

FICHA TÉCNICA

Título original: *Il Cosmo della Mente*

Autores: *Edoardo Boncinelli e Antonio Ereditato*

Copyright © Edoardo Boncinelli, 2018

Copyright © Il Saggiatore S.r.l., Milano, 2018

Edição portuguesa publicada por acordo com The Ella Sher Literary Agency

Tradução © Editorial Presença, Lisboa, 2019

Tradução: *Carlos Grifo Babo*

Revisão: *Ana Rita Silva/Editorial Presença*

Revisão científica: *Prof.ª Sofia Naique – IST Departamento de Matemática*

Imagem da capa: *Shutterstock*

Capa: *Vera Espinha/Editorial Presença*

Composição, impressão e acabamento: *Multitipo – Artes Gráficas, Lda.*

Depósito legal n.º 457 056/19

1.ª edição, Lisboa, julho, 2019

Reservados todos os direitos

para a língua portuguesa (exceto Brasil) à

EDITORIAL PRESENÇA

Estrada das Palmeiras, 59

Queluz de Baixo

2730-132 Barcarena

info@presenca.pt

www.presenca.pt

ÍNDICE

Prefácio	11
1. Observar o mundo	15
2. Nós e o microcosmo	41
3. <i>Fiat lux</i>	62
4. Átomos leves e pesados	75
5. Finalmente, a vida	86
6. Um ser medianamente inteligente mas muito engenhoso	101
7. A vida, algures	119
8. A nossa CPU sabe que o é	130
9. O ofício mais belo do mundo	139
10. <i>Rewind</i>	155
Agradecimentos	175

1

OBSERVAR O MUNDO

O homem sempre levantou os olhos para o céu de noite, porque durante o dia é a Terra que prende a nossa atenção através de mil outros objetivos, perigos, projetos. E sempre soubemos que no céu há o Sol: é um dado adquirido. Um Sol centralizador, que torna o céu diurno monótono e demasiado luminoso para ser admirado. Hoje sabemos que o Sol é uma estrela, a nossa estrela, sem a qual nada podemos fazer, nem sequer nascer. É pois sobretudo de noite que o céu nos toca. Kant dizia: «Duas coisas me impressionam sobremaneira, o céu estrelado acima de mim e a lei moral dentro de mim.» Ora, que dentro de cada um de nós exista uma lei moral não é claro, mas não há dúvida de que acima de nós existe o céu estrelado, só visível de noite. Não se sabe, obviamente, que impressão podia o céu causar aos nossos antepassados, os quais pensavam habitar um planeta, como dizemos nós hoje, que na época era simplesmente a Terra, a casa do homem, chata ou redonda segundo as épocas e as opiniões.

Em tempos longínquos, acreditava-se que o nosso mundo era circundado por uma série de esferas semitransparentes e concêntricas que constituíam a abóbada celeste, acessória

e ao serviço do centro de tudo, a Terra. Não há dúvida de que numa noite límpida — e certamente que nessa época antiga eram mais límpidas que hoje — levantar os olhos ao céu oferecia um espetáculo incrível. No escuro do firmamento há um número imenso de pontinhos luminosos e se alguém, nos dias de hoje, fizer essa experiência numa área não comprometida pela luz artificial, verá que o número de estrelas é verdadeiramente impressionante, de cortar a respiração. Isaac Asimov descreveu poeticamente essa sensação na sua novela intitulada *Noturno*. Um planeta longínquo, escreve Asimov, era constantemente iluminado pela luz de não menos que seis sóis. Por esse motivo não existia a noite e conseqüentemente o escuro, que todos os habitantes temiam ancestralmente. A sua religião falava de um evento, longe no passado, durante o qual, por uma estranha combinação dos movimentos dos astros — certamente o raro eclipse provocado por uma das suas luas —, a luz desapareceu e todos os habitantes enlouqueceram, incapazes de se adaptar às trevas persistentes. Segundo as estimativas dos cientistas, o evento estava para se repetir e o terror começou a insinuar-se entre as pessoas com o avizinhar do momento predito. No dia do evento, o escuro chegou inexorável, sobrepondo-se rapidamente à luz. Mas algo de inesperado e talvez ainda mais terrível sucedeu. No céu, finalmente plúmbeo, apareceram infinitas pequenas luzes que encheram o imenso palco. Era aquele espetáculo paralisante a verdadeira razão da loucura...

No decurso dos séculos, o homem acabou por atribuir, de forma totalmente arbitrária, alguns daqueles muitos pontos luminosos às chamadas constelações. Todos conhecem a Ursa Maior, provavelmente também a Ursa Menor, que inclui, entre outras, a Estrela Polar. Facilmente se vê a Cassiopeia, um W gigantesco, e muitas outras constelações.

Convém esclarecer que as constelações não existem na natureza, são simplesmente uma nossa construção mental. Vendo um grupo de estrelas que juntas formam um desenho, pensou-se que estas pertenciam a um grupo específico, precisamente a constelação, à qual eram depois atribuídos, de modo igualmente arbitrário, efeitos e influências sobre a vida dos homens. Sabemos hoje que as estrelas da mesma constelação não têm relação alguma entre si. Uma pode estar relativamente próxima de nós, outra muito longe, uma pode ser muito luminosa, outra menos. Convém que nos detenhamos um momento a refletir sobre este facto: porque nada é desde sempre mais evidente que as constelações e nada é mais falso que as constelações. Graças a tudo o que sabemos hoje, concluímos que as constelações são uma construção gráfica da humanidade, que no entanto foi de importância fundamental para o homem antigo. As suas imagens estão aparentemente fixas na abóbada celeste e um olhar habituado e cheio de imaginação, como era o dos nossos antepassados, usava-as para se orientar no céu, muito antes da descoberta da bússola e certamente antes dos radares eletromagnéticos e dos complexos instrumentos de que dispomos hoje. As constelações indicavam a direção a tomar ou a não tomar, muito mais que elementos para o horóscopo.

A juntar a este espetáculo do céu estrelado, há um outro. Se olharmos para cima do W da Cassiopeia, vemos que ela está sobreposta a uma espécie de rio luminoso, de tal modo cheio de estrelas que não se podem contar ou distinguir umas das outras: os antigos batizaram-no como Via Láctea. Nós, em termos modernos, chamamos-lhe Galáxia. Ou melhor, trata-se da observação «em corte» da nossa galáxia, suscetível de nos mostrar a projeção geométrica de grande parte das estrelas que a constituem. A Via Láctea é a primeira galáxia que o homem observou, aquela em que

se situam o Sol, o seu sistema solar e conseqüentemente a nossa Terra. Dada a nossa posição ligeiramente periférica, conseguimos observar as vizinhanças centrais, precisamente a esteira luminosa chamada Láctea. Hoje sabemos que no Universo há um número imenso de galáxias, centenas de milhares de milhões, mais ou menos semelhantes à nossa e separadas por distâncias abissais. As próprias galáxias estão agrupadas em gigantescos filamentos que constituem a rede do cosmo e delimitam imensas zonas vazias, privadas de galáxias e, por conseguinte, de estrelas. Não podemos saber que emoção sentiram os nossos antepassados ao observar este espetáculo. Certamente estudaram o firmamento que envolve a Estrela Polar na cauda da Ursa Menor, que designamos assim porque é observável na direção do Polo Norte terrestre.

Note-se que as observações astronómicas foram levadas a cabo durante milénios a olho nu, ou seja, sem o auxílio de qualquer instrumento, exatamente como o fazem todos os outros seres vivos com os seus sentidos variadamente desenvolvidos. A esse propósito existiu uma grande discussão, particularmente no pensamento grego antigo (antes e depois de Sócrates), quanto à eficácia dos nossos sentidos, limitados como o são pela sua sensibilidade e poder de resolução. Para o sentido da vista, sensibilidade significa capacidade de notar luzes ou sinais luminosos, mesmo se muito fracos. Por poder de resolução, entendemos a aptidão para identificar como distintos pontos luminosos vizinhos, aos quais se associam origens diferentes.

Assim, grande parte das primeiras observações da natureza, do céu e de tudo quanto nos rodeia foi realizada tirando proveito dos nossos sentidos biológicos, assistidos por um aparelho nervoso e pelo sistema central que inclui o cérebro. O facto de os sentidos não terem poder ilimitado, ou seja,

para além de um certo limite não conduzirem a resultados eficazes — ou porque uma luz é pouco intensa, ou porque um som é demasiado fraco, ou porque ao tato certos relevos não se distinguem —, junta-se ao facto de a nossa capacidade de interpretar, ou seja, de elaborar os sinais provenientes dos sentidos, ser igualmente limitada. O ser humano está assim duplamente limitado, apesar de muito bem equipado pela mãe natureza. Os seus sentidos recebem inúmeros estímulos e o cérebro consegue interpretar e por vezes explicar um grande número de situações, mesmo no âmbito de estreitos limites objetivos. A nossa situação no Universo e a sua representação são conseqüentemente determinadas por esses limites.

Ligada a este processo cognitivo, existe a capacidade mais ou menos desenvolvida de formar uma imagem mental da realidade. Por exemplo, quando nos dizem que uma estrela está mais de 100 milhões de vezes mais longe que o Sol, é claro que nos debatemos em vão na tentativa de criar uma imagem interpretativa desse valor numérico; o mesmo sucede quando aprendemos que o Universo tem 13,8 mil milhões de anos de vida ou que a vida na Terra existe há 4 mil milhões de anos.

Quando, no século passado, passámos da observação do imensamente grande à do infinitamente pequeno, ou seja, às partículas atómicas e subatómicas, demo-nos subitamente conta de quão limitadas eram as nossas capacidades de observação e de percepção. Tal como experimentamos uma enorme dificuldade em imaginar algo 100 milhões de vezes mais longe que o Sol, temos os mesmos problemas para conceber um objeto que seja um milhão de vezes mais pequeno que um grão de areia. No entanto, estas entidades dificilmente representáveis existem, tanto na escala do grande como na do pequeno. E aqui se coloca uma primeira questão:

porque é que nós, seres vivos, se bem que um pouco especiais, forjados pela evolução biológica, temos capacidades perceptivas limitadas, quer no que se refere à escala pequena, quer à grande? A pergunta é de notável relevância, mas em certo sentido a resposta pode parecer-nos bastante banal. Nós evoluímos, mas lentamente — 4 mil milhões de anos desde o primeiro organismo unicelular e não mais que alguns milhões de anos como seres humanos —, adaptando-nos ao ambiente no qual vivemos. Na realidade, esta última observação não é de modo algum óbvia e, antes de prosseguirmos, é oportuno refletir sobre números que descrevem e caracterizam o Universo às duas escalas extremas, a do infinitamente pequeno (adequada às partículas elementares) e a cosmológica, própria da astronomia e da física espacial.

Ao fazê-lo, temos necessariamente de nos confrontar com números extremos de cada vez que saímos do domínio da nossa experiência comum, para irmos estudar o Universo na sua plenitude. Tais valores numéricos vão muito para além da perceção do nosso cérebro, o qual evoluiu operando sobre escalas de distâncias e de tempos «humanos», ou seja, metros e quilómetros, minutos e anos. Isto tal como o olho se adaptou à luz «perceptível» e não aos ultravioletas ou tal como foi conveniente, do ponto de vista da seleção da espécie, ter uma caixa torácica como proteção do coração. Não é, pois, por acaso que conseguimos atribuir significado a «100 metros» ou a «dois dias», podendo do mesmo modo comparar entidades exatas: dois dias em confronto com vinte dias, 1 centímetro com 1,2 metros. É igualmente claro que, por aplicação de uma «definição operativa» de 100 metros, conseguimos avaliar o tempo que levamos a percorrer essa distância, quem sabe se a passear. O mesmo pode ser válido para um quilómetro ou até para cinco. A história já é outra se falarmos de 1000 quilómetros. Neste caso, podemos «calibrar» o nosso raciocínio

considerando o tempo empregue numa viagem de automóvel ou mesmo de avião. E por aí fora, até termos uma ideia razoável do que significa 10 000 quilómetros: ou seja, meio dia de viagem por avião ou 10 dias conduzindo um carro ininterruptamente ao longo de uma estrada. Mas o que dizer de 384 000 quilómetros, a distância da Terra à Lua? Claro, podemos tentar exprimir esta enorme distância dizendo que, mediante um hipotético avião com recursos ilimitados de combustível e que viajasse ininterruptamente a aproximadamente 112 km/h, precisaríamos de umas boas duas semanas para chegar à Lua, mas seria pouco eficaz. Para distâncias maiores, nada a fazer. Isto para já não falar de quando somos obrigados a «mudar de escala» e passar dos quilómetros aos anos-luz. Um ano-luz é a distância percorrida pelas ondas eletromagnéticas (e, por conseguinte, também pela luz) num ano, «astronomicamente» imensa, cerca de 9500 mil milhões de quilómetros. Totalmente incompreensível para o nosso cérebro, calibrado como dizíamos para os tempos e comprimentos próprios do nosso *habitat* terrestre. Só para nos fazer refletir, se a Terra tivesse as dimensões da secção de um cabelo, o Sol seria uma bola de *flipper* situada a um metro de distância e a segunda estrela mais próxima, Proxima Centauri, corresponderia mais ou menos a uma bola análoga situada a 260 quilómetros de nós. À margem, observemos que para alcançar a Proxima Centauri, afastada 4 anos-luz da Terra (a Lua está distante de nós 1 segundo-luz e o Sol 8 minutos-luz), levaríamos cerca de 70 000 anos com os veículos espaciais de hoje. Para não entristecer demasiado o leitor, diga-se que a abordagem em que se está a trabalhar atualmente é a de enviar em direção às estrelas vizinhas um grande número de microsondas espaciais impelidas por potentíssimos raios *laser*. Tal tecnologia de ficção científica submeteria as sondas a uma velocidade na ordem dos 10% a 20% da velocidade

da luz, reduzindo assim drasticamente a duração da viagem a umas dezenas de anos. Portanto, nunca digas nunca...

O problema é o mesmo se tentamos imaginar distâncias infinitesimais. Há pouco a dizer: para além do que conseguimos observar com o nosso principal instrumento para a medição de comprimentos, o olho, no limite com o auxílio de lentes ou microscópios, falar de dimensões atómicas não tem, em absoluto, uma aplicação «comum». Argumentos análogos se aplicam quando consideramos tempos microscópicos e macroscópicos. Associamos um segundo à batida do nosso coração; um centésimo de segundo à distância que separa dois *sprinters* à chegada dos cem metros. Mas, sem sombra de dúvida, já o décimo de milissegundo coloca sérios problemas de compreensão. É certo que, com os instrumentos eletrónicos do nosso tempo, podemos levar a cabo experiências ao nível do nanossegundo (um bilionésimo de segundo) ou do picossegundo (um milésimo de bilionésimo de segundo), mas certamente que isso está fora do entendimento pelos nossos sentidos biológicos. Pensem agora nos físicos quando falam de «eras» da vida do nosso Universo que vão de 10^{-30} a 10^{-20} segundos depois do Big Bang — um intervalo de tempo muito pequeno e que nos parece ser puramente académico. Mas não. Como veremos, durante essa era deram-se acontecimentos fundamentais para a vida do Universo, certamente mais relevantes que tudo quanto aconteceu no último milhar de milhões de anos. A propósito de números grandes e pequenos, recordemos o uso da notação exponencial. Por exemplo, 10^6 representa um número em que 1 é seguido de seis zeros (1 000 000, ou seja, um milhão); analogamente, 10^{-8} representa o zero seguido de vírgula, de 7 zeros e de um 1, isto é, 0,00000001. Esta notação matemática revela-se particularmente útil quando tratamos grandezas muito diferentes das que são próprias do nosso mundo quotidiano.