círculos concêntricos de ondas que se expandem até a margem. Outros fenômenos físicos se deslocam de forma análoga. O som, por exemplo, também consiste de vibrações ondulatórias das moléculas do meio ambiente (ar, água etc). E a luz, será que também é formada por ondas?

Em 1704, Isaac Newton (1642-1726) publicou “Óptica”, um dos maiores trabalhos científicos de

todos os tempos, contendo os resultados de três décadas de pesquisas sobre o tema. Nesse livro, ele defende que a luz consiste de pequenas partículas (“corpúsculos”) que se movem com velocidade muito grande, mas finita.

A teoria corpuscular da luz não era nova — havia sido proposta pelo matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650), em 1637 — mas estava longe de ser consenso. As conclusões de Newton acenderam

(mais) uma controvérsia com seu compatriota Robert Hooke (1635-1703), defensor da teoria ondulatória. Não por acaso, “Óptica” só foi publicado após a morte de Hooke.

O prestígio de Newton fez com que suas ideias sobre o assunto prevalecessem por mais de um século. Mas a teoria corpuscular tinha problemas...

Quando a luz passa de um meio para outro (por exemplo, do ar para a água ou o vidro), ela muda de direção, e pode

ocorrer que passe a exibir cores que não pareciam estar lá. É esse fenômeno, chamado refração, que explica a formação do arco-íris em dias de chuva. Newton estudou-o intensamente, usando lentes e prismas de vidro, e provou que essas luzes coloridas podem ser recombinadas, por meio de outra refração, para recompor a luz branca.

Essas conclusões iam contra ideias bem estabelecidas — Aristóteles afirmara que a luz não tem cor, que esta reside apenas

nos objetos materiais —, o que dificultou a aceitação na Europa. Em pleno século 19 ainda havia muita oposição, inclusive do genial escritor alemão Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), dando pitacos um pouco fora de sua principal especialidade...

Mas o pior é que a teoria corpuscular não consegue explicar a refração nem vários outros fenômenos importantes, como a difração, a polarização e a interferência, que a teoria ondulatória interpreta de modo muito satisfatório.

Ao mesmo tempo, ocorriam avanços notáveis no estudo da eletricidade e do magnetismo que iriam fornecer mais argumentos contundentes em favor da teoria ondulatória. Ao final do século 19, parecia que a questão estava resolvida em favor de Hooke. Mas a saga estava só começando...

A luz é feita de ondas ou partículas?

Questão que parecia resolvida foi reaberta por Max Planck e Albert Einstein

Marcelo Viana

Matemático e diretor-geral do Impa. Ganhador do prêmio francês Louis D.

No início do século 17, questionando velhas ideias de Aristóteles, a ciência começou a se perguntar de que é feita a luz: pequenas partículas (teoria corpuscular) ou ondas vibrando (teoria ondulatória)? Apesar do apoio de Newton, três séculos depois a teoria corpuscular estava em apuros: ela não explica fenômenos como a refração, e também era desabonada pelos avanços no eletromagnetismo.

A descoberta empírica da eletricidade (eletricidade estáti-

ca) e do magnetismo (ímãs) remonta à antiguidade, mas seu estudo científico também começou no século 17. Foi ficando claro que os dois estão diretamente relacionados: ímãs em movimento geram corrente elétrica —é assim que hidrelétricas transformam movimento de água em eletricidade— e corrente elétrica gera magnetismo.

Isso culminou na unificação realizada em 1865 pelo britânico James Clerk Maxwell (1831–

1879): sua teoria matemática explica eletricidade e magnetismo como faces de uma única entidade, chamada campo eletromagnético, que se move no espaço à velocidade da luz sob a forma de ondas (dependendo do comprimento, são ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, raios X, raios gama etc). Foi por meio das equações de Maxwell que a divindade proclamou “Faça-se a luz!”.

Uma década depois, o jovem físico Max Planck (1858–1947)

começava a pós-graduação em Munique, mas seu orientador recomendou que não estudasse física pois “praticamente tudo já foi descoberto, só falta tapar alguns buracos”. Planck persistiu assim mesmo.

Um desses “buracos” dizia respeito à radiação eletromagnética emitida pelos chamados corpos negros. Desesperado para obter uma teoria compatível com as observações, em 1900 Planck adotou uma suposição estranha: existiriam

quantidades mínimas (“quanta”) de energia eletromagnética, que não podem ser subdivididas. Um pouco como o dinheiro, cuja quantidade mínima é um centavo.

Isso ia contra tudo o que se sabia sobre energia e eletromagnetismo, mas funcionava... E a ideia bizarra foi logo aproveitada por outro jovem alemão. Albert Einstein (1879–1955) usou-a em 1905 para explicar a criação de corrente elétrica quando luz incide em certos metais (efeito fotoelétrico): a luz seria formada por partículas indivisíveis (fótons) que, ao colidir com o metal, poriam seus elétrons em movimento.

Planck e Einstein ganharam o prêmio Nobel de Física, em 1918 e 1922, respectivamente. Mas tinham reaberto a questão que parecia resolvida: ondas ou partículas? O mistério só iria se adensar...