

# luz por todo o lado

CARLOS FIOLETTI \*

*Fiat lux!* Sabemos hoje, não com base no texto bíblico, mas num conjunto de dados científicos, que no início do Universo, se libertou luz por todo o lado. Neste ano de 2015, estamos, por determinação das Nações Unidas, a celebrar a luz – é, em todo o planeta, o Ano Internacional da Luz. A luz é o nome genérico que podemos dar ao campo unificado dos primórdios do cosmo que preencheu todo o Universo a partir do momento inicial do *Big Bang*, há cerca de 13 mil milhões de anos. Numa pequeníssima fração de segundo, as forças desdobraram-se a partir do campo unificado inicial, tendo aparecido a força eletromagnética, associada à luz propriamente dita, uma vez que, sabemos hoje, a luz é uma onda eletromagnética. Pouco depois desse instante fundador, a luz inicial, energia pura, começou a metamorfosear-se em partículas, de acordo com a mais famosa equação da Física,  $E = mc^2$ , que Einstein escreveu. Os quarks, os eletrões e os neutrinos, as partículas que hoje supomos fundamentais e com as quais tudo no nosso vasto mundo é feito. Sim, toda a matéria conhecida no mundo é feita de quarks, eletrões e neutrinos. Os quarks e os eletrões possuem carga, positiva ou negativa (os quarks podem ser positivos ou negativos, ao passo que os eletrões, são só negativos). Ter carga é a condição para que duas partículas possam trocar luz entre

elas, assegurando assim uma relação entre elas: partículas com carga igual repelem-se mas com carga diferente atraem-se: por exemplo, os eletrões repelem-se entre si, mas já são atraídos por quarks positivos.

Em escassos três minutos, os primeiros três minutos do mundo, passaram a existir núcleos atômicos, que são coleções de pacotes de três quarks (esses pacotes são os prótons e os neutrões, os primeiros carregados positivamente e os segundos neutros, como o próprio nome indica). Num desalinho completo, em conjunto com os núcleos atômicos vadiavam os eletrões por tudo quanto era sítio. Foi preciso esperar 300 000 anos para que se formassem por todo o lado os primeiros átomos, os átomos dos elementos químicos mais leves – principalmente, hidrogénio e hélio, mas também algum lítio e berílio. Esse processo ocorreu muito rapidamente, quando o Universo, sempre a expandir e a arrefecer desde o seu início, atingiu uma temperatura em que era preferível aos eletrões, negativos, “casarem-se” com os núcleos atômicos, positivos, para formar agregados estáveis, os átomos, que são neutros. Os átomos podem emitir ou absorver luz, através da desexcitação ou excitação dos eletrões em torno dos núcleos, mas apenas luz com certas quantidades de energia. Esta afirmação é um conteúdo essencial da teoria

quântica, que explica com enorme êxito a estrutura do núcleo, a estrutura do átomo e a ligação dos átomos em moléculas e sólidos. O Universo passou, então e de repente, de uma situação em que era completamente opaco – a luz era absorvida pouco depois de ser emitida, não podendo progredir muito – para uma situação em que era transparente: a luz se podia propagar indefinidamente no espaço. Os átomos só podiam captar certas formas de luz e não a maior parte dela. Desse momento ficou por todo o Universo uma radiação que hoje se apresenta como micro-ondas, mas que já foi luz com comprimentos de onda menores (o comprimento de onda está associado à energia da onda, a luz de maior comprimento de onda é menos energética). Chamamos a essa luz que ficou do momento da formação dos átomos “radiação cósmica de fundo”. Vivemos no interior dessa radiação, que é inescapável: o Universo é um gigantesco “banho” de micro-ondas onde estamos, sem remissão, mergulhados. Como as micro-ondas são uma forma de luz, embora invisível, podemos dizer que existe um fundo de luz por todo o lado no Universo. Há quem lhe chame “radiação fóssil” para lembrar a sua origem primitiva.

Quando os átomos se formaram não havia ainda estrelas, que demoraram pelo menos um milhão de anos a formarem-se. Mas hoje existem. Vemos de dia o Sol e, no céu noturno, pontos luminosos, que, sendo emissores de luz visível, nos maravilham os olhos, por romperem as trevas. As câmaras fotográficas que são os nossos olhos desenvolveram-se, ao longo do lento e demorado percurso da evolução biológica, para aproveitar ao máximo a luz que a nossa estrela emite em maior quantidade. Outras estrelas, muito mais longínquas, emitem luz como o Sol, ou de um modo parecido com o Sol (vemos algumas com outras cores, por exemplo vermelhas ou azuis, simplesmente por elas serem mais frias ou mais quentes do que o Sol). Tanto o Sol como as outras estrelas emitem, além de luz visível, luz invisível: luz infravermelha, luz ultravioleta, micro-ondas e ondas de rádio, raios X e raios gama. Toda essa luz são ondas eletromagnéticas como a luz que vemos, sendo a única diferença o seu comprimento de onda: as micro-ondas, por exemplo, têm um comprimento de onda maior do que a luz visível. Felizmente que a nossa atmosfera filtra as radiações mais perigosas como os raios X e os raios gama (de outro modo, não estaríamos aqui a contemplar as estrelas!). Algumas das estrelas maiores – as chamadas supergigantes vermelhas – podem explodir violentamente, espalhando o seu invólucro pelo cosmo e deixando à vista o seu caroço. Na matéria que espalham encontram-se os núcleos mais pesados, aqueles que só podem ser feitos nas estrelas, como é o caso do carbono, que entra profusamente nas moléculas de que somos feitos e de que é feita toda a vida. Nesse sentido, somos “filhos das estrelas”. Mas o que se encontra dentro

da supergigante vermelha que explodiu, uma explosão conhecida por supernova? O caroço se for suficientemente denso pode ser um buraco negro, um prodigioso abismo do espaço-tempo (o espaço, ensinou-nos Einstein, está ligado ao tempo, assim como a matéria está ligada à energia pela equação  $E=mc^2$ ) de onde nada pode sair, nem a luz, mas onde tudo entra. É, de resto, por a luz não poder sair desse buraco, mas só entrar nele, que lhe chamamos buraco negro. No cosmo vem luz de todo o lado, principalmente mais das estrelas, mas não vem dessas estrelas mortas que são os buracos negros.

Não sabemos muito sobre buracos negros, que aparece, no filme recente *Interstellar*, do realizador anglo-americano Christopher Nolan. De facto, pouco mais sabemos que a matéria e a energia se precipitam sobre esses sorvedouros cósmicos. Não há, felizmente, nenhum nas proximidades do nosso sítio da Galáxia ou Via Láctea, embora haja um, e bem grande, no centro da nossa Galáxia, em torno do qual o nosso Sol circula.

Há buracos negros, mas haverá buracos brancos, sítios de onde tudo sai? De certo modo, vivemos no interior de um e bem grande. O Universo criado pelo *Big Bang* pode ser visto como um buraco branco, um buraco branco enorme, talvez mesmo infinito. O aparecimento primeiro da luz e depois da matéria em todo o lado é uma boa ilustração do conceito de buraco branco. E o que existiu antes do *Big Bang*? Será que existiu um Universo anterior que deu lugar, de algum modo, ao *Big Bang*? Boas perguntas para as quais não temos hoje respostas (e para quais, provavelmente, nunca teremos). Há muitas questões para a qual já encontramos resposta: quando surgiu o Universo tal como vemos? De que é feita a matéria comum? O que é a luz? Como funcionam as estrelas? Mas há questões que os seres humanos, baseados no conhecimento que já possuem, podem colocar, mas às quais será possível responder. O que se passou mesmo no início? Há outros tipos de matéria e de interações? Como escreveu William Shakespeare no *Hamlet*: “Há mais coisas, Horácio, no céu e na Terra do que sonha a tua filosofia”.

Parafraseando o dramaturgo inglês, a nossa filosofia continua a sonhar. Neste Ano Internacional da luz, 150 anos depois de sabermos que a luz é uma onda eletromagnética (foi o britânico James Clerk Maxwell a descobrir), 100 depois de sabermos que a massa encurva a luz (foi o suíço Albert Einstein a descobrir) e 50 anos depois de termos detetado a radiação cósmica de fundo, uma forte prova do *Big Bang* (foram os norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson a descobrir), continuamos a querer saber mais. Faremos decerto mais luz sobre a luz.

\* Professor Catedrático do Departamento de Física e Coordenador da Comissão Nacional do Ano Internacional da Luz 2015