



PROPRIOCEPÇÃO:

QUANDO O AMBIENTE SE TORNA O CORPO

Lynn Margulis, Dorion Sagan, Ricardo Guerrero e Luis Rico

Tradução de Olav Lorentzen

METABOLISMO E AUTOPOIESIS

Metabolismo é o nome dado à atividade química dos sistemas vivos; isto é, ao incessante desenvolvimento e decomposição de componentes invisíveis. O metabolismo pode ser definido como a combinação da rede, transformações químicas e energéticas, de seres vivos onde as enzimas intervêm. O movimento constante da matéria sendo continuamente transformada no metabolismo vivo, e que para quando o sistema morre. Se a fisiologia é o estudo da função dos organismos vivos e suas partes, o metabolismo é a manifestação química dessas funções.

Autopoiesis, termo cunhado por Humberto Maturana e Francisco Varela em 1980, refere-se ao caráter vivo dos sistemas materiais. A palavra *autopoiesis* é uma combinação das palavras gregas *autós* (eu mesmo, ele mesmo, próprio) e *poiesis* (ação, do grego, fazer ou realizar). Este último compartilha a mesma raiz que a palavra poesia. Refere-se a atividades dinâmicas: à autoprodução e auto-manutenção dos seres vivos. Os sistemas autopoieticos, ao contrário dos mecânicos, produzem e mantêm seus próprios limites (são sempre membranas celulares, mas, além disso, podem ser pele, exoesqueleto ou casca). Os sistemas vivos modulam incessantemente sua composição e alguns até regulam sua temperatura interna.

Os sistemas autopoieticos metabolizam, enquanto os não-autopoieticos não. Proteínas, vírus, plasmídeos ou genes são incapazes de realizar qualquer tipo de metabolismo por conta própria. Isoladamente, eles nunca são autopoieticos. O metabolismo inclui a troca de gases e líquidos (por exemplo, respiração, alimentação e excreção). É a manifestação detectável da *autopoiesis*, que sempre exige uma fonte de energia. A luz e as energias químicas são essenciais para a *autopoiesis*; isto é, para manter a vida.

A menor e mais simples das entidades autopoiéticas conhecida é a célula bacteriana. O maior deles é provavelmente Gaia¹: a vida e a Terra como um ambiente auto-regulável (Lovelock, 1988). Tanto as células quanto Gaia demonstram algumas propriedades gerais de entidades autopoiéticas: quando o ambiente ao seu redor muda, elas mantêm sua integridade estrutural e organização interna utilizando energia solar ou química, reconstruindo ou trocando suas partes.

No coração da visão autopoiética está a ideia de que os componentes materiais de qualquer forma de vida estão em constante movimento. Eles circulam pela Terra por meio de transformação química e transporte físico que sempre depende da energia do sol ou das rochas (oxidação de gases como sulfeto de hidrogênio, amônia ou metano). O comportamento da Terra está em conformidade com a fisiologia, não com a mecânica. Nós humanos (*Homo sapiens*, apenas uma das talvez 30 milhões de espécies vivas) aceleramos a dinâmica do sistema da Terra, mas não o controlamos. Manipulamos a superfície da Terra através da construção, redirecionando a água para obter eletricidade, substituindo prados por cimento e transformando florestas tropicais em hambúrgueres: nunca somos produtivos. Só podemos consumir produtos orgânicos produzidos por autotróficos verdes (cianobactérias, algas e plantas) ou autotróficos químicos, como os que oxidam o hidrogênio. Do ponto de vista autopoiético, os únicos organismos verdadeiramente produtivos são os autotróficos fotossintéticos: cianobactérias, que transformam a energia solar em compostos orgânicos (isto é, em alimentos) e algumas bactérias autotróficas. Eles usam energia geoquímica e CO₂ para gerar compostos orgânicos.

A visão neodarwinista, mecanicista, não autopoiética e os principais mitos de nossa civilização estão em completa consonância. É uma civilização dominante que explora os fracos. Os países que pertencem ao grupo dominante têm moedas que podem ser trocadas entre si.

1 A hipótese Gaia, proposta por James Lovelock, afirma que os sedimentos na superfície e na troposfera de nosso planeta são ativamente regulados pela biota (coleção de todos os organismos vivos). É um sistema cibernético com tendências homeostáticas, como as encontradas nas anomalias químicas da atmosfera terrestre. (Lovelock, 1988)

Nesta civilização planetária baseada em dinheiro, os recursos geológicos e biológicos parecem ser infinitos. Além disso, a própria existência deles é supostamente resultado da atividade humana. Esses mitos da nossa civilização tecnológica não podem ser aplicados a uma visão autopoietica gaiana da história natural, como a do chefe Seattle, que disse: “A Terra não pertence ao homem. O homem pertence à terra. Todas as coisas estão conectadas, como o sangue que nos une a todos” (Campbell, 1983). Os neodarwinistas precisam rejeitar essa percepção dos nativos americanos e qualquer outra visão não mecanicista, porque isso provoca dissonância cognitiva neles. No mundo das máquinas de ganhar dinheiro, a Terra pertence aos seres humanos. Em termos de *autopoiesis*, tudo é observado por um observador imerso na mesma coisa que ele observa. Em um mundo mecanicista, o observador é objetivo e permanece separado do que está observando. As visões mecanicistas devem ser substituídas por outras baseadas em fisiologia e *autopoiesis*.

Todos os organismos precisam de alguma fonte de energia, elétrons e certos elementos (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo, pelo menos), em quantidades e na forma determinadas pela fisiologia, estrutura e história natural de cada um deles. Sem o movimento contínuo dos componentes materiais (isto é, metabolismo, que consiste no fornecimento de nutrientes, na circulação de água e na eliminação de resíduos) que compõem o microrganismo, animal, fungo ou planta, sua integridade física é ameaçada. Este será estressado e depois morrerá.

O conceito autopoietico da vida nos ensina que as restrições ambientais ameaçam a *autopoiesis* de todos os organismos. As ameaças incluem a falta de comida ou espaço de vida e um equilíbrio inadequado de sais. Um termo usado para se referir à ameaça geral à integridade autopoietica é “estresse”. Todos os organismos, de bactérias nadadoras a algas que deslizam pela superfície do oceano ou estudantes universitários que secretam hormônios, agem de maneira a reduzir o estresse. Todas as entidades autopoieticas possuem comportamentos que neutralizam o estresse, evitando-o ou reduzindo-o. Entidades não autopoieticas, no entanto, não podem responder. Eles são passivos. Por exemplo, um automóvel ou uma molécula de DNA não fazem nada quando estão sob estresse.

Darwin reconheceu que todas as populações, se os recursos fossem ilimitados, cresceriam exponencialmente, limitadas apenas pelo espaço. Ele usou o termo “seleção natural” para descrever as inúmeras “verificações” que impedem as populações de atingirem seu potencial biótico. De fato, o potencial biótico nunca é alcançado na realidade; é isso que é a seleção natural de Darwin. Darwin cometeu um erro quando não enfatizou o enorme impacto que o crescimento da população tem no meio ambiente. Os efeitos ambientais do crescimento e metabolismo das populações de organismos são causas poderosas da seleção natural. Ao focar na competição direta entre indivíduos por recursos como o principal mecanismo de seleção, desde Darwin (e especialmente seus seguidores), parecia que o ambiente era simplesmente um cenário estático de “natureza, vermelha em dentes e garras” (Herbert Spencer, 1898). Dessa maneira, Darwin separou os organismos de seu ambiente. Das bactérias às sequóias, do fitoplâncton aos castores, o crescimento e o metabolismo de todos os organismos modificam o ambiente em que vivem. O cientista russo Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945), pioneiro no campo da geoquímica, reconheceu que era artificial separar o ambiente da biota. Como a maioria de seu trabalho, o conceito de Vernadsky sobre a interação entre ambiente e biota é pouco conhecido no Ocidente. Muito poucos cientistas ocidentais reconheceram a contribuição inicial de Vernadsky ao pensamento ecológico moderno. Ao insistir na competição entre os organismos como principal fonte de seleção e no fracasso em reconhecer a reciprocidade química entre biota e meio ambiente, os neodarwinistas multiplicaram esses erros de omissão. Eles também revelaram sua visão romântica e vitoriana da evolução como uma competição incansável entre animais individuais, como uma batalha longa e sangrenta. A magnífica previsão de Darwin não estava errada, embora incompleta, mas consideramos que a visão neodarwinista está profundamente equivocada.

SIMBIOSE

Como uma inovação complexa aparece pela primeira vez nos seres vivos? Como ela se espalha? Como os corpos de plantas, animais e micróbios mudam com o tempo? A história completa ainda não foi escrita,

porque a maioria das anotações está registrada nas linguagens criptografadas das ciências; bioquímica, genética, protistologia, biologia celular e microbiologia. A linguagem da mudança evolutiva não é uma matemática nem é morfologia gerada por computador. Certamente não é estatística. Aqui, gostaríamos de sugerir que um conhecimento profundo dos micróbios seja adicionado à história natural, ecologia, genética e metabolismo. Fisiologia microbiana, ecologia e geologia são essenciais para a compreensão do processo evolutivo. O comportamento dos micróbios, dentro de suas próprias populações e em suas interações com os outros, determina o curso complexo e expansivo da evolução. O mundo vivo invisível subjaz, em última análise, ao comportamento, desenvolvimento, comunicação, ecologia e evolução no mundo de formas muito maiores de vida, das quais fazemos parte e com as quais coevoluímos. Talvez algumas pessoas se sintam diminuídas por essa perspectiva de evolução baseada e estimulada pelas fusões entre micróbios, mas, para ecoar as palavras de Darwin, acreditamos que essa visão também tem grandeza. Inúmeras formas e variações aparecem, não apenas gradual e aleatoriamente, mas também de maneira súbita e vigorosa, por meio da sedução de estranhos, do envolvimento e da internalização do outro em si, e da incorporação de corpos virais, bacterianos ou eucarióticos em genomas cada vez mais complexos. A aquisição do outro, do micróbio com seu genoma, não é meramente uma exibição lateral. Atração, união, fusão, incorporação, coabitação, recombinação – permanentes ou cíclicas – e outros tipos de acoplamentos proibidos são as principais fontes da variação que escapou a Darwin. Sensibilidade, sedução, união, aquisição, fusão, responsividade, perseverança e outras capacidades microbianas não são de forma alguma irrelevantes para o processo evolutivo. Na verdade, o oposto é verdadeiro. A incorporação e integração de genomas “externos” – bacterianos ou outros – levaram a variações hereditárias significativas. A aquisição de genomas tem sido crucial para o processo evolutivo ao longo da longa e complexa história da vida.

A principal fonte de variação hereditária não é a mutação aleatória. Em vez disso, a variação que leva à inovação evolutiva vem da aquisição de genomas. Conjuntos inteiros de genes, e até organismos completos com seu próprio genoma que são assimilados e incorporados a outros.

À medida que os organismos incorporados coevoluem, eles perdem sua autonomia. Estes organismos deixam de ser “independentes”. Este processo é chamado de simbiogênese.

SIMBIOGÊNESE

O que é simbiogênese e como ela se relaciona com a simbiose? É chamada de “simbiogênese” a simbiose estável, de longo prazo, que resulta em mudança evolutiva. É um termo evolutivo que se refere à origem de novas organelas, novos tecidos, órgãos, organismos e até mesmo espécies e famílias por meio do estabelecimento de simbioses permanentes duradouras. Essas novas associações, verdadeiras fusões biológicas que começam na forma de simbiose, constituem o motor da evolução das espécies. A simbiose é simplesmente uma vida compartilhada, através do contato físico, de organismos que são diferentes uns dos outros. Definida originalmente por Heinrich Anton de Bary (1831–1888), a simbiose era a coabitação de “organismos com nomes diferentes”. Simbioses são associações físicas de longo prazo. Na simbiogênese, organismos de espécies diferentes se unem e dão origem a um terceiro organismo. Vejamos um exemplo específico, entre organismos vivos, de simbiogênese: animais fotossintéticos; verdadeiros híbridos entre algas e animais. As lesmas, aqueles moluscos conhecidos e sem concha que comem as plantas do seu jardim, têm parentes marinhos fotossintéticos que são verdes. Quando essas lesmas verdes são jovens, comem certas algas verdes, mas não conseguem digerir-las. As algas então são retidas como parte dos tecidos do animal. Todos os membros adultos de algumas espécies ficam verdes para sempre. Essas lesmas verdes não precisam se preocupar com comida. Uma vez adultas, elas param de comer. Para se alimentar, arrastam-se em direção à praia, onde, como plantas, se banham ao sol. Assim, elas são permanente e descontinuamente diferentes de seus ancestrais “cinzas” que digeriram algas. Esses animais verdes são um exemplo claro de simbiose que leva à simbiogênese.

Somos uma espécie altamente social, tão preocupados com nossos relacionamentos uns com os outros que tendemos a esquecer nossos relacionamentos com outras espécies. Biologicamente, não existe simbiose entre mãe e filho no útero. A simbiose é uma relação física

próxima entre organismos de diferentes espécies. Nós, humanos, temos uma relação simbiótica com os ácaros em nossos cílios, por exemplo. A maioria de nós não sabe que vivemos em simbiose com outros animais ou com bactérias nas axilas e intestinos ou com espiroquetas no tecido gengival. Simplesmente gozamos desses relacionamentos silenciosos e inconscientes com micróbios.

A evolução, a ciência da conexão, não termina nos laços entre humanos e macacos, entre macacos e outros animais, ou entre outros animais e micróbios. O que está vivo e o que não está vivo têm uma relação fundamental. Nós, humanos, estamos geologicamente conectados à biosfera, à sua estrutura material e energética. Na Terra, nenhum organismo existe em um estado inteiramente livre. Todos os organismos são unidos de forma ininterrupta e indissolúvel. Antes de tudo, por meio da nutrição e da respiração, mas além disso pelo material ao seu redor e pelo seu ambiente energético (Vernadsky, 1945).

A partir desta perspectiva circular, sistêmica e interconectada, artefatos humanos, como máquinas, poluição e até mesmo obras de arte, não são mais vistos como separados dos processos de *feedback* da natureza. Cada organismo vivo hoje ou que viveu no passado compartilha uma continuidade física com todos os outros. Todos os organismos fazem parte de um único sistema autopoietico que é contínuo e que tem limites. Esse sistema nunca foi interrompido desde o início da vida há quatro bilhões de anos.

GAIA, METACIÊNCIA

Talvez a melhor maneira de considerar Gaia seja aceitando a afirmação de que a atmosfera e os sedimentos da superfície da Terra fazem parte do seu sistema vivo. A vida não “se adapta” a um ambiente passivo do ponto de vista da física e da química. Em vez disso, ela produz ativamente seu ambiente e o modifica. Em contraste com um mundo mecânico, a biosfera que metaboliza, se regula fisiologicamente. O oxigênio, o ar úmido e os mares ligeiramente alcalinos são o resultado do crescimento e do metabolismo de inúmeras bactérias, plantas e algas que em constante mutação produzem oxigênio como um produto residual do uso da energia solar.

A visão de Gaia do planeta é autopoietica. A superfície da Terra está viva, conectada por meio de um megametabolismo que comanda o seu sistema e que regula sua temperatura e características químicas. Os humanos desempenham apenas uma pequena parte *epifenomenal*.

Mais de seis bilhões de humanos vivem na superfície da Terra. Comerciantes, colonizadores, guerreiros, construtores de cidades e criadores. Esses dependem em grande parte da tecnologia. Para que essa população atual sobreviva, precisamos adotar algum tipo de versão da hipótese de Gaia. A ciência de Gaia vai além da metáfora que afirma que o planeta não é apenas uma casa (*oikos* em grego, a origem da ecologia mundial). A Terra também é um corpo. E um corpo é diferente de um lugar sem vida, porque sente, sente e reage. Embora a diferença entre chamar a Terra de “planeta vivo” ou um planeta que está “vivo” pareça trivial, o debate sobre a formulação tem causado discórdia entre biólogos e geólogos.

O reconhecimento de que a Terra está viva significa deslizar em direção a uma área proibida para a ciência: o animismo (personificação, antropomorfismo e crenças mágicas narcisistas que foram substituídas há muito tempo pela ciência “objetiva”). Gaia reduziu a distância entre o que é orgânico e inorgânico, animado e inanimado. Na teoria de Gaia, por exemplo, a atmosfera torna-se parte da biosfera, uma espécie de sistema circulatório planetário. O solo, onde abundam os microrganismos, não é mais um substrato sem vida, mas sim um tecido vivo na superfície do planeta. Na verdade, a biosfera viva inclui, provisoriamente, não apenas a atmosfera e suas nuvens, mas também placas tectônicas, modulação da salinidade do oceano e uma regulação da temperatura planetária que permaneceu na mesma faixa por mais de três bilhões de anos. A estabilidade da temperatura climática é semelhante à regulação da temperatura em animais. Esse novo tipo de atenção a tudo que nos cerca traz consigo uma mudança de valores e oferece à nossa civilização tecnológica a chance de reconhecer, mudar e até desfazer o impacto humano no meio ambiente.

O meio ambiente e o organismo não fazem uma casa, mas sim um corpo. De acordo com os “livros didáticos” típicos, a vida é feita de milhões de seres independentes que vivem em lugares inanimados.

De acordo com a teoria de Gaia, no entanto, esses lugares não são inorgânicos: os sedimentos e a atmosfera fazem parte de um sistema vivo completo. Na perspectiva de Gaia, a poluição do ar em nível planetário, devido à atividade humana, afeta não apenas a atmosfera. Ela afeta a nós e a todos os outros seres vivos que constituem a biota. O *feedback* entre os reinos biológico e geológico é tão intenso que considerá-los separados um do outro só cria uma frustração sem fim. Os meteorologistas ainda não consideram a química ou biologia da Terra. Já os químicos atmosféricos afirmam que a meteorologia faz parte de seu território. Nenhuma dessas ciências faz referência à biologia regularmente. A territorialidade acadêmica é prejudicial para a compreensão do corpo planetário. Gaia, apesar de ser rotulada como instável e “não científica”, tem estimulado muitas linhas de pesquisa sobre os processos do sistema. *Earth System Science*, é o novo nome que os acadêmicos dão à Terra como uma entidade sistêmica (Schneider, Crist Boston, Miller, 2002, MIT Press / *Scientists Debate Gaia: The New Century*, Gaia 2000, Valencia).

Gaia nos força a considerar os efeitos cumulativos ou globais dos fenômenos locais. O maior obstáculo para estudar esses processos é a fragmentação da ciência em tantas disciplinas, departamentos, edifícios, jornais e sociedades separadas. Guardas acadêmicos usam o neodarwinismo como arma inquisitorial. Eles se sobrepõem a uma gigantesca superestrutura de mecanismo e hierarquia que impede que a biosfera viva seja percebida diretamente.

Conhecemos os efeitos da superpopulação. Sabemos que o lixo nunca é eliminado; apenas circula. Sabemos que a matéria nunca se perde; é transformada. Sabemos que existem limites naturais para o crescimento de qualquer população. Mas isso não pode ser ensinado porque nossa cultura nos diz que nós, humanos, governamos a Terra. E a cultura vê dinheiro. Dizem que o crescimento econômico máximo é intrinsecamente positivo ou que o crescimento lento é necessariamente negativo. O “progresso” da sociedade é medido pelo número de carros vendidos. Mas sabemos que a superlotação produz destruição. Sabemos que isso leva a brigas e outras formas extremas de comportamento. Quando os mamíferos vivem em condições de superlotação e passam fome, seu comportamento se torna agressivo. Nós sabemos tudo isso. Por que não

fazemos algo para torná-lo melhor? Porque nossos pressupostos culturais contradizem esse conhecimento. Porque somos filhos de uma religião monoteísta, seja ela judaico-cristã, muçulmana, neodarwinista ou qualquer outra. O contexto cultural em que crescemos nos impede de entender a Terra como uma unidade.

Todos os cientistas fazem pesquisas dentro de um contexto cultural. É muito difícil para os pesquisadores de hoje ver até que ponto nossas investigações são culturalmente ditadas. Como Ludwig Fleck (1936, traduzido para o inglês em 1979) mostrou, o conhecimento profissional é ajustado para se adequar à realidade política. Isso explica por que há biólogos que recebem bolsas do governo ou mesmo do Guggenheim para calcular o altruísmo, quantificar a competição e determinar com exatidão o quanto a mãe investe nos seus filhos do que nas suas filhas.

O EU ININTERRUPTO

De todos os organismos vivos hoje na Terra, apenas os procariontes (bactérias) são indivíduos. Todas as outras coisas vivas (“organismos”, como animais, plantas e fungos) são comunidades complexas do ponto de vista metabólico, compostas por seres intimamente integrados de diferentes origens. Ou seja, o que normalmente pensamos ser um animal individual – pegue uma vaca, por exemplo – é, na verdade, um animal fortemente integrado

A uma comunidade de entidades autopoieticas de diferentes tipos e histórias que, quando trabalham juntas, constituem uma nova entidade: a vaca. Em suma, todos os organismos maiores do que bactérias são intrinsecamente comunidades.

Nos processos desse metabolismo ubíquo, cada entidade viva encontra-se completamente contida em pelo menos uma membrana delimitadora que ela mesma produz. Todas as entidades autopoieticas continuamente fazem, adaptam e refazem essas estruturas físicas dinâmicas que marcam seus limites.

A membrana, entretanto, não é uma parede de concreto, literal e imutável. É uma barreira semipermeável e autossustentada que muda constantemente. A ideia de uma membrana semipermeável nos permite

pular entre vários níveis organizacionais, da célula intra-organísmica ao organismo celular, do ecossistema à biosfera. Quer discutamos o desaparecimento de membranas bacterianas endossimbióticas no processo de se tornarem organelas ou a queda do Muro de Berlim na sociedade humana global, devemos alterar essa visão retilínea do eu como um “ser delimitado”. Alan Watts se referiu a ele pejorativamente como o “ego encapsulado na pele”. Na verdade, apesar do fato de termos um sentimento profundamente arraigado de “eu”, que pensamos ser natural, na verdade este sentimento não é histórico nem culturalmente universal. Por exemplo, na tradição budista, as barreiras do ego são questionadas e transcendidas. Os melanésios na Nova Caledônia não acreditam que o corpo seja algo que eles possuem. Eles não o veem como “um dos elementos do indivíduo” (Leenhardt, 1979). Da mesma forma, os poemas épicos homéricos nunca mencionam um “corpo”, como aquela entidade autocontida feita de carne que hoje em dia apenas presumimos definir um ser material. Esses poemas referem-se apenas ao que consideramos como partes do corpo, por ex. “Pernas velozes” e “braços vigorosos” (Snell, 1960). Norbert Elias escreve que “a ideia do ‘Eu em uma caixa’ é recorrente desde algumas filosofias modernas, como o sujeito pensante de Descartes, as mônadas sem janelas de Leibniz e o sujeito do conhecimento de Kant (que, dentro de sua concha *a priori*, pode ser que nunca penetre a “coisa-em-si”) até a extensão mais recente dessa mesma ideia básica do indivíduo inteiramente autossuficiente” (Elias, 1978).

Como positivistas, materialistas ou reducionistas na tradição científica ocidental, tendemos a pensar que a imagem do corpo como uma superfície topológica fechada e apropriada é uma evidência necessária e suficiente do ser. No entanto, assim como nós explicamos, (e mesmo este “nós” como coautores deve ser colocado entre aspas ao considerarmos as noções de ser, sujeito e pessoa) o ser egoísta é uma imagem fundamentalmente fictícia e especulativa. Quando admitimos que o toque é mais importante do que a visão em um contexto sensual, eliminamos as unhas dos dedos, a pele, os ossos e os dentes para considerá-los partes do corpo por falta de sensibilidade. Inversamente, a introprojeção tecnológica exemplificada pela televisão e pelos aparelhos de teletransporte (carros, aviões, etc.) sugere uma extensão do ser humano ao que tem sido considerado “o meio ambiente”. Portanto, o corpo, a base

material ou corporal do “eu”, não tem localização topológica fixa e absoluta independente do tempo e encapsulado na pele. Essa é uma construção sociolinguística, psicanalítica e evolucionária. Mucos, excrementos, urina, saliva, cadáveres, pornografia e outras separações e representações marginais do corpo humano questionam sua hegemonia essencial, sua natureza universal.

A quebra dos limites é um sinal de desintegração ou perda da condição de autopoiesis. Vemos agora uma possível correspondência entre a “percepção de si” e a “entidade autopoietica” ou “indivíduo vivo”. Todos os indivíduos, todos os organismos vivos, mantêm-se ativamente. Desde o início do Éon Arqueano (três bilhões e oitocentos milhões de anos atrás) com seus habitantes bacterianos, ao longo “dos outros éons com suas entidades correspondentes como habitantes”, a “percepção de si” parece ser um sinônimo da natureza da *autopoiesis*. Os limites evitam que as coisas se quebrem, enquanto a bioquímica trabalha para manter a integridade física. É da natureza da vida interagir com o mundo material para integrar incessantemente seus componentes, rejeitando, selecionando e discriminando entre possíveis alimentos, resíduos ou fontes de energia, a fim de manter a integridade física.

O que é notável é a tendência das entidades autopoieticas de interagir com outras entidades autopoieticas reconhecíveis. Essas interações espontâneas podem ser neutras, como aquela entre uma ameba e um grão de areia, onde nenhuma reação óbvia ocorre. Em contraste, dois organismos podem ser destrutivos um para o outro ou um pode destruir o outro. Um pode liberar enzimas que destroem o outro e, ao libertá-lo de sua *autopoiesis*, pode decompô-lo em seus componentes metabólicos e estruturais. Estes são usados como alimento em uma relação trófica onde o ser autopoietico ainda intacto consome e incorpora os componentes químicos de sua vítima. Embora as relações entre os organismos possam ser neutras ou destrutivas, outras interações vão além da destruição e levam à fusão que integra ambos. Nós os achamos fascinantes. As fusões (fertilização ou integração de dois membros de uma simbiose) podem levar à criação de entidades autopoieticas maiores e mais complexas. A integração de um fungo que ataca as algas para obter nutrientes frequentemente levou a um equilíbrio entre o fungo e as reações das

algas. Eles podem eventualmente se tornar líquen. O líquen não é fungo nem alga. Líquen, é um complexo simbiótico, uma entidade autopoietica própria em um nível organizacional mais complexo do que o fungo ou a alga.

DUALISMO E ALÉM

O brilhante matemático francês René Descartes (1596-1650) estabeleceu a dicotomia mecanicista ao declarar uma separação universal entre a *res extensa*, a realidade material dada da natureza, e a *res cogitans*, a realidade dos humanos e o pensamento livre de Deus. Descartes afirmava que o único ser que compartilha alguns atributos com Deus é o ser humano, porque tem alma. Os animais, embora pareçam sentir dor, são, na verdade, máquinas sem alma.

Embora a representação de Descartes do universo como um enorme mecanismo tenha levado à expansão da pesquisa científica, a aceitação do universo cartesiano mecanicista teve resultados negativos. Usando a autoridade de Descartes como base para a ação, animais vivos foram pregados em mesas de dissecação para ilustrar sua anatomia e fisiologia sem o menor remorso. A natureza, tida como insensível e inanimada, foi analisada sem medo, além dos limites estabelecidos. Agora era possível fazer experiências na natureza com impunidade. A natureza foi ajustada para ser composta de formas de vida “inferiores” que se comportavam mecanicamente, como autômatos. A filosofia de Descartes forneceu uma justificativa formal – licença cartesiana – para investigar praticamente tudo em um esforço para descobrir o mecanismo que Deus usou para “construir” o mundo fenomenológico. Descartes dividiu a realidade em duas partes. A licença cartesiana separou a matéria da forma, o corpo da alma, a natureza que estava em um espaço externo da consciência interna. Em contraste com o pensamento e a sensibilidade, a matéria, o corpo e a natureza podem ser quantificados, comparados e, eventualmente, compreendidos por leis matemáticas.

Acreditamos que, em última análise, a licença cartesiana se mostrou uma espécie de falsificação. Após três séculos de renovação implícita, a licença ainda é válida, mesmo que o selo – seja muito delicado, muito gasto ou simplesmente ignorado – quase invisível. No entanto, o tênue selo que isenta os humanos e os faz tramar sobre o “mundo objetivo”

não é menos periférico para a licença cartesiana do que a advertência médica sobre riscos à saúde escrita em um maço de cigarros. A *raison d'être*, a base racional que autoriza os cientistas a continuar no espírito de Descartes, fazendo seu trabalho e recebendo a aprovação da sociedade, e até mesmo da igreja, ainda está implícita na licença. Por muitos séculos, as religiões judaico-cristãs colocaram o “homem” (o homem como “feito à imagem de Deus”) no topo da escala biológica. Na mente cultural do mundo iluminado, os seres humanos podem se colocar abaixo dos anjos, mas acima de qualquer outra forma de vida.

A revelação científica do mecanicismo, parte dessa nova ousadia da pesquisa, contribuiu para desestabilizar a monarquia europeia. Se o universo, feito por Deus, é um autômato gigantesco que se autodirige, por que as pessoas deveriam obedecer a um rei ou a um homem, cujo poder, dado por Deus de acordo com o sistema feudal medieval, não tinha mais nenhuma fonte divina?

A influência cartesiana foi profunda. No final do século XIX, o pensamento ocidental sofreu um revés metafísico. A diminuição da importância da mente e do corpo humanos recebidos de Deus foi cada vez mais apoiada pela crescente cosmovisão científica e cética. Nossos predecessores pré-científicos pensavam que o universo e tudo que se movia nele estavam vivos. Acreditava-se que os seres só perdiam a vida quando paravam de se mover, quando seu espírito os deixava por meio do truque mágico natural da morte. Mas agora, as coisas haviam mudado: no novo mundo mecanicista e científico de Galileu, Descartes e Newton, o universo e todos os seus seres eram considerados inanimados (Simmons, 1996). O enigma científico havia mudado do mistério da morte em um cosmos vivo para o da vida em um cosmos morto.

Mas se somos mais do que apenas autômatos cartesianos, depois de Darwin, todas as outras coisas vivas também devem ser. Caso contrário, seria terrivelmente ilógico.

VERNADSKY E A ONIPRESENÇA DA VIDA

Essa herança cultural dualista desafia a ciência continuamente. Em vista das limitações da herança dualista (mente/corpo, espírito/matéria, vida/não vida), talvez não seja surpreendente que dois dos maiores

pensadores do século XX tenham visões diametralmente opostas sobre o Cartesianismo. Ambos ofereceram uma ampla visão, um “espírito amplo”, da relação íntima entre a Terra e vida nela.

O cientista russo Vernadsky descreveu os organismos da mesma maneira como descreveu minerais, chamando-os de “matéria viva”. O cientista inglês James E. Lovelock (nascido em 1920) abordou o problema da superfície da Terra de tal maneira que toda a biosfera, que também inclui as rochas e o ar, é considerada viva. Vernadsky descreveu a matéria viva não só como uma força geológica, mas na verdade como a maior força geológica. A vida se move e transforma a matéria nos oceanos e nos continentes.

Seguindo a tradição iniciada por Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876), Alexander von Humboldt (1769-1859) e outros exploradores respeitados, Vernadsky descreveu o que Ehrenberg chamou de “onipresença da vida”. Ele observou que a matéria viva participa de processos “inanimados” na superfície do planeta, como a erosão, o fluxo de água e a circulação do vento. Enquanto seus contemporâneos falavam dos reinos animal, vegetal e mineral, Vernadsky analisava os fenômenos da Terra sem rotular ou classificar as coisas em nenhuma dessas categorias. Ele evitou noções preconcebidas sobre o que estava vivo ou não vivo. Ele não via toda a vida como uma entidade abstrata, com conotação religiosa, histórica e filosófica. Ele se referia apenas à “matéria viva”. Isso permitiu que combinasse mineralogia, geologia e biologia conforme necessário em sua nova disciplina.

O movimento das máquinas na Primeira Guerra Mundial impressionou profundamente Vernadsky. O que mais o chocou foi que o material da superfície da Terra era repleto de uma miríade de coisas vivas em movimento que construía e destruía matéria. Sua reprodução e crescimento dependiam da energia solar. Ele observou que a vida é um fenômeno planetário. Os humanos, por exemplo, aceleram a tendência da vida de redistribuir e concentrar os elementos químicos da Terra. De acordo com a visão de Vernadsky, a presença de humanos é outra fase da evolução geoquímica (Lapo, 1987).

Vernadsky era diferente de outros teóricos por causa de sua firme recusa em criar uma categoria especial para a vida. A vida estava longe de ser um tipo de matéria com propriedades. Em vez disso, a vida é um

processo, algo que acontece. Em seus textos, os seres vivos podem se mover e são curiosos do ponto de vista químico, mas são formas previsíveis no fluxo comum. A água animada, a vida em toda a sua umidade, mostra uma força de movimento que ultrapassa a do calcário, do silicato e até do ar. Apontando a continuidade das rochas e da vida aquática, como se vê no carvão ou nos recifes fósseis de calcário, Vernadsky inventou a ideia, desenvolvida posteriormente por Lapo (1987), de que estratos geológicos aparentemente inertes são “vestígios de biosferas passadas”.

Mesmo um materialista como Vernadsky encontrou um lugar para a mente. De acordo com sua visão, uma camada de pensamento especial de matéria organizada, que cresce e muda a superfície da Terra, está associada aos humanos e à tecnologia. Para descrevê-lo, Vernadsky adotou o termo “noosfera”, do grego *nōos*, mente. O termo foi introduzido pela primeira vez por Edouard Le Roy, do Collège de France. Vernadsky conheceu Le Roy e Pierre Teilhard de Chardin, o paleontólogo e jesuíta francês, cujos textos levariam a ideia da noosfera (uma camada consciente da vida) a um público mais amplo por meio de debates intelectuais realizados em Paris durante os anos 1920. Teilhard de Chardin e Vernadsky usaram o termo noosfera de maneira diferente, e mesmo entre eles as perspectivas eram diferentes. Para Teilhard, a noosfera era a camada planetária “humana” feita da “biosfera fora e acima de nós”, enquanto para Vernadsky, a noosfera se referia à humanidade e à tecnologia como uma parte acelerada embora integral da biosfera planetária (Grinevald, 1988; Sagan, 1990).

Muitos organismos pequenos demais para serem vistos sem um microscópio sentem o calor e o evitam, e se movem em direção à luz ou nadam para longe dela. Algumas bactérias até detectam o campo magnético da Terra. Dizer que as bactérias são simplesmente máquinas sem sensação ou consciência não é muito diferente da afirmação de Descartes de que os cães não sentem dor. Mesmo no nível mais importante, os seres vivos parecem impor uma sensação, uma escolha e uma mente.

SENTIMENTO-MOVIMENTO-COMUNICAÇÃO

Concordamos que a mente e o corpo não estão separados, mas, em vez disso, fazem parte de um todo funcional unificado. A vida, que desde

o início se distingue pelo sentimento, sempre teve a capacidade de se mover, de “sentir”, de “decidir”, de “escolher”. Esses tipos de “pensamentos”, que são vagos e claros ao mesmo tempo, são físicos. Eles são encontrados nas células de nossos corpos e também de outros animais.

Conforme entendemos essas frases, certas formas de tinta ativam algumas associações, conexões eletroquímicas em nossas células cerebrais. Os níveis de glicose são modificados, graças à combustão envolvendo oxigênio; os produtos de sua desintegração, água e dióxido de carbono, penetram pequenos vasos sanguíneos. Os íons de sódio e cálcio, que são bombeados para fora, circulam pelas membranas neurais. O pensamento, como a própria vida, é um fluxo de matéria e energia; o corpo é seu complemento. Pensar e ser são aspectos da mesma organização física e de suas ações.

Se aceitarmos a continuidade básica entre corpo e mente, o pensamento é, em essência, como o resto da fisiologia e do comportamento. O pensamento, assim como a excreção e a alimentação, é o resultado de interações na química do organismo. Até mesmo o “pensamento” microbiano se deve à fome, movimento, crescimento, associação, satisfação e outras características intrínsecas a todos os tipos de vida. Se o que se chama de “pensamento” foi causado por esse tipo de interação, talvez a comunicação entre organismos, cada um deles um pensador, pudesse levar a um processo mais amplo do que o pensamento individual. Isso pode estar implícito na noção de noosfera de Vernadsky.

Devemos nos libertar do legado de Descartes, que ainda nos rodeia, e substituí-lo por uma compreensão mais profunda da consciência elementar da vida. Será difícil, talvez impossível para nossa cultura recuperar seus sentidos (Abram, 1996) e perceber mais uma vez que precisamos rejeitar totalmente o antropomorfismo cartesiano. É uma visão errônea e ingênua a partir de uma perspectiva biológica. Estamos interconectados não apenas com outras pessoas, mas também com todos os seres vivos neste planeta. A visão predominante é que companhias aéreas, linhas telefônicas, Internet, ondas de rádio e aparelhos de fax conectam apenas humanos. Mas, na verdade, através de nós e dos outros, eles conectam toda a vida. A mídia, além de aproximar as pessoas, une todos os nossos companheiros do planeta. Para habitantes de um ecossistema urbano, as conexões são óbvias, quer estejamos cientes de sua presença

ou não – baratas, pardais, tomateiros, pombos ou piolhos –, todos desfrutam da expansão de seu habitat à medida que “desenvolvemos” a Terra para mais pessoas.

Propriocepção, a percepção do movimento espacial e orientação que surgem de estímulos no corpo, é um conceito fisiológico. Embora seu nome não seja muito conhecido, todos conhecemos o fenômeno. Nossos proprioceptores nos informam constantemente que estamos em pé, inclinando a cabeça para o lado, semicerrando os olhos ou apertando os punhos. Estes proprioceptores não funcionam como sistemas sensoriais para informações sobre o exterior, outras pessoas ou o ambiente. Em vez disso, eles informam de dentro do corpo. Os nervos conectados aos músculos disparam quando detectam movimentos como uma mudança na posição do corpo. Esses nervos de autocontrole nos dizem se estamos de pé ou de cabeça para baixo, parados em um ônibus ou nos movendo a cinquenta quilômetros por hora. A Terra teve um sistema proprioceptor por milênios, muito antes da evolução dos seres humanos. Pequenos mamíferos avisam uns aos outros sobre terremotos ou chuvas torrenciais. As árvores liberam “substâncias voláteis” que dizem aos vizinhos que as larvas das mariposas podem atacar suas folhas. A propriocepção, ou o sentir-se, provavelmente é tão antiga quanto ser você mesmo. Nós, humanos, aumentamos e aceleramos a capacidade proprioceptiva moderna de Gaia. Um incêndio na selva em Bornéu e um acidente de helicóptero dos EUA nos Alpes italianos são mostrados na TV no noticiário diário de Nova York. No entanto, matilhas de lobos ou dinossauros extintos também tinham sua própria comunicação social proprioceptiva. Certamente, o sistema nervoso global não começou com a origem dos humanos. Gaia, a Terra fisiologicamente regulada, tinha comunicações proprioceptivas globais muito antes de nossa evolução. O ar circula emissões de gases e compostos químicos solúveis que vêm de árvores tropicais, insetos prontos para acasalar e bactérias ameaçadas de morte. Os compostos do amor têm perfumado as brisas da primavera desde os tempos antigos. A diferença, é que a velocidade da propriocepção aumentou enormemente na era eletrônica.

Possuímos uma compreensão intuitiva da realidade à qual os seguintes termos se referem: percepção, consciência, especulação, pensamento, memória, conhecimento e consciência. É óbvio que as bactérias

percebem os açúcares e as algas percebem a luz. Os cães estão cientes de outros mamíferos como gatos, coelhos e esquilos na sua vizinhança. Quando decidem perseguir, ou não, um gato, eles “especulam”. Algumas pessoas aceitam que o conhecimento pode estar presente em baleias, ursos, morcegos e outros vertebrados como pássaros. No entanto, nosso conhecimento tradicionalista nos diz que a consciência está limitada aos humanos e nossos ancestrais imediatos. Muitos cientistas concordam que nenhuma combinação de neurofisiologia, neuroanatomia, genética, neurofarmacologia ou qualquer outra ciência materialista jamais conhecerá “a mente”, seja ela qual for. Eles acreditam que a ciência conhecerá o cérebro, mas não a mente. Discordamos de muitas das versões desse mito comum. Acreditamos que o cérebro é a mente e a mente é o cérebro.

Os resultados das ciências mencionadas acima, assim como de muitas outras ciências, podem nos dar informações sobre nós mesmos e o que está dentro de nossa cabeça. Os humanos não têm monopólio dos processos mentais mencionados acima. Para dar um exemplo simples sobre a falta de consciência: na água do lago, certa vida microscópica se comunica ativamente. Nós, humanos, somos totalmente inconscientes da comunicação dos habitantes da água do lago. Os processos de percepção, consciência e especulação originaram-se no microcosmo: o mundo invisível de nossos ancestrais bacterianos. O próprio movimento é uma característica bacteriana ancestral. Sugerimos que o pensamento também é um tipo de movimento celular.

Reconhecemos que os computadores têm predecessores: eletricidade, circuitos eletrônicos, semicondutores de silício, porcas e parafusos. O milagre do computador é a maneira como suas partes se encaixam. Da mesma forma, a mente humana tem predecessores; o que o torna excepcional é a combinação e interação dos elementos que compõem a mente-cérebro. Não podemos conhecer o cérebro-mente humano se não conhecermos suas partes e como elas se juntaram. O ponto de partida básico na evolução do cérebro humano é encontrado na dança das bactérias: o intrincado mecanismo da motilidade celular. Como as células se movem, como os micróbios nadam? A resposta a esse enigma lança o primeiro raio de luz sobre as origens do cérebro-mente.

Percepção, pensamento, especulação e memória são, é claro, processos ativos. Conjeturamos que sejam manifestações em larga escala da ecologia comunal de pequena escala de antigos espiroquetas, arqueobactérias e alfa-proteobactérias (atualmente chamadas de mitocôndrias) que constituem nosso cérebro.

O que deve ser explicado? A especulação básica é que os processos mente-cérebro são um reflexo da nutrição, fisiologia, sexualidade, reprodução e ecologia da comunidade de microrganismos da qual somos feitos. Os microrganismos não são apenas metáforas. Seus restos mortais vivem em nosso cérebro: suas necessidades e hábitos, sua história e saúde são parcialmente responsáveis por determinar nosso comportamento. Se nos sentimos possuídos por mentes diferentes, se nos sentimos oprimidos pela complexidade, é porque somos habitados e feitos de complexidades, de componentes vivos que começaram como micróbios com vida própria.

Agradecemos os seguintes pela ajuda com este manuscrito:

Celeste A. Asikainen, Michael Dolan, Abe Gorn, Ricardo Guerrero, Azucena Klett, Juli Peretó, Mercé Piqueras, José Luis Rubio, Mónica Solé, Alfred I. Tanber, Escola de Graduação, Universidade de Massachussets e a Fundação Alexander Von Humboldt.

BIBLIOGRAFIA LYNN MARGULIS

Margulis, L. and Sagan, D. *Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*. Perseus. Basic Books, New York, 2002.

Margulis, L. *Una revolució en la evolució*. Colecció Honoris Causa, Universitat de València, 2002.

Margulis, L.; Haselton, A. and Matthews, C. *Environmental Evolution: Effects of the Origin and Evolution of Life on Planet Earth*. 2nd edition, MIT Press, 2000.

Margulis, L. and Sagan D. *What is life?* Nevraumont Publishing; Simon and Schuster Ed., 1999.

Margulis, L. and Sagan D. *What is sex?* Nevraumont Publishing; Simon and Schuster Ed., 1998.

Margulis, L. *Symbiotic Planet: A New View of Evolution*. Basic Books, 1998.

Margulis, L. and Sagan, D. *Microcosms: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*. 2nd edition, University of California Press, 1997.

Margulis, L.; Lovelock, J.; Goodwin, B. et al. *Gaia in Action: Science of the Living Earth*. Edited by Peter Bunyard. Floris Books, 1996.

Margulis, L. *Symbiosis in Cell Evolution: microbial Communities in the Archean and Proterozoic Eons*. 2nd edition, W. H. Freeman and Company, New York, 1993.

Margulis, L.; Lovelock, J.; Bateson, G.; Atlan, H.; Varela, F.; Maturana, H. et al. *Gaia, a Way of Knowing: Political Implications of New Biology*. Edited by W. I. Thompson, Lindisfarne Association, 1987.

Margulis, L. and Sagan, D. *Origins of Sex: Three Billion Years of Genetic Recombination*. Yale University Press, 1986.

BIBLIOGRAFIA GERAL

- Abram, D. *The Spell of the Sensuous*, Vintage Books, New York, 1996.
- Fleck, L. *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Translated into English by Fred Bradley and Thaddeus J. Trenn. Edited by Thaddeus J. Trenn and Robert K. Merton, University of Chicago Press, Chicago, 1979.
- Grinevald, J. "Sketch for a history of the idea of the biosphere", in *Bunyard and Goldsmith*. 1988, pp. 1-34.
- Lapo, A. *Traces of Bygone Biospheres*. Mir Publishers and Synergetic Press, Moscow 1987.
- Lovelock, J.E. *The Ages of Gaia*. W.W. Norton and Company, New York, 1988.
- Olañeta, J.J. de (ed.). *Nosotros somos parte de la Tierra: mensaje del gran jefe Seattle al presidente de los Estados Unidos de América en el año 1855*. Palma de Mallorca, 2004.
- Sagan, D. *Biospheres: Metamorphosis of Planet Earth*. McGraw-Hill, 1990. (*Biosferas: metamorfosis del planeta Tierra*. Alianza Editorial, Madrid, 1995).
- Schneider, S.H. and Boston, P.J. (eds.). *Scientists on Gaia*. MIT Press, February 1992.
- Schneider, S.H.; Miller, J.R.; Crist, E. and Boston, P.J. (eds.). *Scientists debate Gaia: The next century*. MIT Press, Cambridge Mass., 2005.
- Spencer, H. *Principles of Biology*. Williams & Norgate, London, 1898.
- Trivers, R.L. "Parental investment and sexual selection", en Campbell, B. (ed.), *Sexual selection and the descent of man, 1871-1971*. Aldine, Chicago, 1972, pp. 136-179.
- Vernadsky, V.I. "The Biosphere and the Nöosphere", *American Science*, vol. 33, 1, 1945.
- Vernadsky, V.I. *Biosfera*. Dantes, 2019.