

Peter Godfrey-Smith

# OUTRAS MENTES

O polvo e a origem  
da consciência



A demanda por continuidade tem demonstrado possuir um poder verdadeiramente profético em amplos campos da ciência. Devemos, portanto, nós mesmos, tentar sinceramente todo modo possível de conceber o surgimento da consciência, de forma a que ele *não* pareça equivaler à irrupção, no universo, de uma nova natureza, inexistente até então.

William James, *The Principles of Psychology*, 1890

O drama da criação, de acordo com o relato havaiano, é dividido em uma série de etapas... Primeiro apareceram os humildes zoófitos e os corais, e estes foram seguidos por vermes e mariscos, cada tipo estando destinado a conquistar e destruir seu predecessor, uma luta pela existência na qual os mais fortes sobrevivem. Paralelamente a essa evolução de formas animais, começa a vida vegetal em terra e no mar — primeiro com as algas, seguidas das plantas aquáticas e juncos. À medida que um tipo segue-se a outro, o limo que se acumula de sua deterioração faz o terreno se elevar acima das águas, nas quais, como espectador de tudo, nada o polvo, sobrevivente solitário de um mundo mais antigo.

Roland Dixon, *Oceanic Mythology*, 1916

1. Encontros ao longo da árvore da vida
2. Uma história de animais
3. Traquinagem e astúcia
4. Do ruído branco à consciência
5. Produzindo cores
6. Nossa mente e outras
7. Experiência comprimida
8. Polvópolis

Notas

Agradecimentos

Sobre o autor

Termos para busca

Créditos das imagens

Créditos

# 1.

## Encontros ao longo da árvore da vida

### Dois encontros e uma partida

Numa manhã de primavera em 2009, Matthew Lawrence soltou a âncora de seu pequeno barco num ponto qualquer no meio de uma baía oceânica azul, na costa oriental da Austrália, e mergulhou, saltando sobre a borda lateral. Munido de um cilindro de ar comprimido, nadou para o fundo até a âncora, ergueu-a e esperou. Na superfície, a brisa empurrava o barco, que começou a derivar, e Matt, segurando a âncora, o seguiu.

Essa baía é bem conhecida como ponto de mergulho, mas normalmente os mergulhadores só visitam umas poucas locações espetaculares. Como a baía é grande e em geral muito calma, Matt, um entusiasta do mergulho autônomo que vive ali perto, havia iniciado um programa de exploração subaquática, deixando a brisa carregar o barco vazio acima dele até que seu ar comprimido acabasse e, então, escalando o cabo da âncora para voltar. Em um desses mergulhos, quando vagava sobre uma área plana e arenosa, inteiramente coberta de vieiras, ele se deparou com algo incomum. Uma pilha de conchas de vieira vazias — milhares delas — e, mais ou menos no centro, algo que parecia uma rocha única. Sobre a camada de conchas havia cerca de uma dúzia de polvos, cada um numa toca rasa, escavada. Matt desceu e pairou ao lado deles. O corpo de cada polvo era do tamanho aproximado de uma bola de futebol, ou menor. Estavam pousados, com os braços ocultos. A maioria era marrom-acinzentada, mas as cores

mudavam o tempo todo. Seus olhos eram grandes, não muito diferentes de olhos humanos, exceto pelas pupilas escuras e horizontais — como olhos de gato virados de lado.

Os polvos olhavam para Matt, e também uns para os outros. Alguns começaram a vagar em volta. Rastejavam para fora das tocas e se moviam sobre a camada de conchas num passeio arrastado. Às vezes isso não provocava nenhuma reação nos outros, mas ocasionalmente dois deles se enroscavam numa luta de braços múltiplos. Os polvos pareciam não ser nem amigos nem inimigos, mas sim estar em uma coexistência complicada. Como se essa cena não fosse estranha o bastante, muitos filhotes de tubarão, de não mais de quinze centímetros de comprimento cada um, jaziam imóveis sobre as conchas, enquanto os polvos vagavam em torno deles.

Alguns anos antes disso, eu estava mergulhando de snorkel em outra baía, em Sydney. O ponto é cheio de pedregulhos e recifes. Vi algo se mover debaixo de uma saliência na rocha — algo surpreendentemente grande — e desci mais para olhar. O que achei parecia um polvo aderido a uma tartaruga. Tinha um corpo achatado, uma cabeça proeminente e oito braços que saíam diretamente da cabeça. Os braços eram flexíveis, com ventosas — mais ou menos como os braços de um polvo. As costas eram orladas com algo que parecia uma saia, com algumas polegadas de largura, e se movia suavemente. O animal parecia ser de todas as cores ao mesmo tempo — vermelho, cinzento, azul-esverdeado. Padrões apareciam e desapareciam numa fração de segundo. Entre as manchas de cor havia veios prateados, como linhas de força brilhando. Ele pairou alguns centímetros acima do assoalho marinho e então avançou e veio me observar. Como eu suspeitara, olhando da superfície, a criatura era *grande* — cerca de um metro de

comprimento. Os braços se moviam, vagueando, as cores iam e vinham, e o animal movimentava-se para a frente e para trás.

Tratava-se de um choco gigante. Chocos são parentes dos polvos, porém mais próximos da lula. Os três — polvos, chocos e lulas — são todos membros de um grupo chamado *cefalópodes*. Outros cefalópodes bem conhecidos são os náutilos, mariscos das profundezas do Pacífico que vivem de modo bem diferente dos polvos e seus primos. Polvos, chocos e lulas têm outra coisa em comum: seus sistemas nervosos grandes e complexos.

Nadei para o fundo repetidamente, prendendo a respiração, para espiar esse animal. Logo estava exausto, mas também relutava em parar, pois a criatura parecia estar tão interessada em mim quanto eu (nele? nela?). Foi minha primeira experiência com um aspecto desses animais que nunca deixaria de me intrigar: a sensação de *envolvimento* mútuo que se tem com eles. Eles olham para você atentamente, em geral mantendo certa distância, mas frequentemente não muita. Algumas vezes, quando eu chegava muito perto, um choco gigante estendia um braço, só alguns centímetros, para tocar no meu. Em geral é só um toque e depois mais nada. Os polvos demonstram grande interesse tátil. Se você se postar diante de sua toca e estender a mão, eles frequentemente estenderão um ou dois braços, primeiro para explorar você e depois para fazer uma tentativa absurda de te arrastar para o seu covil. Muitas vezes, sem dúvida, é uma tentativa superambiciosa de fazer de você o almoço deles. Mas já foi demonstrado que os polvos também se interessam por objetos que eles sabem muito bem que não podem comer.

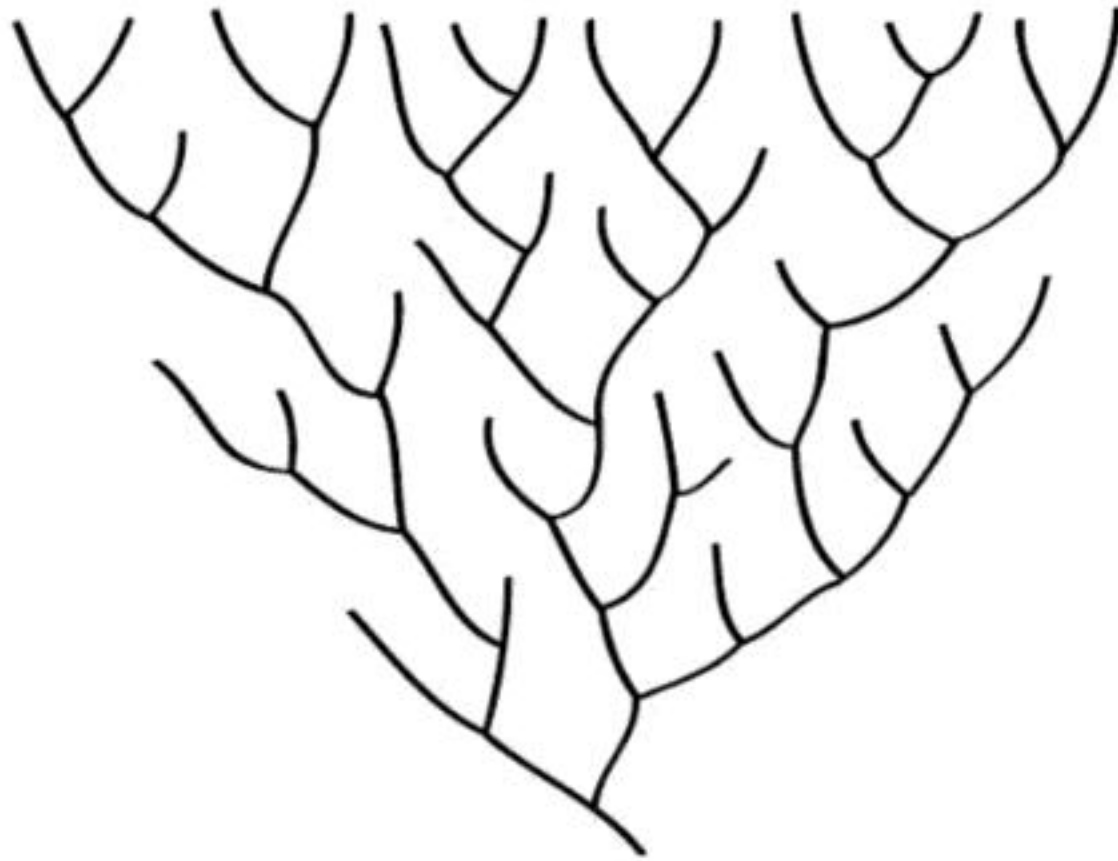
Para compreender esses encontros entre pessoas e cefalópodes, temos de recuar até um evento do tipo oposto: uma partida, uma separação. Essa partida aconteceu um

bom tempo antes dos encontros — há cerca de 600 milhões de anos. Como os encontros, envolveu animais no oceano. Ninguém sabe qualquer detalhe sobre a aparência dos animais em questão, mas talvez tivessem a forma de vermes pequenos e achatados. Pode ser que só tivessem alguns milímetros de comprimento, ou que fossem um pouco maiores. Talvez nadassem, talvez se arrastassem no fundo do mar, ou ambos. Podiam ter olhos simples ou, pelo menos, manchas sensíveis à luz de cada lado. Se era assim, pouco restava para distinguir “cabeça” e “cauda”. Tinham, sim, sistemas nervosos. Estes podiam ser constituídos por redes neurais espalhadas pelo corpo ou incluir algum aglomerado, um cérebro minúsculo. O que esses animais comiam, como viviam e como se reproduziam, tudo isso se desconhece. Mas tinham uma característica de grande interesse do ponto de vista evolucionário, uma característica que se torna visível apenas em retrospecto. Essas criaturas são os últimos ancestrais comuns a você e ao polvo, a mamíferos e cefalópodes. São os “últimos” ancestrais comuns no sentido de *mais recentes*, os últimos em uma linhagem.

A história dos animais tem o formato de uma árvore.<sup>[1]</sup> Uma “raiz” única dá origem a uma série de ramos à medida que acompanhamos o processo avançando no tempo. Uma espécie divide-se em duas, e cada uma delas divide-se novamente (se não se extingui antes). Se uma espécie se divide e os dois ramos sobrevivem e se dividem repetidamente, o resultado pode ser a evolução de um ou dois aglomerados de espécies, cada um deles diferente dos outros o suficiente para ser destacado com um nome de família — *mamíferos*, *aves*. As grandes diferenças entre os animais existentes hoje — entre abelhas e elefantes, por exemplo — têm origem em divisões desse tipo, pequenas e insignificantes, muitos milhões de anos atrás. Uma

ramificação acontece e deixa, um de cada lado, dois novos grupos de organismos, que eram inicialmente semelhantes, mas desenvolveram-se de forma independente a partir daquele ponto.

Imagine uma árvore que tem a forma de um triângulo ou cone invertido, desde um tempo distante, e é muito irregular no interior — algo assim:



Imagine-se agora sentado num ramo no alto da árvore, olhando para baixo. Você está no topo porque está vivo neste momento (e não porque é superior), e à sua volta estão todos os outros organismos que também estão vivos agora. Perto de você estão seus primos vivos, como os chimpanzés e os gatos. Mais além, se você olhar no sentido horizontal através do topo da árvore, verá animais de parentesco mais distante. A “árvore da vida” completa inclui também plantas, bactérias e protozoários, entre outros, mas vamos nos restringir aos animais. Se você olhar agora para a árvore, na direção das raízes, verá seus ancestrais, tanto os recentes quanto os mais remotos. Para cada par de animais vivos hoje (você e uma ave, você e um peixe, uma ave e um peixe), podemos traçar, árvore abaixo,



duas linhas de descendência, que finalmente se encontram num ancestral *comum* aos dois, um ancestral dos dois. Este ancestral comum pode ser localizado logo no início dessas linhas descendentes ao longo da árvore, ou mais abaixo. No caso de humanos e chimpanzés, chegamos muito rapidamente a um ancestral comum, que viveu cerca de 6 milhões de anos atrás. No caso de pares formados por animais muito diferentes — humano e besouro —, temos de traçar as linhas até mais embaixo.

Sentado na árvore, olhando para seus parentes próximos e distantes, considere um conjunto específico de animais, aqueles que comumente pensamos ser “inteligentes” — que têm cérebros grandes e comportamento complexo e adaptável. Entre estes, certamente incluem-se os chimpanzés e os golfinhos, além de cães e gatos, juntamente com os humanos. Todos esses animais estão bem perto de você na árvore. São primos bastante próximos, do ponto de vista evolucionário. Se estivéssemos fazendo este exercício da forma correta, deveríamos acrescentar as aves também. Um dos desdobramentos mais importantes da psicologia animal nas últimas décadas tem sido a constatação do quanto corvos e papagaios são inteligentes. Não são mamíferos, mas são vertebrados, e por isso estão ainda bem próximos de nós, embora muito menos que os chimpanzés. Tendo reunido todas essas aves e todos esses mamíferos, podemos perguntar: como era seu ancestral comum mais recente e quando ele viveu? Se olharmos para baixo da árvore, onde todas essas linhas de ancestralidade se fundem, o que encontraremos vivendo lá?

A resposta é um animal parecido com um lagarto. Ele viveu cerca de 320 milhões de anos atrás, pouco antes da era dos dinossauros. Tinha uma espinha dorsal, um tamanho razoável e estava adaptado à vida em terra. Sua arquitetura era semelhante à nossa, com quatro membros,

uma cabeça e um esqueleto. Ele caminhava, usava sentidos semelhantes aos nossos e tinha um sistema nervoso central bem desenvolvido.

Agora, vamos procurar o ancestral comum que conecta este primeiro grupo de animais, no qual estamos incluídos, a um polvo. Para encontrar esse animal, temos de olhar bem mais para baixo na árvore. Quando o encontramos, cerca de 600 milhões de anos atrás, o animal é aquela criatura achatada, parecida com um verme, que esbocei anteriormente.

Esse passo para trás no tempo é aproximadamente duas vezes maior que aquele que demos para achar o ancestral comum de mamíferos e aves. O ancestral de humanos e polvos viveu numa época em que nenhum organismo sobrevivera em terra, e os maiores animais existentes poderiam ser esponjas e águas-vivas (além de algumas aberrações que comentarei no próximo capítulo).

Suponha que achamos esse animal, e agora estamos assistindo à divisão, à ramificação, como aconteceu. Em um oceano turvo (no fundo do mar ou no topo da coluna de água), vemos que grandes quantidades desses vermes vivem, morrem e se reproduzem. Por uma razão desconhecida, alguns deles se separam dos outros, e, por um acúmulo de mudanças casuais, começam a viver de modo diferente. Com o tempo, seus descendentes desenvolvem corpos diferentes. Os dois lados se dividem repetidamente e logo veremos não dois conjuntos de vermes, mas dois ramos enormes da árvore evolucionária.

Um caminho que avança a partir dessa divisão subaquática leva ao nosso ramo da árvore. Leva, entre outros, aos vertebrados e, dentro deles, aos mamíferos e, afinal, aos humanos. O outro caminho leva a uma gama ampla de espécies invertebradas, inclusive caranguejos, abelhas e seus parentes, muitos tipos de vermes e também

os moluscos, grupo que inclui mexilhões, ostras e caramujos. Este ramo não abarca todos os animais comumente conhecidos como “invertebrados”,<sup>[2]</sup> mas inclui a maioria dos mais conhecidos: aranhas, centípedes, vieiras, mariposas.

Neste ramo, a maioria dos animais é bem pequena, com exceções, e também tem sistemas nervosos pequenos. Alguns insetos e aranhas apresentam comportamentos muito complexos, especialmente sociais, mas ainda assim têm sistemas nervosos pequenos. As coisas nesse ramo são assim — com exceção dos cefalópodes. Estes formam um subgrupo dos moluscos e são, portanto, parentes dos mexilhões e caramujos, mas desenvolveram sistemas nervosos grandes e a capacidade de se comportar de modo muito diferente dos outros invertebrados. Chegaram a isso por um caminho evolucionário totalmente separado do nosso.

Os cefalópodes são uma ilha de complexidade mental no mar dos animais invertebrados. Como nosso ancestral comum mais recente era muito simples e viveu há tanto tempo, os cefalópodes são um *experimento independente* na evolução dos cérebros grandes e comportamentos complexos. Se conseguimos fazer *contato* com os cefalópodes como seres sencientes não foi porque temos uma história compartilhada ou algum parentesco, mas porque a evolução construiu cérebros repetidamente. Eles são, provavelmente, o mais perto que chegaremos de um alienígena inteligente.

## Esboços

Um dos problemas clássicos de minha disciplina — a filosofia — é a relação entre mente e matéria. Como a

senciência, a inteligência e a consciência se encaixam no mundo físico? Neste livro, quero avançar na solução desse problema, por mais vasto que seja. Para abordá-lo, sigo um percurso evolucionário; quero saber como a consciência emerge da matéria-prima encontrada nos seres vivos. Éons atrás, os animais constituíam apenas um entre os vários grupos desregrados de células que começaram a viver juntas como unidades, no mar. De lá, no entanto, algumas adotaram um estilo de vida particular. Tomaram o caminho da mobilidade e da atividade, criaram olhos, antenas e meios para manipular objetos à sua volta. Evoluíram para o rastejar dos vermes, o zumbido dos mosquitos, as viagens globais das baleias. Como parte de tudo isso, em algum estágio desconhecido, veio a evolução da *experiência subjetiva*. Para alguns animais, há algo que os faz *sentir como é ser* aquele animal. Existe algum tipo de “eu” que vivencia o que está acontecendo.

Estou interessado na forma como a experiência de todas as espécies evoluiu, mas os cefalópodes terão importância especial neste livro. Em primeiro lugar, por serem as criaturas notáveis que são. Se pudessem falar, poderiam nos contar muita coisa. Mas não é só por isso que eles escalam e nadam tanto neste livro. Esses animais deram forma a meu percurso, através de problemas filosóficos; segui-os cruzando o mar, tentar elucidar o que estão fazendo, tornaram-se parte importante de meu roteiro. Quando abordamos questões relativas à mente dos animais, é fácil ser demasiadamente influenciado pelo nosso próprio caso. Quando imaginamos as vidas e experiências de animais mais simples, frequentemente acabamos visualizando versões miniaturizadas de nós mesmos. Os cefalópodes nos põem em contato com algo muito diferente. Como o mundo parece ser para eles? O olho de um polvo é semelhante ao nosso. É formado como uma câmera, com

uma lente ajustável que foca uma imagem na retina. Os olhos são semelhantes, mas os cérebros por trás deles são diferentes em quase todos os outros parâmetros. Se quisermos compreender *outras* mentes, as mentes dos cefalópodes são as mais outras de todas.

A filosofia está entre as vocações menos corporais. Ela é, ou pode ser, um tipo de vida puramente mental. Não há um equipamento que seja preciso manejar, nem locais físicos ou estações de campo. Não há nada de errado com isso — o mesmo vale para a matemática e a poesia. Mas o lado corporal deste projeto foi importante. Deparei-me com os cefalópodes por acaso, por ficar tanto na água. Comecei a segui-los por aí e, mais tarde, passei a refletir sobre a vida deles. Este projeto foi muito impactado por sua presença física e sua imprevisibilidade. Foi afetado, também, pela miríade de aspectos práticos que estar debaixo d'água implica — as exigências de equipamento, dos gases, da pressão da água, a suspensão da gravidade na luz verde-azulada. Os esforços que um humano tem de despender para lidar com essas coisas refletem as diferenças entre a vida em terra e na água, e o mar é o lar original da mente, ou pelo menos de suas primeiras e tênues formas.

Na abertura deste livro, usei uma epígrafe do filósofo e psicólogo William James, que a escreveu no final do século XIX.<sup>[3]</sup> James queria entender como a consciência veio a habitar o universo. Sua orientação em relação a essa questão era evolucionária num sentido amplo, incluindo não só a evolução biológica como também a evolução do cosmos como um todo. Ele achava que era preciso uma teoria baseada em continuidades e transições compreensíveis, e não em aparições súbitas ou saltos.

Assim como James, quero compreender a relação entre mente e matéria, e suponho que a história a ser contada seja uma narrativa de desenvolvimento gradual. A esta altura,

seria possível dizer que já conhecemos a estrutura dessa narrativa: os cérebros evoluem, acrescentam-se mais neurônios, alguns animais ficam mais inteligentes que outros e é isso. Assumir isso, no entanto, é recusar-se a considerar algumas das questões mais enigmáticas. Quais foram os primeiros animais, e os mais simples, a ter algum tipo de experiência subjetiva? Quais foram os primeiros animais a *sentir* algum dano, como a dor, por exemplo? Será que *ser* um cefalópode de cérebro grande é algo que se sente, ou seriam eles apenas máquinas bioquímicas em cujo interior tudo é escuridão?[4] Há dois lados no mundo que precisam se ajustar reciprocamente de algum modo, mas que não parecem se ajustar de nenhuma maneira que possamos compreender hoje. Um lado é a existência de sensações e outros processos mentais que são sentidos por um agente; o outro é o mundo da biologia, da química e da física.

Esses problemas não serão totalmente resolvidos neste livro, mas podemos fazer progressos em relação a eles mapeando a evolução dos sentidos, dos corpos e do comportamento. A evolução da mente está em algum ponto desse processo. Este é, portanto, um livro de filosofia, assim como um livro sobre animais e evolução. O fato de ser um livro de filosofia não o coloca em algum reino misterioso e inacessível. Fazer filosofia é, em grande parte, uma questão de tentar *juntar as coisas*, tentar montar as peças de um quebra-cabeça muito grande para fazer algum sentido. A boa filosofia é oportunista; lança mão de qualquer informação e de quaisquer ferramentas que pareçam úteis. Espero que, à medida que o livro avance, ele entre e saia da filosofia através de costuras que você quase nem vai notar.

O livro visa, então, a falar da mente e de sua evolução, e a fazer isso com alguma abrangência e profundidade. A

*abrangência* implica considerar diferentes tipos de animais. A *profundidade* é a profundidade no tempo, já que o livro abarca os grandes períodos e os sucessivos regimes da história da vida.

O antropólogo Roland Dixon atribui aos havaianos a história evolucionária que usei como minha segunda epígrafe: “Primeiro apareceram os humildes zoófitos e os corais, e estes foram seguidos por vermes e mariscos, cada tipo estando destinado a conquistar e destruir seu predecessor...”.<sup>[5]</sup> A história de conquistas sucessivas que Dixon delineia não é a história como ele realmente foi, e nem o polvo é o “sobrevivente solitário de um mundo mais antigo”. Contudo, o polvo tem, sim, uma relação especial com a história da mente. Não é um sobrevivente e sim uma segunda expressão daquilo que já estava presente antes. O polvo não é Ishmael, de *Moby Dick*, que escapou sozinho para contar a história, e sim um parente que veio de outra linhagem, e que tinha, conseqüentemente, uma história diferente para contar.

## 2.

# Uma história de animais

## Começos

A Terra tem cerca de 4,5 bilhões de anos de idade, e a vida começou há, digamos, mais ou menos 3,8 bilhões de anos.<sup>[1]</sup> Os animais vieram muito mais tarde — talvez 1 bilhão de anos atrás, mas provavelmente algum tempo depois disso. Portanto, na maior parte da história da Terra havia vida, mas não animais. O que tínhamos, por vastos períodos de tempo, era um mundo de organismos unicelulares no mar. Grande parte da vida ainda segue exatamente assim, hoje.

Para imaginar essa longa era anterior aos animais, podemos começar visualizando os organismos unicelulares como seres solitários: incontáveis ilhas minúsculas que não fazem nada além de flutuar, alimentando-se (de algum modo) e se dividindo ao meio. Mas a vida unicelular é, e provavelmente foi, muito mais emaranhada do que isso; muitos desses organismos vivem associados uns aos outros, às vezes em mera trégua ou coexistência, às vezes em uma colaboração de fato. Algumas dessas primeiras colaborações eram provavelmente tão estreitas<sup>[2]</sup> que, embora fossem realmente uma saída do modo de vida “unicelulado”, não estavam organizadas de nenhuma forma que lembrasse o modo como nossos corpos animais se organizam.

Ao imaginar este mundo, poderíamos presumir que, como não há animais, não há nenhum comportamento nem percepção do mundo exterior. Novamente, não é assim. Organismos unicelulares podem sentir,<sup>[3]</sup> isto é, perceber pelos sentidos, e reagir. Muito do que fazem só pode ser



considerado um *comportamento* num sentido muito amplo; mas eles são capazes de controlar o modo como se movimentam e as substâncias químicas que produzirão em resposta àquilo que detectam estar acontecendo à sua volta. Para que qualquer organismo faça isso, uma parte dele tem de ser *receptiva*, capaz de ver, cheirar ou ouvir, e outra parte tem de ser *ativa*, capaz de fazer alguma coisa útil acontecer. O organismo também precisa estabelecer uma conexão de algum tipo, um arco, entre essas duas partes.

Um dos sistemas mais estudados deste tipo pode ser visto na conhecida bactéria *E. coli*, que vive em grande número dentro e em volta de nós. A *E. coli* tem o sentido do paladar ou do olfato; é capaz de detectar substâncias químicas bem-vindas e indesejadas e de reagir a isso — indo em direção a concentrações de algumas e afastando-se das outras. O exterior de cada célula *E. coli* tem uma rede de sensores — coleções de moléculas que se conectam à membrana exterior da célula. Este é o input do sistema. O output é composto pelos *flagella*, os longos filamentos que a célula usa para nadar. Uma bactéria *E. coli* faz dois movimentos principais: pode *correr* ou *rodopiar*. Quando corre, movimenta-se em linha reta; quando rodopia, como seria de esperar, fica mudando de direção aleatoriamente. A célula alterna continuamente essas duas atividades, mas se detectar uma concentração crescente de alimento, reduz os rodopios.

Uma bactéria é tão pequena que seus sensores não conseguem indicar, sozinhos, de qual direção está vindo uma substância química boa ou ruim. Para resolver esse problema, a bactéria usa o tempo para ajudá-la a lidar com o espaço. A célula não está interessada em saber a quantidade de uma substância que está presente em determinado momento, e sim se sua concentração está aumentando ou diminuindo. Afinal, se a célula nadar em linha reta apenas

porque a concentração de uma substância química desejável é alta, ela pode estar, a depender da direção para a qual aponta, na verdade se afastando desse nirvana químico. A bactéria resolve esse problema de maneira engenhosa: quando ela sonda seu mundo, um mecanismo registra quais são as condições naquele exato instante e outro registra como as coisas estavam alguns momentos antes. A bactéria só nadará em linha reta se as substâncias químicas que estiver detectando parecerem melhores do que aquelas que ela detectou alguns momentos antes. Se não, será melhor mudar o curso.

As bactérias são um entre vários tipos de vida unicelular, e, de muitas maneiras, são mais simples do que as células que mais tarde se juntariam para formar os animais. Essas células, as *eucariotas*, são maiores e têm uma estrutura interna elaborada.<sup>[4]</sup> Surgidas há algo como 1,5 bilhão de anos, descendem de um processo no qual uma célula pequena, parecida com uma bactéria, engolia outra. Eucariotas unicelulares, em muitos casos, têm capacidades mais complexas de sentir gosto e nadar, e também estão mais perto de dispor de um sentido particularmente importante: a visão.

Para as coisas vivas, a luz tem um papel duplo.<sup>[5]</sup> Para muitas é um recurso intrinsecamente importante, uma fonte de energia. Também pode ser uma fonte de informação, um indicador de outras coisas. Este segundo uso, tão familiar para nós, não é, para um organismo minúsculo, algo fácil de adquirir. Grande parte do uso que os organismos unicelulares fazem da luz é na forma de energia solar; como as plantas, eles tomam banho de sol. Várias bactérias são capazes de sentir a luz e reagir à sua presença. Organismos tão pequenos têm dificuldade de determinar de qual direção está vindo a luz, que dirá de focalizar uma imagem, mas certos eucariotas unicelulares, e

talvez algumas bactérias notáveis, têm, de fato, rudimentos de visão. Os eucariotas têm “olhos-pontos”, manchas sensíveis à luz, que se conectam a algo que ou sombreia ou focaliza a luz incidente, tornando-a mais informativa. Alguns eucariotas buscam a luz, alguns a evitam, e alguns fazem as duas coisas, alternadamente: seguem a luz quando querem recolher energia e a evitam quando seus suprimentos de energia estão altos. Outros procuram a luz quando ela não está muito forte e a evitam quando a intensidade torna-se perigosa. Em todos esses casos, há um sistema de controle que conecta o ponto-olho a um mecanismo que capacita a célula a nadar.

Grande parte da percepção sensorial desses minúsculos organismos visa a encontrar alimento e evitar toxinas. No entanto, mesmo nos primeiros trabalhos com a *E. coli*, alguma outra coisa parecia estar acontecendo. Elas também eram atraídas para substâncias químicas que não podiam comer.<sup>[6]</sup> Biólogos que trabalham com esses organismos estão cada vez mais inclinados a considerar que os sentidos da bactéria estão sintonizados com a presença e a atividade de outras células em torno dela, e não só com ondas de substâncias químicas comestíveis e não comestíveis. Os receptores da superfície das células bacterianas são sensíveis a muita coisa, e estas incluem substâncias químicas que as próprias bactérias tendem a excretar, por vários motivos — às vezes como extravasamento de processos metabólicos. Isso pode não parecer significativo, mas abre uma porta importante. Uma vez que as mesmas substâncias químicas são percebidas e produzidas, cria-se a possibilidade de coordenação entre células. Chegamos ao nascimento do comportamento social.

Um exemplo disso é o “quorum sensing”.<sup>[7]</sup> Se uma substância química pode tanto ser produzida quanto percebida por um determinado tipo de bactéria, essa

bactéria pode usá-la para descobrir quantos indivíduos do mesmo tipo que ela estão à sua volta. Fazendo isso, a bactéria consegue calcular se há nas proximidades bactérias suficientes para que valha a pena produzir uma substância química que só funciona quando muitas células a produzem ao mesmo tempo.

Um dos primeiros casos revelados de “quorum sensing” envolve — apropriadamente para este livro — o mar e um cefalópode. Bactérias que vivem dentro de uma lula havaiana produzem luz mediante uma reação química, mas somente se houver nas proximidades bactérias em número suficiente para se juntar ao processo. As bactérias controlam sua iluminação detectando a concentração local de uma molécula “indutora” que é produzida por elas mesmas, e dá a cada indivíduo a percepção de quantas produtoras de luz potenciais estão por perto. Além de se acender, as bactérias seguem a regra pela qual quanto mais substância percebem, mais *produzem*.

Quando elas produzem luz suficiente, a lula que abriga as bactérias ganha o benefício da camuflagem. Isso porque ela caça à noite, quando a luz do luar normalmente projetaria sua sombra no fundo, para os predadores que estão abaixo dela. As luzes interiores anulam a sombra. Ao mesmo tempo, a bactéria parece se beneficiar dos alojamentos hospitaleiros que a lula oferece.

Este é o cenário aquático correto a ter em mente quando se pensa naqueles primeiros estágios da história da vida<sup>[8]</sup> — embora ainda estejamos em um ponto dessa trajetória evolucionária muito anterior à existência de qualquer lula. A química da vida é uma química aquática. Só podemos sobreviver em terra carregando uma enorme quantidade de água salgada junto conosco. E muitas das mudanças evolucionárias realizadas nesses estágios primordiais — aquelas que deram origem aos sentidos, ao comportamento

e à coordenação — teriam dependido da livre movimentação de substâncias químicas no mar.

Todas as células que mencionamos até agora são sensíveis a condições externas. Algumas têm, ainda, uma sensibilidade especial para *outros organismos*, inclusive organismos do mesmo tipo. Dentro dessa categoria, algumas células apresentam sensibilidade a substâncias químicas que outros organismos *produzem para ser percebidas*, diferentes de substâncias que são apenas subprodutos. Esta última categoria — substâncias químicas que são produzidas para ser percebidas por outros organismos e suscitar uma reação — nos traz ao limiar da sinalização e da comunicação.

Contudo, estamos chegando não só a um, mas a dois limiares.<sup>[9]</sup> Num mundo de vida aquática unicelular, vimos como indivíduos são capazes de perceber seu entorno e sinalizar para outros. Mas estamos prestes a contemplar a transição da vida unicelular para a vida multicelular. Uma vez iniciada essa transição, as sinalizações e percepções que conectavam um organismo a outro tornam-se a base de novas interações — que ocorrem *dentro* das formas de vida que estão surgindo. As percepções e sinalizações entre organismos suscitam o surgimento de percepções e sinalizações dentro de um organismo.<sup>[10]</sup> Os meios que uma célula tem de perceber o entorno exterior tornam-se meios de sentir o que outras células do mesmo organismo estão tramando, o que podem estar dizendo. O “ambiente” de uma célula é, em grande parte, constituído de outras células, e a viabilidade de um organismo novo, maior, dependerá da coordenação entre essas partes.

## Vivendo juntos

Os animais são multicelulares; contemos muitas células que atuam em concerto.<sup>[1]</sup> A evolução dos animais começou quando algumas células abafaram sua individualidade, tornando-se parte de grandes empreendimentos conjuntos. A transição para uma forma de vida multicelular ocorreu muitas vezes, levando aqui à formação de animais, ali à formação de plantas, outras vezes a fungos, algas de vários tipos e organismos menos visíveis. Muito provavelmente, a origem dos animais não se deu no encontro de células isoladas que estavam à deriva juntas. É mais provável que os animais tenham surgido de uma célula cujas filhas não se separaram totalmente durante a divisão celular. Quando um organismo unicelular se divide em dois, em geral as células-filhas seguem caminhos separados, mas nem sempre. Imagine uma bola de células que se forma quando uma célula se divide, as células resultantes ficam juntas e o processo se repete várias vezes. As células desse agrupamento provavelmente comem bactérias que pairavam no mar, como elas.

Não está claro quais são as fases seguintes dessa história; há sobre a mesa alguns cenários possíveis, baseados em evidências de tipos diferentes, e que concorrem.<sup>[2]</sup> Em um deles, talvez a visão majoritária, algumas dessas bolas de células abandonam a vida em suspensão e se depositam no leito do mar. Lá começam a se alimentar, filtrando a água através de canais em seus corpos; o resultado evolutivo disso é a esponja.

Esponja? Aparentemente seria difícil escolher um ancestral menos plausível; afinal, as esponjas não se movimentam. Parecem um fim de linha imediato. Só a esponja adulta é estacionária, porém. Os filhotes, ou larvas, são outra história. Frequentemente são nadadoras que buscam um lugar para ficar e tornar-se uma esponja adulta. As larvas de esponja não têm cérebro, mas têm no corpo

sensores que farejam o mundo. Talvez algumas dessas larvas tenham optado por *continuar* nadando, em vez de se estabelecer. Elas permaneceram móveis, tornaram-se sexualmente maduras ainda suspensas na água, e deram início a um novo tipo de vida. Tornaram-se as mães de todos os outros animais, deixando seus parentes estabelecidos no fundo do mar.

O cenário que acabo de descrever é motivado pela concepção de que as esponjas são, dos animais vivos aparentados conosco, os mais distantes. *Distantes* não quer dizer *antigas*; as esponjas atuais são produto de tanta evolução quanto nós. Por várias razões, porém, e se é que se ramificaram mesmo muito cedo, assume-se que elas possam oferecer pistas de como eram os primeiros animais. Um trabalho recente, no entanto, sugere que as esponjas podem não ser, no fim das contas, nossos parentes animais mais distantes; em vez delas, o título pode pertencer às águas-vivas-de-pente.

A água-viva-de-pente, ou *ctenófora*, parece uma água-viva muito delicada. É um globo quase transparente, com faixas coloridas de filamentos, parecendo pelos, que descem pelo corpo. As águas-vivas-de-pente têm sido frequentemente consideradas primas das medusas, mas as similaridades observadas podem ser enganosas; elas podem ter se separado do ramo que leva a outros animais ainda antes das esponjas. Se isso for verdade, não significa que nosso ancestral era parecido com uma água-viva-de-pente atual. Mas é fato que a hipótese da água-viva-de-pente suscita um quadro diferente dos estágios evolucionários iniciais. Novamente começamos com um agrupamento de células, mas agora imagine que este agrupamento se encurva numa forma tênue de globo e nada num ritmo regular, vivendo suspenso na coluna d'água. A evolução dos animais prossegue daí — de uma mãe fantasmagórica e flutuante, e

não de uma larva de esponja serpenteante que se recusou a se acomodar.

Quando surgem os organismos multicelulares, as células que eram antes organismos por direito próprio começam a funcionar como parte de unidades maiores. Para que o novo organismo seja mais do que um grupo de células coladas uma na outra, será preciso coordenação. Descrevi anteriormente as formas de sentir e agir vistas na vida unicelular. Nos organismos multicelulares, esses sistemas sensoriais e comportamentais ficam mais complicados. Mais do que isso, a própria *existência* dessas novas entidades — os corpos animais — depende das aptidões para a percepção e para a ação. Essa percepção e essa sinalização entre organismos dão origem à percepção e à sinalização dentro deles. As aptidões “comportamentais” das células que já foram organismos inteiros tornam-se a base da coordenação dentro do novo organismo multicelular.

Os animais atribuem vários papéis a essa coordenação. Um deles também pode ser visto em outros organismos multicelulares, como as plantas: a sinalização entre células é usada para *construir* o organismo, para trazê-lo à existência. Em uma escala de tempo mais rápida, existe outro papel, característico sobretudo da vida animal. Em quase todos os animais, as interações químicas entre algumas células tornam-se a base de um *sistema nervoso*, pequeno ou grande. E, em alguns deles, uma massa dessas células, concentrada em um aglomerado único e disparando uma tempestade quimioelétrica de sinais redirecionados, torna-se um cérebro.

## Neurônios e sistemas nervosos

Um sistema nervoso é composto por muitas partes, a mais



relevante no entanto são as células de formato incomum chamadas *neurônios*. Seus longos filamentos e ramificações elaboradas formam um labirinto que atravessa nossa cabeça e nosso corpo.

A atividade dos neurônios depende de duas coisas. A primeira é sua excitabilidade elétrica, que se vê sobretudo no *potencial de ação*, um espasmo elétrico que se move ao longo de uma célula, numa reação em cadeia. A outra é a sensação e a sinalização químicas. Um neurônio libera um borriço mínimo de substâncias químicas na brecha, ou “fissura”, entre ele e outro neurônio. Essas substâncias químicas, quando são detectadas do outro lado, podem ajudar a desencadear (ou, em alguns casos, suprimir) um potencial de ação nessa célula adjacente. Essa influência química é o resíduo da antiga sinalização entre organismos, empurrada para dentro. O potencial de ação também existia em células antes da evolução dos animais, e hoje existe fora delas. O primeiro a ser medido foi, na verdade, em uma planta, a carnívora dioneia, induzida por Darwin, no século XIX. Até mesmo alguns organismos unicelulares têm potenciais de ação.

O que os sistemas nervosos possibilitam não é a sinalização entre células em si — o que é comum —, mas tipos específicos de sinalização.<sup>[13]</sup> Para começar, os sistemas nervosos são *rápidos*. Exceto em alguns poucos casos, como o da dioneia, as plantas operam em uma escala de tempo mais lenta. Segundo, as projeções longas e tênues dos neurônios habilitam a célula a alcançar alguma distância para dentro do cérebro ou do corpo, e a afetar apenas umas poucas células distantes; sua influência *tem um alvo*. De uma atividade na qual as células simplesmente transmitiam seus sinais a quem estivesse por perto para ouvir, a evolução transformou a sinalização de célula para célula em uma coisa diferente: uma rede organizada. Num sistema

nervoso como o nosso, o resultado é um clamor elétrico contínuo, uma sinfonia de minúsculos espasmos celulares mediados por borrifos de substâncias químicas nas brechas onde uma célula tenta alcançar a outra.

Este tumulto interno também tem um custo alto. Manter os neurônios e fazê-los funcionar demanda muita energia. Criar seus espasmos elétricos é como carregar e descarregar continuamente uma bateria, centenas de vezes por segundo. Em um animal como nós, uma proporção grande da energia obtida na alimentação — quase a quarta parte, em nosso caso — é gasta só para manter o cérebro funcionando. Qualquer sistema nervoso é uma máquina muito dispendiosa. Logo entrarei na história dessa máquina, quando ela pode ter evoluído e como. Primeiro, gastarei algum tempo na questão genérica do *por quê*.

Por que vale a pena ter um cérebro assim, ou qualquer sistema nervoso? Para que servem? No meu modo de ver, duas ideias orientam o que as pessoas pensam dessa questão.<sup>[14]</sup> Elas são visíveis no trabalho científico e permeiam também a filosofia; suas raízes são profundas. De acordo com a primeira visão, a função original e fundamental do sistema nervoso é fazer a conexão entre *percepção* e *ação*. O cérebro serve para orientar a ação, e o único modo útil de “orientar” a ação é conectar o que se faz ao que se vê (e ao que se toca e se saboreia). Os sentidos rastreiam o que está acontecendo no ambiente e os sistemas nervosos usam essa informação para resolver o que fazer. Chamarei isto de visão *sensório-motora* dos sistemas nervosos e de sua função.

Entre os sentidos, de um lado, e os mecanismos “executores”, do outro, tem de haver algo que sirva de ponte sobre essa brecha, algo que use a informação captada pelos sentidos. Até as bactérias têm esse leiaute, como a *E. coli* nos demonstrou. Os animais têm sentidos mais

complexos, envolvem-se em ações mais complexas e possuem um maquinário mais complexo para conectar seus sentidos e suas ações. Segundo a visão sensorial-motora, no entanto, o papel de intermediação sempre foi central nos sistemas nervosos — era central no início, é central agora e o foi em todas as etapas do caminho.

Essa ideia inicial é tão intuitiva que pode parecer difícil que haja lugar para uma alternativa. Mas há outra possibilidade, mais fácil de passar despercebida do que a primeira. Modificar suas ações em resposta a acontecimentos que ocorrem fora de você é algo que tem de ser feito, sim; mas é preciso que outra coisa aconteça também e, em algumas circunstâncias, isso é mais básico e mais difícil de conseguir. Trata-se de *criar as próprias ações*.

[15] Antes de mais nada, como é que conseguimos agir?

Logo acima, eu disse: você percebe o que está acontecendo e faz algo em resposta. Mas *fazer* alguma coisa, para quem é composto por muitas células, não é algo trivial, que se possa simplesmente supor que exista. Isso exige uma grande medida de coordenação entre as suas partes. Não é grande coisa se você for uma bactéria, mas se for um organismo maior, as coisas são diferentes. Neste caso, você enfrenta a tarefa de gerar uma ação coerente em todo o organismo a partir dos muitos outputs minúsculos — contrações, contorções e convulsões mínimas — de suas partes. A uma multidão de *microações*, é preciso dar a forma de uma *macroação*.

Isso é familiar para nós em situações sociais, como na questão de trabalhar em equipe. Os jogadores de um time de futebol têm de combinar suas ações em um todo e, ao menos em alguns tipos de futebol, isso seria uma tarefa substancial ainda que o time adversário nunca variasse suas jogadas. Uma orquestra tem de resolver o mesmo problema. O mesmo problema que os times e as orquestras enfrentam

é confrontado por alguns organismos individuais. É uma questão muito peculiar aos animais; é um problema para organismos multicelulares, não para os unicelulares, e somente para organismos multicelulares cujo estilo de vida envolve ações complexas. Não é grande problema para as bactérias nem para as algas.

Tratei das interações entre neurônios, antes, como um tipo de sinalização.<sup>[16]</sup> Embora a analogia não seja completa, ela é novamente útil aqui para entendermos essas duas visões do papel dos primeiros sistemas nervosos. Lembrese da história da cavalgada de Paul Revere no início da Revolução Americana em 1775, tal como é contada (com considerável licença poética) por Henry Wadsworth Longfellow. O sacristão da Antiga Igreja do Norte, em Boston, conseguia observar os movimentos do exército inglês e usava um código transmitido pelo clarão de uma lanterna para enviar mensagens a Paul Revere (“um se for por terra; dois se for por mar”). O sacristão fazia as vezes de sensor, Revere, de músculo, e a lanterna do sacristão operava como uma conexão nervosa.

A história de Revere é usada frequentemente para fazer as pessoas pensarem em comunicação de uma forma precisa. E ela funciona. Mas também nos leva a pensar em um tipo específico de comunicação, que resolve um tipo específico de problema. Considere uma situação diferente, mas ainda assim familiar. Suponha que você está num barco com vários remadores, cada um com um remo. Os remadores, juntos, podem impulsionar o barco; mas, mesmo que sejam vigorosos, suas ações individuais não farão o barco ir a parte alguma a menos que coordenem o que estão fazendo. Não importa quando, exatamente, eles remem, contanto que remem juntos. Um modo de lidar com essa situação é ter alguém que marque o tempo.

Na vida diária, a comunicação cumpre dois papéis: tem

uma função tipo sacristão-e-Revere, ou sensório-motora, baseada numa divisão entre aqueles que veem e aqueles que agem; e um papel de pura coordenação, como vemos nos remadores. Os dois podem ser desempenhados ao mesmo tempo, e não há conflito entre eles. Fazer um barco mover-se requer microações coordenadas, mas alguém também tem de observar para onde o barco está indo. A pessoa que dá o comando da remada, o “patrão” ou timoneiro, em geral atua como o olho da tripulação e como coordenador de microações. A mesma combinação pode ser vista em um sistema nervoso.

Embora não exista necessariamente um conflito entre esses papéis, a distinção entre eles é, ela mesma, importante. Durante grande parte do século XX, simplesmente adotou-se uma visão sensório-motora da evolução do sistema nervoso, e levou algum tempo para que a segunda visão, aquela que se baseia na coordenação interna, ficasse clara. Chris Pantin, um biólogo inglês, desenvolveu esta segunda visão na década de 1950, e ela foi reavivada recentemente por Fred Keijzer, um filósofo.<sup>[17]</sup> Eles ressaltam, com razão, que é fácil cair no hábito de pensar cada “ação” como uma unidade única, caso em que só restaria resolver um problema: coordenar essas ações com os sentidos para decidir quando fazer X e não Y. À medida que os organismos ficam maiores e capazes de fazer mais coisas, essa ideia torna-se cada vez menos precisa. Ela ignora a questão inicial de como um organismo é capaz de fazer X ou Y. A pressão por uma alternativa à teoria sensório-motora foi boa. Chamarei essa visão do papel desempenhado pelos primeiros sistemas nervosos de *modeladora da ação*.

Voltando à história, qual era a aparência dos primeiros animais dotados de sistemas nervosos? Como devemos imaginar a vida deles? Ainda não sabemos. Boa parte da

pesquisa nessa área se concentra nos *cnidários*, um grupo de animais que inclui as medusas, as anêmonas e os corais. Eles têm um parentesco muito distante conosco, mas não tão distante quanto as esponjas, e têm, sim, sistema nervoso. Embora as primeiras ramificações na árvore dos animais permaneçam obscuras, é comum pensar que o primeiro animal com sistema nervoso tenha sido *parecido* com uma medusa — algo mole, sem concha ou esqueleto, e que provavelmente pairava na água. Imagine uma lâmpada diáfana na qual os ritmos de uma atividade nervosa surgem pela primeira vez.

Isso pode ter ocorrido cerca de 700 milhões de anos atrás. Essa datação baseia-se totalmente em evidência genética; não há fósseis de animais tão antigos. Observando rochas dessa idade, você pensaria que era tudo imóvel e silencioso. Mas evidências de DNA sugerem fortemente que muitos pontos de ramificação cruciais na história dos animais podem ter ocorrido por volta dessa época, o que significa que animais estavam fazendo *alguma coisa* então. A incerteza quanto a essas etapas cruciais é frustrante para quem quer compreender a evolução do cérebro e da mente. À medida que nos aproximamos do presente, o quadro começa a ficar mais claro.

## O Jardim

Em 1946, um geólogo australiano, Reginald Sprigg,<sup>[18]</sup> estava explorando minas abandonadas no interior da Austrália Meridional. Sprigg fora enviado para descobrir se valeria a pena retomar a exploração de algumas das minas. Ele estava a várias centenas de quilômetros de distância do mar mais próximo, em uma região remota chamada Montes Ediacara. Reza a história que Sprigg estava almoçando

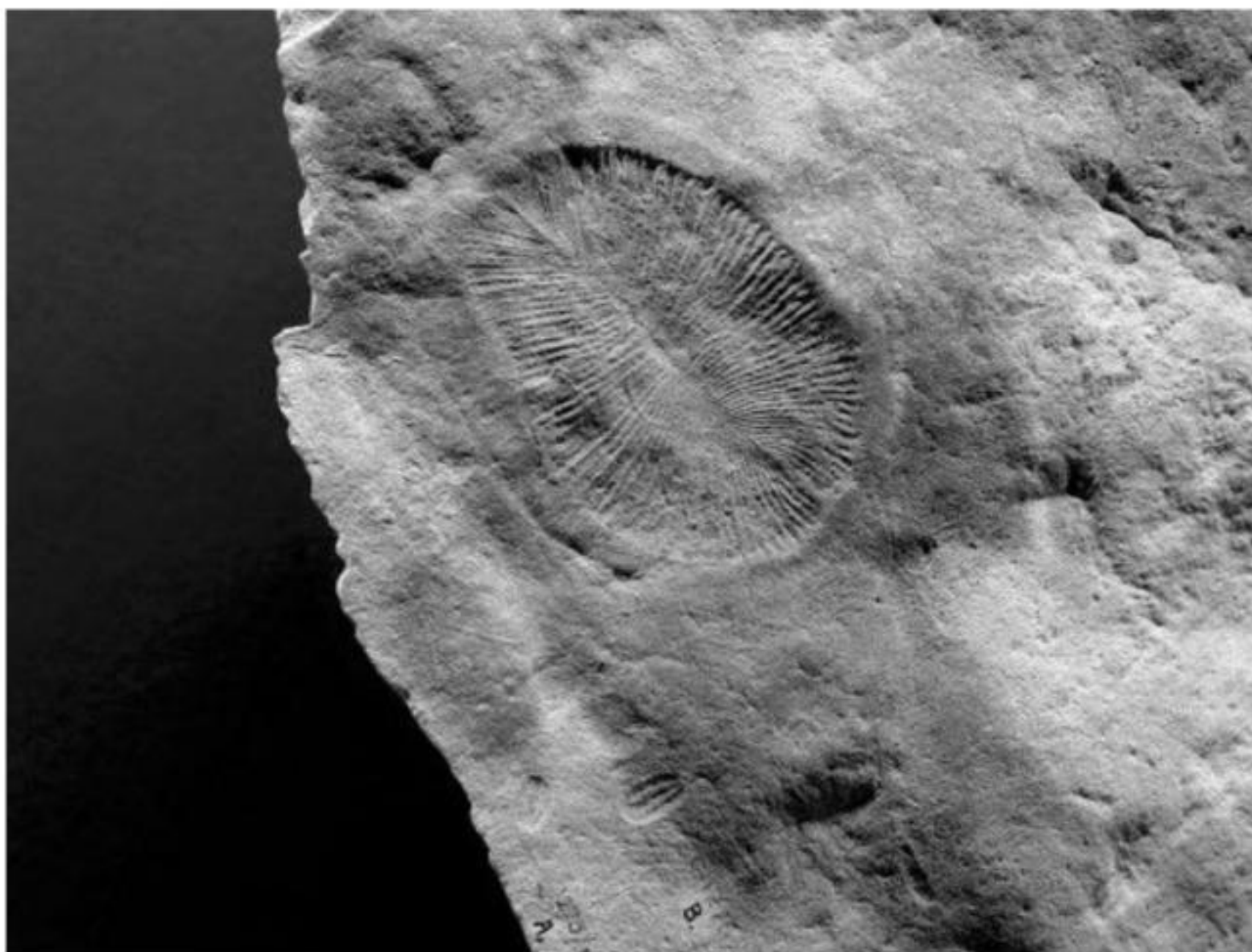
quando se debruçou sobre uma rocha e notou o que pareciam ser delicados fósseis de medusas. Como geólogo, ele sabia que as rochas eram tão antigas que a descoberta era importante. Mas ele não era um pesquisador de fósseis estabelecido e, quando escreveu um artigo a respeito, poucos o levaram a sério. A revista *Nature* o rejeitou e Sprigg percorreu revista após revista até que o artigo sobre o que chamou de “Medusas do início do Cambriano (?)” foi publicado pela *Transactions of the Royal Society of South Australia* em 1947, ao lado de trabalhos como “On the Weights of Some Australian Mammals” [Sobre o peso de alguns mamíferos australianos]. Inicialmente, o ensaio quase não suscitou reações; e levou mais ou menos uma década até alguém se dar conta do que Sprigg tinha achado.

Na época, os cientistas familiarizados com o registro de fósseis estavam bem cientes da importância do período Cambriano, que começou há cerca de 542 milhões de anos. Foi na “explosão Cambriana” que um espectro grande de tipos de corpos animais que conhecemos hoje apareceu pela primeira vez. As descobertas de Sprigg acabaram sendo o primeiro registro de fóssil de um animal que viveu antes dessa época. Sprigg não se deu conta disso em 1947 — ele datou sua medusa do início do Cambriano. Mas quando fósseis semelhantes foram encontrados em outros lugares pelo mundo, e as pessoas começaram a prestar mais atenção às medusas australianas de Sprigg, ficou claro que elas datavam de bem antes do Cambriano, e que, provavelmente, na maioria dos casos não eram medusas em absoluto. O período da pré-história que hoje é conhecido como o Ediacarano (por causa do nome dos montes que Sprigg estava explorando) vai de 635 milhões a cerca de 542 milhões de anos atrás. Com os fósseis ediacaranos, temos a primeira evidência direta de como pode ter sido a vida de animais muito primevos — qual era seu tamanho, se eram

numerosos, como viviam.

A cidade grande mais próxima do sítio de Sprigg é Adelaide, em cujo Museu da Austrália Meridional está guardada uma grande coleção de fósseis ediacaranos. Quem me mostrou o acervo foi Jim Gehling,<sup>[19]</sup> que conheceu Sprigg e trabalha com fósseis desde 1972. Fiquei surpreso ao constatar a densidade da vida naquele ambiente ancestral; o Ediacarano não foi um tempo de poucos indivíduos isolados. Muitas placas de rocha que Gehling recolheu continham dezenas de fósseis de diversos tamanhos. Um dos destaques é o *Dickinsonia*, que tem segmentos finos, em formato de listras, e se parece um pouco com um nenúfar ou um tapete de banheiro (veja uma foto de um *Dickinsonia* da coleção do Museu da Austrália Meridional logo abaixo deste parágrafo). Todavia, se focar apenas nos grandes fósseis, você pode perder parte da vida presente ali. Em várias ocasiões, Gehling caminhava até o que parecia um pedacinho gasto e indefinido de uma das pedras e pressionava um pouco de massa de modelar contra ele; quando retirava a massa, encontrava uma impressão fina e detalhada de um pequeno animal.

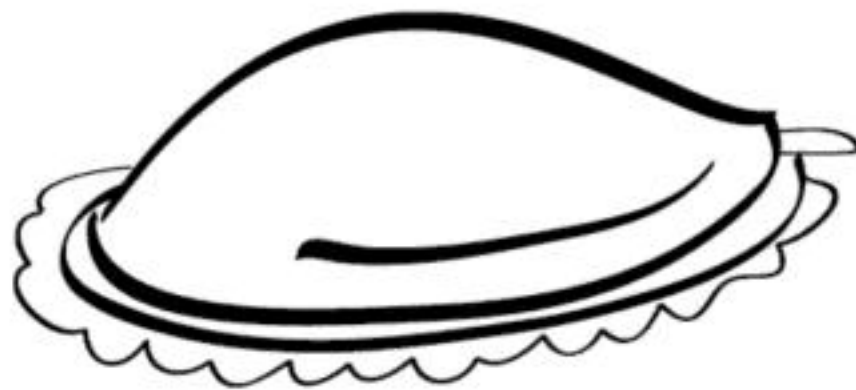




Os animais ediacaranos não eram minúsculos — muitos tinham vários centímetros de comprimento, alguns até um metro. Parecem ter vivido principalmente no fundo do mar, sobre e entre camadas de matéria viva — torrões de bactérias e outros micróbios. Seu mundo era uma espécie de pântano submarino. Muitos provavelmente ficavam imóveis quando adultos, ancorados em seu lugar. Alguns podem ter sido esponjas e corais primevos. Outros tinham formas corporais que depois foram totalmente abandonadas pela evolução — formatos com três e quatro lados, alguns com arranjos acolchoados parecidos com copas vegetais. Muitos ediacaranos parecem ter vivido vidas tranquilas, com mobilidade muito limitada, no fundo do mar.

Evidências de DNA, no entanto, sugerem fortemente que havia sistemas nervosos naquela época — provavelmente em alguns desses animais de Adelaide. Quais? Entre eles há alguns que, aparentemente, se movimentavam por meios

próprios. O caso mais claro é o *Kimberella*.<sup>[20]</sup> Este animal, que desenho a seguir, parecia a metade superior de um *macaron*, ainda que um *macaron* oval, com uma parte dianteira e uma traseira, e talvez um apêndice em forma de língua em uma extremidade. Os rastros que deixava sugerem que ele empurrava o sedimento à sua frente quando se movia e arranhava as superfícies sobre as quais se arrastava, talvez ao se alimentar. O *Kimberella* é às vezes tido como um molusco, ou talvez um membro de uma linha evolucionária abandonada, próxima à dos moluscos. Se o *Kimberella* era capaz de rastejar, então, especialmente ao crescer e chegar a vários centímetros de comprimento, quase certamente tinha um sistema nervoso.



O *Kimberella* parece ser o caso mais claro de um ediacarano com movimento próprio, mas provavelmente houve outros. Perto de um fóssil *Dickinsonia* frequentemente encontra-se uma sequência de traços mais tênues, com o mesmo formato. Parece que o animal se detinha e se alimentava por um momento num local e depois seguia em frente. Algumas reconstruções de cenas ediacaranas mostram animais nadando, inclusive o *Spriggina*, nome derivado de Reg, seu descobridor; mas Gehling acha essa hipótese improvável, porque os fósseis de *Spriggina* são sempre encontrados com o mesmo lado para cima. Se um *Spriggina* nadasse, sempre que alguma pequena catástrofe o matasse, ele teria alguma chance de pousar com o outro lado para cima. Por isso, Gehling acha que os *Spriggina*, como o *Kimberella*, rastejavam.

Alguns biólogos supõem que os ediacaranos são membros de um experimento evolucionário com algo *parecido* com animais, e não animais, propriamente. Em vez de se assentarem sobre o ramo animal da árvore da vida, eles demonstram uma outra forma como as células são capazes de se juntar para produzir um organismo. As estranhas formas trilaterais e frondes acolchoadas podem corroborar essa ideia. Uma interpretação mais convencional sustenta que alguns ediacaranos, como *Kimberella*, eram membros de grupos conhecidos de animais, enquanto outros fósseis representam desvios evolucionários abandonados, assim como algas primevas e outras formas de vida. Um tema que aparece de forma recorrente, contudo, é que o mundo ediacarano foi bastante *pacífico*, um mundo majoritariamente desprovido de conflito e predação.

A palavra “paz” pode não ser adequada, já que sugere uma espécie de amizade ou trégua deliberada. Na verdade, os ediacaranos parecem ter tido muito pouco a *ver* uns com os outros. Mascavam seu tapetinho orgânico, filtravam o alimento da água e, em alguns casos, vagueavam em volta, mas se a evidência fóssil for um bom guia, quase nunca interagiam.

Talvez o que o fóssil registra *não* seja um bom guia; lá atrás, na primeira parte deste capítulo, mencionei como parece, agora, que o mundo dos organismos unicelulares era cheio de interações ocultas, mediadas por sinais químicos. O mesmo pode ter acontecido nos tempos ediacaranos, e essa forma de interação não teria deixado nenhum traço fóssil. E certamente os ediacaranos competiam entre si num sentido evolucionário — o que é inevitável num mundo de organismos que se reproduzem. Mas algumas das formas mais visíveis de interação entre um organismo e outro parecem, de fato, estar ausentes.

Sobretudo, não há evidência de predação — não restou nenhum animal devorado pela metade. (Uns poucos fósseis mostram possíveis sinais de danos relacionados à predação em um animal, *Cloudina*, mas nem este caso é claro.) Não se tratava, em nenhum sentido, de um mundo de pega pra capar. Em vez disso, conforme a expressão cunhada pelo paleontólogo americano Mark McMenamin, parece ter sido o “Jardim de Ediacara”.<sup>[21]</sup>

Também podemos aprender algo sobre a vida no jardim a partir do corpo dos ediacaranos. Essas criaturas não parecem ter tido órgãos sensoriais grandes e complexos. Não têm olhos grandes nem antenas. É quase certo que reagiam de alguma forma à luz e a resíduos químicos mas, até onde sabemos, fizeram pouco *investimento* nesse tipo de maquinário. Tampouco têm garras, ferrões ou conchas — nenhuma arma e nenhum escudo para se defender de armas. Sua vida não parece ter sido uma vida de conflitos e interações complicadas; certamente não desenvolveram as ferramentas que conhecemos e que são usadas nessas interações. Era um jardim de seres relativamente autossuficientes e autônomos. *Macarons* passando na noite.

Isso é totalmente diferente da vida animal de agora. Nossos primos animais se mantêm altamente alertas a seu meio ambiente; rastreiam amigos, inimigos e incontáveis outros aspectos de sua paisagem. Fazem isso porque o que acontece à sua volta *importa*; frequentemente, é uma questão de vida ou morte. A vida dos ediacaranos não demonstra qualquer sinal evidente desse envolvimento contínuo com o ambiente. Se isso for verdade, é provável que nossos ancestrais ediacaranos tenham dado a seus sistemas nervosos — quando dispunham deles — usos diferentes daqueles que vemos em animais mais recentes. Especificamente, pode ter sido uma época na qual o papel desempenhado pelo sistema nervoso se encaixe na segunda

teoria da evolução do sistema nervoso que apresentei antes — aquela mais baseada na coordenação interna do que no controle sensório-motor. O sistema nervoso serviria para formatar movimentos, manter ritmos, rastejar e (talvez) nadar. Talvez isso incluísse alguma percepção sensorial do meio ambiente, mas provavelmente não muita.

Essas inferências podem enganar; talvez estivessem acontecendo muitas sensações e interações, com a ajuda de órgãos feitos de material tênue, que não deixa rastros. Outra coisa que sempre me intrigou nas discussões sobre o pacífico Ediacarano é o papel da medusa. Os fósseis de Sprigg não eram medusas, como ele pensou, mas acredita-se que naquela época viveram por ali medusas, em geral sem deixar vestígios. A maioria dos cnidários, e em especial a medusa, têm células que picam como ferrões, e um jardim de medusas picantes, como qualquer australiano insistirá, está longe de ser um Éden.

Quando a Royal Society de Londres realizou, em 2015, uma conferência sobre animais primevos e o primeiro sistema nervoso,<sup>[22]</sup> a idade das primeiras medusas com ferrões foi tema de intrigadas discussões. Parece que os ferrões evoluíram desde cedo nos cnidários — o que inferimos do fato de a divisão evolucionária desse grupo em dois grandes ramos datar, aparentemente, do Ediacarano, ou até mesmo antes, e de animais dos dois lados da divisão terem o mesmo tipo de ferrão. Os ferrões dos cnidários são *armas*. Eram ofensivas ou defensivas? Naquela época, não existiam nem as presas nem os inimigos dos cnidários modernos. A quem se destinavam os ferrões, então? Não sabemos.

Mesmo que a vida no Ediacarano não tenha sido tão pacífica quanto se supõe às vezes, um mundo muito diferente estava por vir.

A “explosão cambriana” começou cerca de 542 milhões

de anos atrás.<sup>[23]</sup> Numa série relativamente súbita de acontecimentos, surgiu a maioria das formas animais básicas vistas hoje. Essas “formas animais básicas” não incluíam os mamíferos, mas sim os vertebrados, na forma de peixes. Incluem também artrópodes — animais com esqueleto externo e membros articulados, como os trilobitas —, além de vermes e vários outros.

O que aconteceu então, e por que foi tão depressa? O timing pode ter a ver com mudanças na química e no clima da Terra. Mas o processo em si pode ter sido, em grande parte, acionado por um tipo de feedback evolucionário causado por interações entre os próprios organismos. No Cambriano, os animais tornaram-se *parte da vida dos outros* de uma nova maneira, especialmente pela predação. Isso significa que, quando um tipo de organismo evolui um pouco, ele muda o ambiente enfrentado por outros organismos — que, em resposta, evoluem. Do início do Cambriano em diante houve, certamente, predação, com tudo que ela estimula: rastrear, caçar, defender-se. Quando as presas começam a se esconder ou se defender, os predadores melhoram sua capacidade de rastrear e subjugar, o que leva, por sua vez, à criação de melhores defesas por parte da presa. Uma “corrida armamentista” começava. A partir do período inicial do Cambriano, os registros fósseis de corpos de animais contêm exatamente o que *não* se via no Ediacarano — olhos, antenas e garras. A evolução do sistema nervoso apontava para um novo caminho.

A revolução no comportamento observada no Cambriano também ocorreu, em grande parte, pelo desdobramento de possibilidades inerentes a um tipo particular de *corpo*. Uma medusa tem um topo e um fundo, mas não tem nem lado direito nem esquerdo. Diz-se que tem simetria radial. Humanos, peixes, polvos, formigas e

minhocas, porém, são todos *bilaterais*, isto é, animais bilateralmente simétricos. Temos uma parte frontal e uma traseira, um lado esquerdo e um direito, assim como uma parte superior e uma inferior. Os primeiros bilaterais,<sup>[24]</sup> ou ao menos alguns deles, podiam parecer algo assim:



Coloquei olhos-pontos nos dois lados da “cabeça” desse animal, ainda que isso seja controverso (e os olhos estão exagerados na figura — provavelmente seriam minúsculos). Estou sendo generoso com os primeiros bilaterais.

Acredita-se que vários animais ediacaranos eram bilaterais, inclusive o *Kimberella*, representado algumas páginas atrás. Se o *Kimberella* era bilateral, então os bilaterais anteriores ao Cambriano já tinham vida um pouco mais ativa que os outros animais. Mas, no Cambriano, ficam impossíveis de deter. O esquema do corpo bilateral é feito para a mobilidade (caminhar é uma coisa muito bilateral de fazer); essa estrutura corporal favorece, descobriu-se, muitas formas de comportamento complexo. A diversificação e o entrelaçamento de vidas que ocorrem no Cambriano são, na maior parte, obra dos bilaterais.

Antes de forçarmos nossa entrada no mundo da evolução bilateral, façamos uma pausa para perguntar: qual animal produziu o comportamento mais sofisticado, qual é o mais inteligente, *sem* um esquema de corpo bilateral? Perguntas como essa são notoriamente difíceis de responder de forma imparcial, mas neste caso a resposta é clara. Os animais não bilaterais de maior sofisticação comportamental são as — horripilantes — cubomedusas ou vespas-do-mar, as *Cubozoas*.<sup>[25]</sup>

Com seus corpos moles e registros fósseis esparsos, é difícil concluir quando os diferentes tipos de medusa evoluíram; mas as *Cubozoas* são consideradas retardatárias, originando-se no Cambriano ou depois. Uma característica geral dos cnidários, como observei antes, são suas células picantes. Algumas *Cubozoas* têm um veneno realmente brutal nos ferrões, forte o bastante para já ter matado um grande número de humanos. No nordeste da Austrália, a presença de cubomedusas deixa as praias totalmente vazias, todo verão; durante boa parte do ano, é perigoso demais nadar longe da costa, exceto em áreas demarcadas e cercadas. Para complicar, essas medusas são invisíveis na água. Também têm comportamentos mais complexos que qualquer outro não bilateral. Em torno do topo de seu corpo há duas dúzias de olhos sofisticados — olhos com lentes e retinas, como os nossos. As *Cubozoas* conseguem nadar a uma velocidade de três nós [cerca de cinco quilômetros por hora] e, algumas delas, de navegar observando pontos de referência externos, na costa. As cubomedusas, pináculo do comportamento letal na evolução dos não bilaterais, também são produto do novo mundo que começou no Cambriano.

## Sentidos

Os sistemas nervosos evoluíram antes do esquema de corpo bilateral, mas este corpo criou amplas possibilidades novas de uso. Durante o Cambriano, as relações entre um animal e outro tornaram-se um fator mais importante na vida de ambos. O comportamento passou a ser *dirigido* a outros animais — observar, capturar, fugir. Desde o início do Cambriano vemos fósseis que apresentam o maquinário dessas interações: olhos, garras, antenas. Esses animais



também têm sinais óbvios de mobilidade: pernas e barbatanas. Pernas e barbatanas não nos dizem necessariamente que um animal estivesse interagindo com outros. Já garras deixam pouca margem de dúvida.

No ediacarano, outros animais podiam estar à volta, mas sem que isso fosse especialmente relevante. No Cambriano, cada animal torna-se parte importante do ambiente dos outros. Esse entrelaçamento de vidas e suas consequências evolucionárias se devem ao comportamento e aos mecanismos que o controlam. *A partir desse ponto, a mente passa a evoluir em resposta às outras mentes.*

Quando digo isso, você poderia responder que o termo “mente” está fora de lugar. Neste capítulo, não vou discutir isso. Muito bem. O que de fato acontece, entretanto, é que os sentidos, os sistemas nervosos e os comportamentos de cada animal começam a evoluir em resposta aos sentidos, sistemas nervosos e comportamentos de outros. As ações de um animal criaram oportunidades e exigências para outros. Se um *anomalocaridídeo* de um metro de comprimento investe em sua direção nadando velozmente, como uma gigantesca barata predadora com dois apêndices em forma de tenazes na cabeça prontos para agarrar, é muito bom *saber*, de algum modo, que isso está acontecendo, para tomar uma atitude evasiva.

Os sentidos podem de fato ter sido cruciais para o Cambriano: os organismos abriram-se para o mundo, em especial um para o outro. Os primeiros olhos sofisticados, capazes de formar uma imagem, parecem ter aparecido aí. O Cambriano testemunhou o aparecimento tanto dos olhos *compostos*, que vemos hoje nos insetos, quanto dos olhos *câmera*, como os nossos. Imagine as consequências comportamentais e evolucionárias de ser capaz de enxergar os objetos à sua volta pela primeira vez, especialmente a alguma distância e em movimento. O biólogo Andrew

Parker afirmou que a invenção dos olhos foi o evento decisivo do Cambriano. Outros desenvolveram teses mais amplas, mas no mesmo espírito. Como afirmaram o paleontólogo Roy Plotnick e seus colegas, o resultado dessa abertura sensorial foi uma “revolução cambriana da informação”. Com o influxo de informação sensorial vem a necessidade de um processamento interno complexo. Quando se sabe mais, as decisões ficam mais complicadas. (O anomalocaridídeo terá mais chance de me pegar se eu escapar para esse buraco ou para aquele outro?) Um olho que forma imagens possibilita ações que seriam impensáveis sem ele.

Jim Gehling, meu guia no Ediacarano, e o paleontólogo britânico Graham Budd apresentaram cenários de como começou o processo de feedback que gerou essas mudanças. Gehling suspeita que, já perto do fim do Ediacarano, teria surgido a necrofagia, seguida da predação. Animais que se alimentavam de emaranhados microbianos passaram a se alimentar de corpos mortos, e então começaram a caçar os vivos. Na visão de Budd, o próprio comportamento animal mudou o modo como os recursos se distribuía no Ediacarano.<sup>[26]</sup> Imagine um mundo em que emaranhados microbianos comestíveis estendiam-se à sua frente como um relvado pantanoso infindável. Herbívoros lentos vagueiam sobre esses emaranhados, consumindo o alimento uniforme. Outros animais alimentam-se sem se mover. Esses animais *tornam-se*, então, um novo tipo de recurso alimentar; eles são grandes concentrações de compostos de carbono nutritivos. Os nutrientes, agora, ficam menos espalhados do que antes. Eles passam a compor unidades maiores. Pode ser que, antes, esses animais só fossem consumidos por outros depois de mortos. Mas isso logo mudou. A necrofagia tornou-se predação.

A julgar pelo registro fóssil, um grupo parece ter determinado o ritmo: os *artrópodes*. Hoje, este grupo inclui insetos, caranguejos e aranhas. No início do Cambriano vemos o surgimento dos *trilobitas*, que são protótipos de artrópodes com conchas, pernas articuladas e olhos compostos. Na fotografia do fóssil de *Dickinsonia*, na página 37, você encontrará dois fósseis muito menores logo abaixo dele, acima das letras “A” e “B”. Esses animais só têm alguns milímetros, e Gehlin acha que podem ser precursores dos trilobitas — ainda com corpo mole, mas já com indícios de uma estrutura trilobita. Nessa figura, o *Dickinsonia* aparece em sua forma ediacarana clássica, sem membros, cabeça ou proteção visíveis, enquanto dois insetinhos decididos o tocaiam por baixo. A imagem me lembra um desenho num livro sobre os dinossauros e seu declínio que eu tinha quando era criança. Um enorme dinossauro, parecendo um gigante, e uns poucos mamíferos de ar matreiro, criaturas semelhantes a musaranhos, a seus pés. Acho que eles estavam de olho num punhado de ovos de dinossauro. Os precursores dos trilobitas parecem ter intenção semelhante em relação ao *Dickinsonia*, o nenúfar-tapete de banheiro distraído lá de cima.

Michael Trestman, outro filósofo, sugere um modo interessante de olhar para esses animais todos.<sup>[27]</sup> Vamos pensar, ele diz, na categoria dos animais que têm *corpos ativos complexos*. São animais capazes de se mover rapidamente e de agarrar e manipular objetos. Seus corpos têm apêndices que eles conseguem movimentar em muitas direções e órgãos de sentido, como olhos, capazes de rastrear objetos distantes. Trestman diz que apenas três dos grupos principais de animais produziram alguma espécie com corpos ativos complexos (CABS, na sigla em inglês). Esses grupos são os artrópodes, os *cordados* (animais como nós, com uma medula ao longo da espinha) e um grupo de

moluscos, os cefalópodes. Pode parecer que este trio constitui uma categoria enorme, porque são os tipos de animal que nos vêm facilmente à cabeça, mas é, em muitos sentidos, um grupo pequeno. Há cerca de 34 *filos* animais — modelos básicos de corpos animais. Apenas três filos contêm alguns animais com CABS, e em um deles, o dos moluscos, os únicos animais que contam são os cefalópodes.

Apresentados esses antigos estágios do relato histórico, voltarei às duas visões divergentes do sistema nervoso e de sua evolução — as visões sensório-motora e modeladora da ação. Já mencionei antes a distinção, relacionando-a aos dois papéis que os sinais podem ter na vida social (o papel do sacristão e de Revere versus o papel do barco a remo) e observei que eles são diferentes, mas também compatíveis. Qual poderia ser a significância histórica dessa diferença? Podemos encaixar essa distinção, de algum modo natural, na marcha de milênios do Ediacarano até o Cambriano e épocas mais recentes? Parece realmente possível que tenha havido uma mudança nos papéis que os sistemas nervosos desempenhavam. Embora rastrear os eventos do mundo exterior seja algo que, em certa medida, sempre valeu a pena fazer, o Cambriano viu um grande aumento na importância desse aspecto da vida. Há mais coisas que vale a pena observar, e mais coisas que precisam ser feitas em resposta ao que se vê. Pela primeira vez, não prestar atenção significa ser comido pelo anomalocaridídeo que o ataca. Talvez, então, os primeiríssimos sistemas nervosos tenham servido, antes de tudo, para coordenar ações — primeiro animando os corpos dos antigos cnidários, depois modelando as ações dos ediacaranos. Mas se houve uma época assim, no Cambriano ela já tinha passado.

Esta é apenas uma possibilidade entre muitas outras, porém; e nossa imaginação, modelada em vidas vividas em

corpos modernos, subestima a gama de opções. As possibilidades são abundantes. Eis aqui uma que foi desenvolvida pelo biólogo Detlev Arendt e seus colegas.<sup>[28]</sup> Na opinião deles, os sistemas nervosos surgiram duas vezes. Isso não quer dizer que eles evoluíram em dois tipos de animais, mas sim que se originaram duas vezes nos *mesmos* animais, em lugares diferentes de seu corpo. Imagine um animal como a medusa, com o formato de um domo e uma boca embaixo. Um sistema nervoso evoluiu no alto do corpo e rastreia a luz, mas não para se guiar na ação. Em vez disso, usa a luz para controlar ritmos corporais e regular hormônios. Outro sistema nervoso evoluiu para controlar o movimento, inicialmente só da boca. E, em algum momento, os dois sistemas nervosos começam a mover-se pelo corpo e a estabelecer novas relações um com o outro. Arendt considera esse evento crucial entre os que levaram ao avanço dos bilaterais no Cambriano. Uma parte do sistema de controle do corpo mudou para o topo do animal, onde estava o sistema sensível à luz. Esse sistema sensível à luz, repito, estava orientando apenas mudanças e ciclos químicos, e não o comportamento. Mas a união dos dois sistemas nervosos deu a eles um papel novo.

Que imagem incrível: num longo processo evolucionário, um cérebro que controla o movimento desloca-se, subindo através de sua cabeça para se encontrar com órgãos sensíveis à luz, que então se tornam olhos.

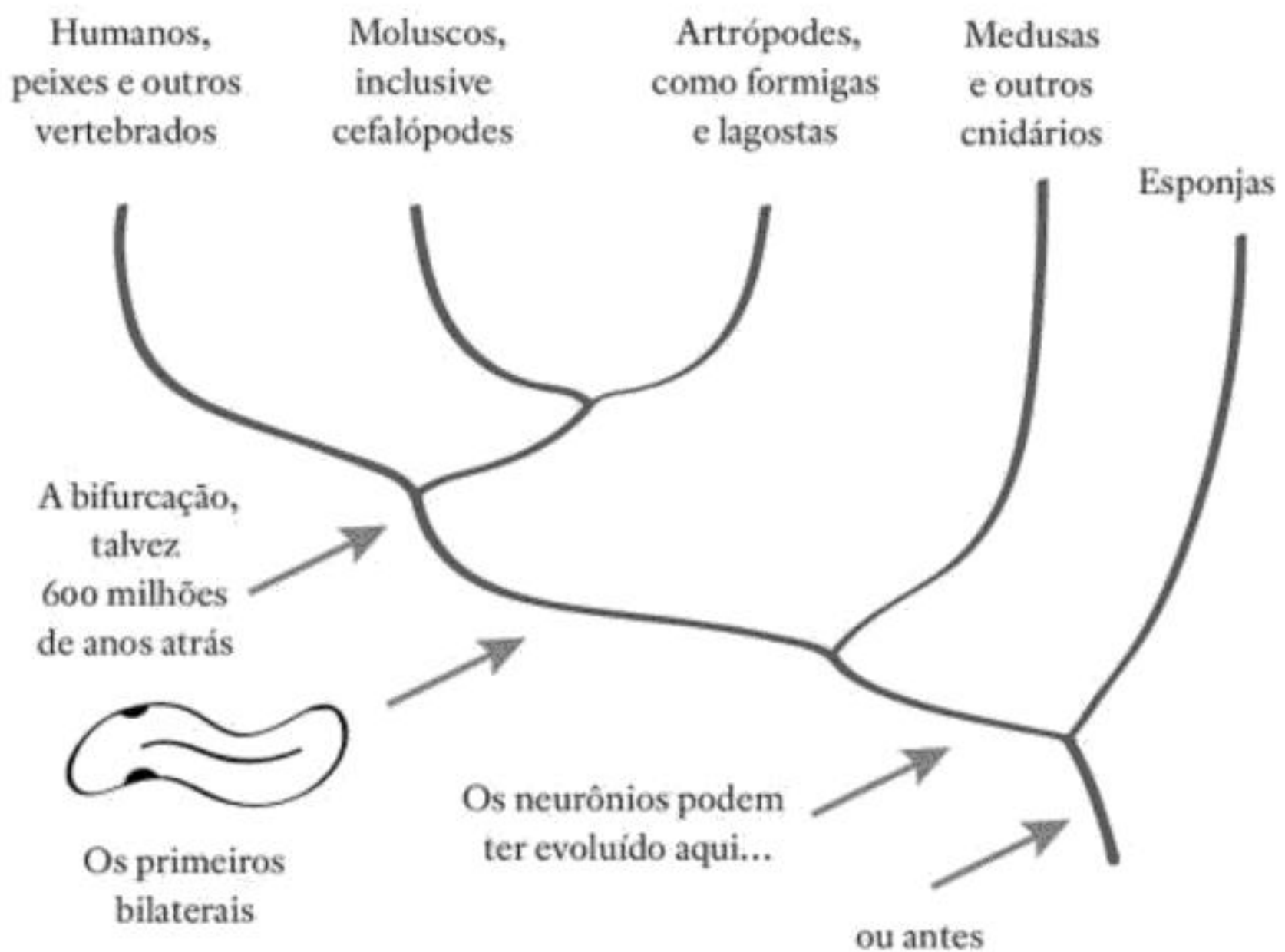
## A bifurcação

O esquema de corpo bilateral surgiu antes do Cambriano, de alguma forma pequena e insignificante, mas tornou-se a plataforma corporal sobre a qual uma longa série de aumentos na complexidade comportamental ocorreria. Os

primeiros bilaterais têm também um outro papel neste livro. Em algum momento, logo após terem surgido, provavelmente ainda no Ediacarano, houve uma ramificação, uma das incontáveis bifurcações evolucionárias que ocorreram ao longo dos milênios. Uma população deles dividiu-se em dois. Os animais que inicialmente vagaram pelos dois caminhos poderiam parecer pequenos vermes achatados. Tinham neurônios e, talvez, olhos muito simples, mas pouco da complexidade que ainda estava por vir. Sua escala se mediria, talvez, em milímetros.

Depois dessa divisão inócua, os animais de cada lado divergiram, e cada um tornou-se o ancestral de uma enorme e persistente ramificação da árvore da vida. Um lado levou a um grupo que inclui os vertebrados, além de alguns companheiros surpreendentes, como a estrela-do-mar, enquanto o outro originou uma imensa gama de animais invertebrados. O ponto exatamente anterior a essa divisão é o último no qual *compartilhamos* uma história evolucionária com o grande grupo de invertebrados que inclui besouros, lagostas, lesmas, formigas e mariposas.

Eis aqui um diagrama dessa parte da árvore da vida.<sup>[29]</sup> Omitimos do desenho muitos grupos, tanto fora quanto dentro dos ramos apresentados. O momento do qual estamos falando está indicado como “a bifurcação”.



Em cada trajeto que se segue à bifurcação ocorreram mais ramificações. Em um dos lados apareceriam posteriormente os peixes, depois os dinossauros e os mamíferos. Este é o nosso lado. No outro, as ramificações fizeram surgir os artrópodes, os moluscos e outros. Em *ambos* os lados, na passagem do Ediacarano para o Cambriano e depois, as vidas ficam entrelaçadas, os sentidos se abrem e os sistemas nervosos se expandem. Até que, num pequeníssimo exemplo desse entrelaçamento sensorial e comportamental, um mamífero embalado em borracha e um cefalópode de cores mutantes se veem olhando um para o outro no oceano Pacífico.

### 3.

## Traquinagem e astúcia

*Traquinagem e astúcia são visivelmente as características dessa criatura.*

Claudio Eliano, século III, escrevendo sobre o polvo<sup>[1]</sup>

### Num jardim de esponjas

Alguém está observando você atentamente, mas você não consegue vê-lo. Então, atraído pelos olhos dele de algum modo, você percebe.

Você está no meio de um jardim de esponjas no fundo do mar, onde touceiras de esponjas de cor laranja-clara se espalham como arbustos. Enredado numa dessas esponjas, cercado de algas cinza-esverdeadas, há um animal do tamanho aproximado de um gato. Seu corpo, no entanto, parece estar por toda parte e em nenhum lugar. Boa parte dele não parece ter forma definida. As únicas partes nas quais você consegue fixar o olhar são uma pequena cabeça e os dois olhos. Conforme você circunda a esponja, os dois olhos fazem o mesmo, mantendo a distância e mantendo parte da esponja entre vocês dois. Sua cor corresponde — exatamente, perfeitamente — à cor das algas em volta dele, exceto pelo fato de parte de sua pele dobrar-se em minúsculos picos em forma de torre, e as pontas desses picos serem do mesmo laranja da esponja — quase tão exatamente quanto. Você continua tentando chegar do lado da esponja onde ele está, até que ele ergue a cabeça bem alto e sai da cena como um foguete com propulsão a jato.

Um segundo encontro com um polvo, agora numa toca. Há conchas espalhadas na frente, misturadas a cacos de um



copo antigo. Você para diante da casa dele e os dois se olham. Este é pequeno, mais ou menos do tamanho de uma bola de tênis. Você estende a mão e estica um dedo em sua direção, e um braço do polvo lentamente se desenrola e vem tocar você. As ventosas se agarram à sua pele e a adesão é desconcertantemente forte. Após grudar as ventosas, ele reboca seu dedo, puxando você delicadamente para dentro. O braço é repleto de sensores, centenas deles em cada uma das dezenas de ventosas. Ele está *provando* seu dedo conforme o puxa para dentro. Seus neurônios dão vida própria ao braço, um reduto de atividade nervosa. Por trás dele, grandes olhos redondos observam você o tempo todo. Centenas de milhões de anos depois dos eventos do capítulo 2, este é um dos lugares onde a evolução dos animais veio dar.

## Evolução dos cefalópodes

O polvo e outros cefalópodes são *moluscos* — pertencem a um grande grupo de animais que também inclui amêijoas, ostras e caracóis.<sup>[2]</sup> A história evolucionária dos moluscos é, portanto, parte da história do polvo. No capítulo anterior chegamos ao Cambriano, o período na história da vida em que surge, no registro de fósseis, uma gama grande de esquemas de corpos animais. Muitos desses grupos de animais, inclusive moluscos, devem datar de antes do Cambriano, mas foi no Cambriano que passaram a ser notados, devido a suas conchas.

As conchas são a resposta dos moluscos ao que parece ter sido uma mudança brusca na vida dos animais: a invenção da predação. Há várias maneiras de lidar com o fato de estar-se subitamente cercado de criaturas que são capazes de ver você e gostariam de comê-lo, e uma delas,

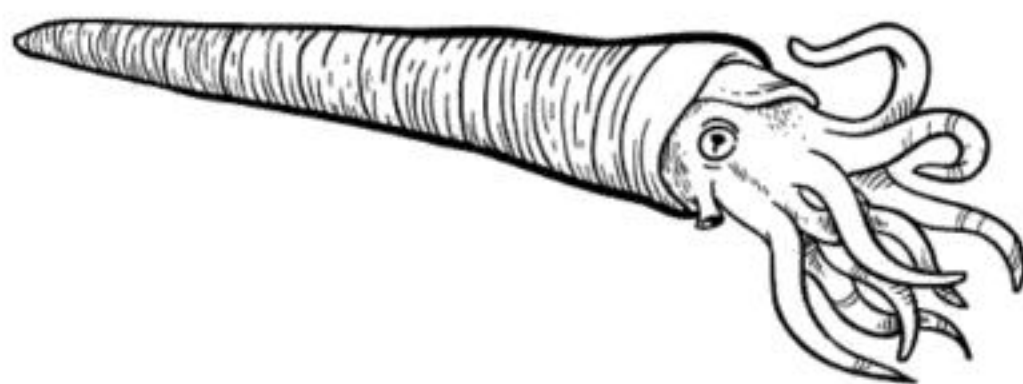
especialidade dos moluscos, foi desenvolver uma concha dura e viver dentro ou debaixo dela. A linha cefalópode provavelmente remonta a um molusco primevo desse tipo, que se arrastava sobre o leito do mar debaixo de uma concha dura e pontuda, como uma carapuça.<sup>[3]</sup> Esse animal parecia um pouco com uma lapa, uma dessas conchas simples, em forma de taça, que hoje em dia se agarram a rochas em poças formadas pela maré alta. A carapuça cresceu, à moda de Pinóquio, no tempo evolucionário, tomando lentamente a forma de um chifre. Esses animais eram pequenos — o “chifre” não chegava a 2,5 centímetros de comprimento. Debaixo da concha, como em outros moluscos, um “pé” muscular ancorava o animal, permitindo que rastejasse pelo fundo do mar.

Depois, numa etapa mais tardia do Cambriano, alguns desses animais elevaram-se do leito do mar e entraram na coluna d’água. Em terra firme, nenhum animal consegue erguer-se no ar sem esforço; esse movimento requer asas ou algo semelhante.<sup>[4]</sup> No mar, é possível subir facilmente, ser carregado e ver aonde se vai parar.

Dá para transformar uma concha de proteção que aponta para cima num dispositivo de flutuação enchendo-a de gás. Parece que os cefalópodes primevos fizeram exatamente isso. Inicialmente, fazer a concha flutuar pode ter ajudado a facilitar o rastejamento, e é possível que muitos cefalópodes antigos se movessem meio rastejando e meio nadando no fundo do mar. Alguns, no entanto, subiram mais alto e descobriram lá em cima um mundo de oportunidades. Uma pequena quantidade de gás retida dentro da concha transformara uma lapa em zepelim.

Uma vez no alto, o “pé” usado no rastejar torna-se inútil, e assim os cefalópodes-zepelins inventaram a propulsão a jato, direcionado a água através de um *sifão* em forma de tubo que pode ser apontado em diversas direções. O pé

ficou liberado para agarrar e manipular objetos, e uma parte dele floresceu em um conjunto de tentáculos. O termo “florescer”, contudo, soaria bastante inadequado aos animais que estavam na outra ponta dos tentáculos — ou seja, sendo agarrados por eles —, já que dezenas de ganchos afiados brotavam de alguns. A oportunidade que os cefalópodes agarraram ao se erguer na água foi a oportunidade de alimentar-se de outros animais, de se tornarem, eles mesmos, predadores. Isso eles fizeram com grande entusiasmo evolucionário. Muitos formatos apareceram, com conchas lisas e espiraladas, e os maiores chegavam a cinco metros ou mais. Começando como lapas diminutas, os cefalópodes tornaram-se os mais temíveis predadores do mar.



Além dos zepelins, cefalópodes aerobarcos e cefalópodes tanques provavelmente espreitavam no leito do mar — algumas conchas daquela época parecem ter sido desajeitadas demais para serem carregadas pela água. Esses animais já estão todos extintos, com uma exceção inofensiva, o náutilo. Muitas dessas perdas ocorreram como parte da extinção em massa que pontua a história da vida, mas também é provável que alguns cefalópodes predatórios tenham sido lentamente superados por peixes, à medida que esses peixes ficaram maiores e com armas melhores. Os zepelins foram desafiados e, enfim, vencidos — por aviões.

O náutilo, contudo, sobreviveu.<sup>[5]</sup> Ninguém sabe por quê. No começo deste livro citei um mito da criação havaiano que considera o polvo o “sobrevivente solitário”

de um mundo mais antigo. O verdadeiro sobrevivente é, de fato, um cefalópode, mas o náutilo, e não o polvo. Ainda vivendo no Pacífico, os náutilos atuais mudaram pouco em relação a 200 milhões de anos atrás. Vivem em conchas espiraladas e agora são necrófagos. Têm olhos simples e um cacho de tentáculos, e movimentam-se para cima e para baixo, do mar profundo às águas mais rasas, num ritmo que ainda está sendo estudado. Parecem ficar em águas mais altas à noite, e mais fundas de dia.

Ainda aconteceria uma outra mudança na evolução dos corpos dos cefalópodes. Algum tempo antes da era dos dinossauros, aparentemente alguns cefalópodes começaram a abrir mão de suas conchas. Os invólucros de proteção que tinham se tornado dispositivos de flutuação foram abandonados, reduzidos ou internalizados. Isso permitiu mais liberdade de movimento, mas ao preço de uma vulnerabilidade muito maior. Parece uma aposta bem arriscada, mas foi um caminho tomado seguidamente. Não se sabe qual foi o último ancestral comum dos cefalópodes modernos mas, em algum estágio, a linhagem dividiu-se em duas ramificações principais: um grupo com oito braços, que incluía os polvos, e um grupo com dez braços, que incluía o choco e a lula. Esses animais reduziram suas conchas de várias maneiras. No caso do choco, manteve-se uma concha interna, que ainda ajuda o animal a flutuar. Na lula, uma estrutura interna em forma de espada, chamada de “pena”, permanece. Os polvos perderam totalmente suas conchas. Muitos cefalópodes começaram a viver como animais de corpo mole, desprotegidos, em recifes de mares rasos.

O *possível* fóssil de polvo mais antigo data de 290 milhões de anos atrás.<sup>[6]</sup> Enfatizo a incerteza — é apenas um espécime, pouco mais que um borrão numa rocha. Depois disso há uma lacuna nos registros e, mais tarde,

cerca de 164 milhões de anos atrás, um caso claro, um fóssil que parece inegavelmente de um polvo, com oito braços e pose de polvo. O registro fóssil de polvos permanece escasso, porque eles não se preservam bem. Mas em algum estágio eles se irradiaram; atualmente são conhecidas por volta de trezentos espécies, incluindo formas de mar profundo e outras que habitam recifes. Seu tamanho varia de pouco mais de dois centímetros de comprimento até o polvo gigante do Pacífico, que pesa 45 quilos e mede quase seis metros da ponta de um braço à ponta de outro.

Esta é a jornada corporal do cefalópode, um percurso que começa no *macaron* ediacarano e passa pelo marisco lapa e pelos aerobarcos e zepelins predatórios. O estorvo representado pela concha externa é, mais tarde, abandonado, quando ela é trazida para dentro do corpo ou, no caso do polvo, totalmente perdida. Com este passo, o polvo perde quase toda forma definida.

Abdicar completamente tanto de um esqueleto quanto de uma concha é uma mudança evolucionária incomum para uma criatura desse tamanho e dessa complexidade. Um polvo não tem quase nenhuma parte dura — os olhos e o bico são as maiores — e, conseqüentemente, consegue se espremer por um buraco do tamanho de seu globo ocular, e mudar a forma de seu corpo quase que indefinidamente. A evolução dos cefalópodes redundou, no polvo, num corpo que é pura possibilidade.

Quando eu estava escrevendo uma primeira versão deste capítulo, passei alguns dias observando um par de polvos numa rocha, em águas rasas. Eu os vi se acasalar uma vez e depois passar grande parte da tarde seguinte parados, aparentemente. A fêmea saiu para um pequeno percurso, mas voltou à sua toca quando o sol se pôs. O macho passara o dia num local mais exposto, a uns trinta centímetros da toca dela. Continuava lá quando ela voltou.

Passei duas tardes observando-os, a intervalos, e então vieram as tempestades. Ventos de quase cem quilômetros por hora fustigaram a costa, e chegaram ondas do sul. A baía onde os polvos viviam oferecia alguma proteção contra o ataque, mas não muita. As ondas estouravam em torno da entrada e faziam da água uma sopa branca borbulhante. A costa foi castigada por essas tempestades durante os quatro dias seguintes. Para onde vão os polvos quando as ondas golpeiam suas rochas? Era impossível entrar na água para ver. Os chocos não têm problema. Desaparecem por semanas quando o tempo está ruim. Disparam sua propulsão a jato e se mudam para algum lugar desconhecido, mais profundo. Talvez os polvos também busquem algum lugar mais afastado no mar, porém é mais provável que entrem numa fenda e fiquem lá por dias seguidos, lembrando seus ancestrais que se agarravam a rochas de dentro de suas conchas em forma de carapuça.