

## 2. A autonomia da biologia

Foram necessários mais de duzentos anos e a ocorrência de três conjuntos de eventos antes que uma ciência individual do mundo vivo — a biologia — fosse reconhecida. Como vou mostrar, podem-se distribuir esses eventos em três conjuntos diferentes: (A) a refutação de certos princípios equivocados, (B) a demonstração de que certos princípios básicos da física não podem ser aplicados à biologia e (C) a percepção do caráter único de certos princípios básicos da biologia, que não são aplicáveis ao mundo inanimado. Este capítulo é dedicado a uma análise desses três conjuntos de desdobramentos. Isso precisa ser feito antes que se possa aceitar a visão de uma autonomia da biologia. Sobre uma defesa anterior da autonomia da biologia, ver Ayala (1968).

### A REFUTAÇÃO DE CERTOS PRESSUPOSTOS BÁSICOS EQUIVOCADOS

Sob esta rubrica trato do apoio a certos princípios ontológicos básicos que depois se mostrariam equivocados. A biologia não

poderia ser reconhecida como uma ciência da mesma categoria da física enquanto a maioria dos biólogos aceitasse certos princípios explicativos básicos que não encontram apoio nas leis das ciências físicas e que depois seriam tidos como inválidos. Os dois maiores princípios aqui incluídos são o *vitalismo* e uma crença em *teleologia* cósmica. Assim que se demonstrou que esses dois princípios eram inválidos e, de maneira mais ampla, que nenhum dos fenômenos do mundo vivo está em conflito com as leis dos físicos, não havia mais razão para não reconhecer a biologia como uma ciência autônoma e legítima, equivalente à física.

#### *Vitalismo*

A natureza da vida, a propriedade de estar vivo, sempre foi um enigma para os filósofos. Descartes tentou resolvê-lo simplesmente ignorando-o. Um organismo de fato nada mais é que uma máquina, disse ele. E outros filósofos, em particular aqueles com formação em matemática, lógica, física e química, tenderam a acompanhá-lo e agir como se não houvesse diferença entre matéria viva e matéria animada. Mas isso não satisfazia a maioria dos naturalistas. Eles estavam convencidos de que num organismo vivo agem algumas forças que não existem na natureza inanimada. Concluíam que, assim como o movimento dos planetas e das estrelas é controlado por uma força oculta e invisível chamada por Newton de *gravitação*, os movimentos e outras manifestações de vida em organismos são controlados por uma força invisível, *Lebenskraft* [força da vida] ou *vis vitalis*. Os que acreditavam em tal força eram chamados de vitalistas.

O vitalismo foi popular do início do século XVII ao início do XVIII. Era uma reação natural ao mecanicismo grosseiro de Descartes. Henri Bergson (1859-1941) e Hans Driesch (1867-1941) foram vitalistas proeminentes do início do século XX. O fim do via-

lismo veio quando já não podia mais encontrar seguidores. Duas causas foram em larga medida responsáveis por isso: em primeiro lugar, o fracasso de literalmente milhares de experimentos realizados para demonstrar a existência de uma *Lebenskraft*; em segundo lugar, a constatação de que a nova biologia, com os métodos da genética e da biologia molecular, era capaz de resolver todos os problemas para os quais os cientistas tradicionalmente haviam invocado a *Lebenskraft*. Em outras palavras, a proposta de uma *Lebenskraft* havia se tornado desnecessária.

Ridicularizar o vitalismo seria ir contra a história. Quem lê os escritos de alguns destacados vitalistas, como Driesch, é forçado a concordar com ele em que muitos dos problemas básicos da biologia simplesmente não podem ser resolvidos pela filosofia cartesiana, na qual o organismo é considerado como nada mais que uma máquina. Os biólogos do desenvolvimento, em particular, propuseram algumas questões desafiadoras. Por exemplo, como pode uma máquina regenerar partes perdidas, como vários organismos são capazes de fazer? Como pode uma máquina replicar a si mesma? Como podem duas máquinas fundir-se em uma única, como na fusão de dois gametas para produzir um zigoto?

A lógica crítica dos vitalistas era impecável. Mas fracassaram todos os seus esforços para encontrar uma resposta científica para os chamados fenômenos vitalistas. Gerações de vitalistas trabalharam em vão para achar uma explicação científica da *Lebenskraft*, até que se tornou claro que tal força simplesmente não existe. Foi o fim do vitalismo.

### Teleologia

Teleologia é o segundo princípio inválido que teve de ser eliminado da biologia antes que se qualificasse como uma ciência equivalente à física. A teleologia lida com a explicação de processos

naturais que parecem conduzir automaticamente a um fim definido ou a uma meta. Para explicar o desenvolvimento do ovo fertilizado no adulto de uma dada espécie, Aristóteles invocava a quarta causa, a *causa finalis*. Posteriormente, essa causa foi invocada para todos os fenômenos do cosmos que conduzissem a um fim ou meta. Na sua *Crítica do juízo*, Kant de início tentou explicar o mundo biológico em termos de leis naturais newtonianas, mas foi inteiramente mal sucedido nessa empreitada. Frustrado, atribuiu toda *Zweckmäßigkeit*\* (adaptação [*adaptness*]) à teleologia. Obviamente, não era uma solução. Uma escola de evolucionistas muito difundida, por exemplo, os chamados ortogenistas, invocava a teleologia para explicar todos os fenômenos evolucionistas progressivos. Acreditavam que há na natureza viva um anseio intrínseco ("ortogênese") no sentido da perfeição. Nela cabe também a teoria da evolução de Lamarck, e a ortogênese teve muitos seguidores antes da síntese evolutiva. Não espanta que evidência alguma de tal princípio teleológico possa ter sido encontrada, e as descobertas da genética e da paleontologia afinal descreditaram por completo a teleologia cósmica. Para uma discussão mais detalhada de teleologia, ver capítulo 3.

### O QUE É BIOLOGIA?

Quando tentamos responder essa questão, vemos que a biologia na realidade consiste em dois campos bem diferentes, a biologia mecanicista (funcional) e a biologia histórica. A biologia funcional lida com a fisiologia de todas as atividades de organismos vivos, sobretudo com todos os processos celulares, incluindo

\* *Zweckmäßigkeit* costuma ser traduzido, em textos de filosofia, com locuções como "adequação a fins" (N. T.)

aqueles do genoma. Em última instância, tais processos funcionais podem ser explicados de maneira puramente mecanicista por química e física.

Outro ramo da biologia é a *biologia histórica*. Conhecimento de história não é necessário para a explicação de um processo puramente funcional. No entanto, é indispensável para a explicação de todos os aspectos do mundo vivo que envolvem a dimensão de tempo histórico — em outras palavras, tal como agora sabemos, todos os aspectos que lidam com evolução. Esse campo é a biologia evolucionista.

Os dois campos da biologia também diferem na natureza das discussões mais frequentes. Com certeza, em ambos os campos se fazem perguntas do tipo “o quê?” para obter os fatos necessários para análise. A questão mais usual em biologia funcional, porém, é “como?”; em biologia evolucionista, “por quê?”. Tal diferenciação não é completa porque em biologia evolucionista, ocasionalmente, também se fazem perguntas do tipo “como?” — por exemplo: como as espécies se multiplicam? No entanto, como veremos, para obter suas respostas, particularmente em casos nos quais experimentos não são apropriados, a biologia evolucionista desenvolve sua própria metodologia, a das *narrativas históricas* (cenários hipotéticos).

Para avaliar de verdade a natureza da biologia, é preciso conhecer a diferença notável entre esses dois ramos da biologia. Com efeito, algumas das mais decisivas diferenças entre ciências físicas e biologia são verdadeiras somente para um desses dois ramos, a biologia evolucionista.

### *O surgimento da biologia moderna*

O período de duzentos anos de 1730 a 1930, aproximadamente, testemunhou uma mudança radical no quadro conceitual

da biologia. O período de 1828 a 1866 foi de muitas inovações. Menses 38 anos, estabeleceram-se ambos os ramos da moderna biologia — biologia funcional e evolucionista. A biologia foi porém ignorada por filósofos da ciência, de Carnap, Hempel, Nagel e Popper até Kuhn. Os biólogos, mesmo quando já rejeitavam o vitalismo e a teleologia cósmica, estavam insatisfeitos com uma filosofia da biologia puramente mecanicista (cartesiana). Mas todos os esforços para escapar desse dilema — tais como os escritos de Jonas, Portmann, Von Uexküll e vários outros — invocavam de modo invariável alguma força não mecânica que não era aceitável para a maioria dos biólogos. A solução teria de satisfazer duas demandas: teria de ser completamente compatível com as leis naturais dos físicos, e não seria aceitável solução que invocasse quaisquer forças ocultas. Somente perto da metade do século XX se tornou evidente que a solução não poderia ser encontrada por um filósofo sem formação em biologia. Mas não houve um filósofo desses para fazer a tentativa.

Tornou-se claro que, para desenvolver uma ciência autônoma da biologia, era preciso duas ações adicionais. Primeiro, era preciso empreender uma análise crítica do quadro conceitual das ciências físicas. Isso revelou que alguns dos princípios básicos das ciências físicas simplesmente não são aplicáveis à biologia; tinham de ser eliminados e substituídos por princípios pertinentes para a biologia. Segundo, era necessário investigar se a biologia estava baseada em certos princípios adicionais que fossem inaplicáveis à matéria inanimada. Isso requeria uma reestruturação do mundo conceitual da ciência muito mais fundamental do que alguém pudesse imaginar naquela época. Tornou-se evidente que a publicação de *Origem das espécies*, de Darwin, em 1859, foi de fato o princípio de uma revolução intelectual que ao final resultaria no estabelecimento da biologia como ciência autônoma.



## *Idéias fiscalistas não aplicáveis à biologia*

As idéias de Darwin foram particularmente importantes para a descoberta de que muitos conceitos básicos das ciências físicas, que até a metade do século XIX haviam sido amplamente adotados pela maioria dos biólogos, não eram aplicáveis à biologia. Discutirei agora quatro desses conceitos fiscalistas básicos, para os quais teve de ser demonstrado que não eram aplicáveis à biologia antes que se percebesse como a biologia é diferente das ciências físicas.

1. Essencialismo (tipologia). Desde os pitagóricos e Platão, o conceito tradicional da diversidade do mundo era que ela consistia em um número limitado de *eide*, ou essências, claramente delimitadas e imutáveis. Esse ponto de vista foi chamado de tipologia, ou essencialismo. A variedade aparentemente infundável de fenômenos, dizia-se, na realidade consistia num número limitado de tipos naturais [*natural kinds*] — essências, ou tipos [*types*] —, cada qual formando uma classe. Os membros de cada classe eram concebidos como idênticos, constantes e claramente separados dos participantes em qualquer outra essência. A variação, portanto, era inessencial e accidental. O essencialista ilustrava esse conceito com o exemplo do triângulo. Todos os triângulos têm as mesmas características fundamentais e são nitidamente delimitados em relação a retângulos ou qualquer outra figura geométrica. É inconcebível um intermediário entre um triângulo e um retângulo.

O pensamento tipológico, assim, é incapaz de acomodar a variação e deu origem a uma concepção enganadora de raças humanas. Caucásianos, africanos, asiáticos e inuites são, para o tipologista, tipos que diferem distintamente de outros grupos étnicos humanos e estão separados deles de modo claro. Essa maneira de pensar conduziu ao racismo. Darwin rejeitou por completo o pensamento tipológico e em seu lugar empregou um con-

ceito inteiramente diverso, hoje chamado de *pensamento populacional* (ver abaixo).

2. Determinismo. Uma das conseqüências da aceitação de leis deterministas newtonianas foi que não restou espaço para variação ou eventos casuais. O famoso matemático e físico francês Laplace gabou-se de que um conhecimento completo do mundo presente e de todos os seus processos lhe permitiria prever o futuro até o infinito. Mesmo os físicos logo descobriram a ocorrência de aleatoriedade e contingências suficientes para refutar a validade da premissa de Laplace. A refutação do determinismo estrito e da possibilidade de predição absoluta abriu caminho para o estudo da variação e de fenômenos casuais, tão importantes em biologia.

3. Reduccionismo. A maioria dos fiscalistas era reducionista. Eles sustentavam que o problema da explicação de um sistema estava resolvido, em princípio, assim que o sistema fosse reduzido aos seus menores componentes. Tão logo se completasse o inventário de tais componentes e se determinasse a função de cada um, afirmavam, seria uma tarefa fácil explicar também tudo o que fosse observado em níveis superiores de organização. Ver capítulo 4 para um exame detalhado da validade do reduccionismo.

4. A ausência de leis naturais universais em biologia. Os filósofos do positivismo lógico e, com efeito, todos os filósofos com uma formação em física e matemática, baseiam suas teorias em leis naturais, e, portanto, tais teorias são em geral estritamente deterministas. Em biologia também há regularidades, mas vários autores (Smart, 1963; Beatty, 1995) questionam severamente se elas são o mesmo que as leis naturais das ciências físicas. Ainda não há consenso quanto à solução dessa controversia. Leis certamente desempenham um papel, ainda que pequeno, na construção de

teorias em biologia. A razão principal dessa menor importância das leis na formulação de teorias biológicas talvez seja o papel principal do acaso e da aleatoriedade em sistemas biológicos. Outras razões para o pequeno papel das leis são o caráter único de um alto percentual dos fenômenos em sistemas vivos e também a natureza histórica dos eventos.

Devido à natureza probabilística da maioria das generalizações em biologia evolucionista, é impossível aplicar o método da falsificação de Popper para teste de teorias, porque o caso particular de uma aparente refutação de determinada lei pode não ser mais que uma exceção, como é comum em biologia. A maioria das teorias em biologia não se baseia em leis, mas em conceitos. Exemplos de tais conceitos são seleção, especiação, filogenia, competição, população, estampagem [*imprinting*], adaptação [*adaptation*], biodiversidade, desenvolvimento, ecossistema e função.

A inaplicabilidade à biologia desses quatro princípios tão básicos nas ciências naturais contribuiu em grande medida para a ideia de que a biologia não é igual à física. Livrar-se dessas ideias inapropriadas foi o primeiro e talvez o mais árduo passo para o desenvolvimento de uma sólida filosofia da biologia.

#### CARACTERÍSTICAS AUTÔNOMAS DA BIOLOGIA

O último passo no desenvolvimento da autonomia da biologia foi a descoberta de vários conceitos ou princípios biológicos específicos.

#### *A complexidade de sistemas vivos*

Não há sistemas inanimados no mesocosmos que cheguem sequer perto de ser tão complexos quanto os sistemas biológicos

de macromoléculas e células. Tais sistemas são ricos em propriedades emergentes porque novos grupos de propriedades sempre surgem em cada nível de integração. Uma análise quase sempre contribui para uma melhor compreensão desses sistemas, embora seja impossível redução propriamente dita (capítulo 4). Sistemas biológicos são sistemas abertos; os princípios da entropia, portanto, não são aplicáveis. Devido a sua complexidade, sistemas biológicos são dotados, de modo profuso, de qualidades como reprodução, metabolismo, replicação, regulação, adaptação, crescimento e organização hierárquica. Nada desse gênero existe no mundo inanimado.

Outro conceito biológico específico é o de *evolução*. Mesmo antes de Darwin, com certeza, os geólogos sabiam das mudanças na superfície da Terra, e os cosmólogos estavam conscientes da probabilidade de mudanças no universo, particularmente no sistema solar. O mundo como um todo, no entanto, era visto como algo muito constante, algo que não havia mudado desde o dia da Criação. Essa visão se alterou por completo após a metade do século XIX, quando a ciência se deu conta da abrangência da evolução no mundo vivo (capítulo 7).

A adoção do conceito de *biopopulação* é responsável pelo que hoje talvez seja a diferença mais fundamental entre o mundo inanimado e o vivo. O mundo inanimado consiste nas classes, essências e tipos de Platão, com os membros de cada classe sendo idênticos e a variação aparente sendo "acidental" e, assim, irrelevante. Numma biopopulação, por contraste, cada indivíduo é único, ao passo que o valor estatístico médio de uma população é uma abstração. Não existem dois entre os 6 bilhões de seres humanos que sejam iguais. Populações como um todo não diferem por suas essências, mas somente por seus valores estatísticos médios. As propriedades de populações mudam de geração para geração de maneira gradual. Pensar no mundo vivo como um conjunto de

populações sempre variáveis se mesclando umas nas outras de geração a geração resulta em uma concepção do mundo totalmente diversa daquela do tipologista. O esquema newtoniano de leis imutáveis predispõe o físico a ser um tipologista, ao que tudo indica, quase por necessidade. Darwin introduziu o pensamento populacional em biologia de maneira um tanto casual, e levou muito tempo até que se percebesse que esse é um conceito inteiramente diferente do pensamento tipológico tradicional nas ciências físicas (Mayr, 1959).

Pensamento populacional e populações não são leis, e sim conceitos. Uma das diferenças mais fundamentais entre biologia e as chamadas ciências exatas é que nela as teorias são usualmente baseadas em conceitos, enquanto nas ciências físicas são baseadas em leis naturais. Exemplos de conceitos que se tornaram bases importantes de teorias em vários ramos da biologia são território, escolha da fêmea, seleção sexual, recurso e isolamento geográfico. E, mesmo que alguns desses conceitos possam ser enunciados como leis por meio de paráfrases apropriadas, eles são algo inteiramente diverso das leis naturais newtonianas.

Além disso, todos os processos biológicos diferem em um aspecto fundamental de todos os processos no mundo inanimado: estão sujeitos à *causalidade dual*. Em contraste com processos puramente físicos, os biológicos são controlados não só por leis naturais, mas também por *programas genéticos*. Tal dualidade perfaz uma demarcação clara entre processos inanimados e vivos.

No entanto, a causalidade dual, que talvez seja a mais importante característica distintiva da biologia, é uma propriedade de ambos os ramos da biologia. Quando falo de causalidade dual, obviamente não estou me referindo à distinção de Descartes entre corpo e alma, mas sim ao fato notável de que todos os processos vivos obedecem a duas causalidades. Uma delas são as leis naturais, que, em associação com o acaso, controlam por completo tudo que

acontece no mundo das ciências exatas. A outra causalidade consiste em programas genéticos, que caracterizam o mundo vivo de maneira tão peculiar. Não há um único fenômeno nem um único processo no mundo vivo que não sejam parcialmente controlados por um programa genético contido no genoma. Não há uma única atividade, em qualquer organismo, que não seja afetada por tal programa. Não existe nada comparável a isso no mundo inanimado. A causalidade dual, no entanto, não é a única propriedade da biologia a apoiar a tese da autonomia da biologia. Com efeito, ela é reforçada por cinco ou seis conceitos adicionais. Discutirei agora alguns deles.

O conceito mais novo e importante introduzido por Darwin talvez tenha sido o de *seleção natural*. Seleção natural é um processo no mesmo tempo tão simples e tão convincente que é quase um engema a razão por que, depois de 1858, se passaram quase oitenta anos antes que fosse adotado universalmente por evolucionistas. É certo que o processo foi um pouco modificado ao longo do tempo. Chega a ser um choque para alguns biólogos entender que a seleção natural, tomada em sentido estrito, não é de modo algum um processo de seleção, mas sim de eliminação e de reprodução diferencial. São os indivíduos menos adaptados os primeiros a ser eliminados a cada geração, ao passo que os mais bem-adaptados têm uma chance maior de sobreviver e reproduzir-se.

Há muito se trava uma considerável discussão sobre o que é mais importante: variação ou seleção? Mas não há o que discutir. A produção de variação e a verdadeira seleção são partes inseparáveis de um processo único (capítulo 8). Na primeira fase, a variação é produzida por mutação, recombinação e efeitos ambientais, e na segunda fase os fenótipos variados são separados por seleção. Obviamente, durante a seleção sexual ocorre seleção real. A seleção natural é a força motriz da evolução orgânica e representa um processo largamente desconhecido na natureza inanimada. Tal



processo permitiu a Darwin explicar o “projeto” [*design*] de tamanha importância nos argumentos dos teólogos naturais. O fato de que todos os organismos pareçam tão perfeitamente adaptados uns aos outros e ao ambiente foi atribuído pelos teólogos naturais ao designio [*design*] perfeito de Deus. Darwin, porém, mostrou que ele poderia ser tão bem explicado, ou até mais bem explicado, pela seleção natural. Essa foi a refutação decisiva do princípio da teleologia cósmica (capítulo 3).

#### *A biologia evolucionista é uma ciência histórica*

Ela é muito diferente das ciências exatas em seu quadro conceitual e em sua metodologia. Lida, em grande medida, com fenômenos únicos, tais como a extinção dos dinossauros, a origem dos seres humanos, a origem das novidades evolutivas, a explicação de tendências e taxas evolutivas e a explicação da diversidade orgânica. Não há meio de explicar esses fenômenos com leis. A biologia evolucionista tenta encontrar a resposta a questões do tipo “por quê?”. Experimentos são em geral inapropriados para obter respostas a questões evolucionistas. Não podemos fazer experimentos sobre a extinção dos dinossauros ou a origem do homem. Com experimentos indisponíveis para pesquisa em biologia histórica, um notável e novo método heurístico foi introduzido: o de *narrativas históricas*. Tal como na formulação de teorias o cientista começa com uma conjectura e testa exaustivamente sua validade, assim também na biologia evolucionista o cientista constrói uma narrativa histórica, que tem então seu valor explicativo testado.

Vamos ilustrar esse método aplicando-o à extinção dos dinossauros, que ocorreu no fim do Cretáceo, cerca de 65 milhões de anos atrás. Uma primeira narrativa explicativa sugeria que eles haviam sido vítimas de uma epidemia particularmente virulenta, contra a qual não puderam adquirir imunidade. Uma boa quanti-

dade de objeções sérias, no entanto, foi levantada contra esse cenário, que foi assim substituído por uma nova proposta, de acordo com a qual a extinção teria sido causada por uma catástrofe climática. Contudo, nem os climatologistas nem os geólogos conseguiram encontrar indícios de tal evento climático, e essa hipótese também teve de ser abandonada. Quando, porém, o físico Walter Alvarez postulou que a extinção dos dinossauros tinha sido causada pelas consequências do impacto de um asteroide na Terra, todas as observações se encaixavam nesse novo cenário. A descoberta da cratera de impacto em Yucatán deu ainda mais força à teoria de Alvarez. Nenhuma observação subsequente entrou em conflito com essa teoria.

A metodologia de narrativas históricas é claramente uma metodologia de ciência histórica. Com efeito, a biologia evolucionista, como ciência, em muitos aspectos é mais similar às *Geisteswissenschaften* do que às ciências exatas. Se traçada a linha divisória entre as ciências exatas e as *Geisteswissenschaften*, tal linha cortaria a biologia bem ao meio e anexaria a biologia funcional às ciências exatas, ao mesmo tempo que classificaria a biologia evolucionista entre as *Geisteswissenschaften*. A propósito, isso revela a fraqueza da velha classificação das ciências, que foi feita por filósofos familiarizados com as ciências físicas e as humanas, mas que ignoravam a existência da biologia.

A observação cumpre uma função tão importante nas ciências físicas quanto nas biológicas. O experimento é a metodologia mais frequentemente usada nas ciências físicas e na biologia funcional, ao passo que na biologia evolucionista o teste das narrativas históricas e a comparação de evidências variadas são os métodos mais importantes. Essa metodologia é empregada nas ciências físicas apenas por algumas disciplinas históricas, como geologia e cosmologia. O papel importante das narrativas históricas nas ciências históricas tem sido até o presente quase inteiramente ignorado por

filósofos. É importante assinalar que a comparação talvez seja uma metodologia ainda mais importante e aplicada com mais frequência nas ciências biológicas, de anatomia comparada e fisiologia comparada à psicologia comparada, do que o método de narrativas históricas. Isso também é verdadeiro para a biologia molecular, porque a comparação é indispensável na maioria das pesquisas desse campo. Com efeito, boa parte da genômica consiste em comparações de seqüências de pares de bases.

#### Acaso

As leis naturais resultam num produto um tanto determinista nas ciências físicas. Nem a seleção natural nem a sexual garantem um determinismo semelhante. De fato, o produto de um processo evolutivo é em geral o resultado de uma interação de inúmeros fatores secundários. O acaso, no que diz respeito ao produto funcional e adaptativo, é o grande gerador de variação. Durante a meiose, na divisão celular reductiva, ele rege tanto a permutação [*crossing-over*]\* quanto o movimento de cromossomos. Curiosamente, foi por esse aspecto casual da seleção natural que tal teoria foi criticada com mais frequência. Alguns contemporâneos de Darwin, como o geólogo Adam Sedgwick, declararam que era anticientífico invocar o acaso em qualquer explicação. Na realidade, a própria casualidade da variação era o que havia de mais característico na evolução darwiniana. Ainda hoje há muita discussão sobre o papel do acaso no processo evolutivo. A seleção, obviamente, tem sempre a última palavra.

\* Fenômeno que resulta na recombinação, quer dizer, na troca de segmentos entre cromossomos do mesmo par (homólogos) na produção de gametas, produzindo com isso variedade genética. (N. T.)

#### Pensamento holístico

Reduccionismo é a filosofia declarada dos fiscalistas. Reduza tudo a suas partes menores, determine as propriedades dessas partes e você terá explicado o sistema todo. No entanto, em um sistema biológico existem tantas interações entre as partes — por exemplo, entre os genes do genótipo — que o conhecimento completo das propriedades das menores partes necessariamente oferece apenas uma explicação parcial. Nada é mais característico de processos biológicos do que interações em todos os níveis, entre genes do genótipo, entre genes e tecidos, entre células e outros componentes do organismo, entre o organismo e seu ambiente inanimado e entre diferentes organismos. É precisamente essa interação das partes que fornece suas características mais pronunciadas à natureza, como um todo, ou ao ecossistema, ao grupo social, aos órgãos de um simples organismo. Como está assinalado no capítulo 4, rejeitar a filosofia do reduccionismo não é um ataque à análise. Nenhum sistema complexo pode ser entendido a não ser por análise cuidadosa. Contudo, as interações dos componentes deve ser considerada, tanto quanto as propriedades dos componentes isolados. O modo como as partes menores são organizadas em unidades maiores tem uma importância crucial para as propriedades particulares das unidades maiores. Esse aspecto da organização e as propriedades emergentes resultantes são o que os reducionistas têm negligenciado.

#### Intilação ao mesocosmos

No que concerne à sua acessibilidade para os órgãos dos sentidos humanos, podem-se distinguir três mundos. Um é o microcosmo, ou o mundo subatômico das partículas elementares e suas combinações. O segundo é o mesocosmos, que vai dos átomos às



galáxias, e o terceiro é o macrocosmos, o mundo de dimensões cósmicas. Como um todo, só o mesocosmos é relevante para a biologia, embora na fisiologia celular elétrons e prótons por vezes estejam envolvidos. No meu melhor entendimento, nenhuma das grandes descobertas feitas pela física no século XX contribuiu com coisa alguma para a compreensão do mundo vivo.

Observação e comparação são métodos de grande importância também nas humanidades, e portanto a biologia funciona como uma ponte importante entre as ciências fisicalistas e as humanidades. O fundamento de uma filosofia da biologia é particularmente importante para a explicação da mente e da consciência. A biologia evolucionista revelou que em tais explicações não há diferença fundamental entre seres humanos e animais. O pensamento evolucionista e o reconhecimento do papel do acaso e do que é único [*uniqueness*] também são hoje prezados nas humanidades.

Isso explica por que todos os esforços anteriores para elaborar uma filosofia da biologia no quadro conceitual das ciências físicas foram tamanhos fracassos. Biologia, percebemos agora, é de fato uma ciência em grande medida autônoma, e uma filosofia da biologia deve se basear primariamente nas características peculiares do mundo vivo, reconhecendo ao mesmo tempo que isso não está em conflito com uma explicação físico-química estrita no plano celular-molecular.\*

*Uma biologia autônoma pode ser unificada com a física?*

Nos duzentos anos depois de Galileu havia uma ciência unificada, e ela era a física. Não havia uma biologia para causar proble-

\* Para uma revisão de algumas das controvérsias entre adeptos e opositores da autonomia da biologia, ver Mayr (1996).

mas, Mas a crença reconfortante numa ciência unificada se tornou cada vez mais difícil de sustentar com o advento da biologia. Tal dificuldade recebeu ampla consideração, e organizações inteiras foram fundadas para empreender uma unificação da ciência. O caminho para chegar a isso era o reducionismo. Essa visão se baseava na convicção de que todos os fenômenos tangíveis deste mundo “estão baseados em processos naturais que em última instância são redutíveis [...] às leis da física” (Wilson, 1998: 266). Mas essa sugestão se baseava numa análise falha da biologia, que negligenciava seus componentes autônomos. Tal redução só seria possível se todas as teorias da biologia pudessem ser reduzidas às teorias da física e da biologia molecular, mas isso é impossível (ver capítulo 4). Wilson pensava que a consiliência era o mecanismo que tornaria tal redução possível. Com efeito, ele asseverou que “a consiliência é a chave para a unificação” (1998: 8) e que “a consiliência será alcançada por redução às leis da física”. É um sonho bonito, mas nenhum dos traços autônomos poderia jamais ser unificado com qualquer lei da física. O esforço da unificação das ciências é a busca por uma Fata Morgana. Como se diz na linguagem popular, “não se podem unificar laranjas com bananas”.

Tal conclusão é tanto mais importante por suas consequências numerosas. Uma delas é que não se pode basear a filosofia da biologia no quadro conceitual das ciências físicas. Tampouco pode a filosofia da biologia ser expressada pelas explicações de um único ramo da biologia, digamos, da biologia molecular. Em vez disso, ela deve basear-se nos fatos e conceitos fundamentais do mundo vivo inteiro, tal como apresentado neste capítulo.

Necessitamos de uma análise similar em todas as outras ciências, e isso nos permitirá determinar o que as várias ciências têm em comum. Mas tais análises, como apresentado neste capítulo para a biologia, ainda não foram empreendidas por nenhuma outra ciência.