



VALOR
DO
AMMA
NINHA

EDUARDO GIANNINETTI

PRIMEIRA PARTE

As raízes biológicas dos juro

1. Reprodução sexuada e mortalidade

A vida é um intervalo finito de duração indefinida. A combinação desses dois elementos — a certeza da finitude e a indeterminação do caminho até ela — acarreta um mundo de implicações e possibilidades. O futuro nos interroga. A vida é breve, os dias se devoram e nossas capacidades são limitadas. A cada passo da jornada, com maior ou menor ciência e grau de deliberação, escolhas *têm* de ser feitas. Que peso atribuir ao futuro próximo e remoto diante dos apelos, acenos e premências do momento? O que valeria a pena escolher — pôr “mais vida em nossos anos” ou (quicá) “mais anos em nossas vidas”? Como projetar os valores e desígnios de nossa existência para além de nossa finitude? O que nos aguarda, se é que algo humanamente inteligível, *do lado de lá*, isto é, do outro lado dessa misteriosa trama para a qual fomos chamados sem consulta prévia e da qual seremos, em hora incerta, compelidos a sair?

A origem da finitude biológica, tal como a conhecemos, tem endereço certo na história natural dos seres vivos: a reprodução sexuada.¹ No princípio era a imortalidade. O que não vive, é certo, não morre — as rochas não caducam e os gases não temem o amanhã. O que o processo evolutivo revela, entretanto, é que nem tudo o que vive está condenado a envelhecer, murchar e se extinguir. Ao contrário do que se poderia supor à primeira vista, a vida em si mesma não implica necessariamente a morte. Uma não é o avesso — automático e obrigatório — da outra. A vida é concebível sem a inexorabilidade da morte, e, de fato, assim parece ter sido durante o primeiro bilhão de anos em que a vida surgiu e se propagou sobre a Terra.

As primeiras formas de vida que existiram no planeta — uma linhagem de micro-organismos unicelulares que vai das bactérias (grego *baktérion*: “bastonete”) às amebas, fungos e levedos — eram seres dotados de uma estrutura simples e rudimentar, além de extraordinariamente robusta. (Estima-se que as bactérias, espalhadas desde as geleiras polares até as profundezas sulfúricas dos oceanos, perfazem hoje cerca de metade da biomassa planetária.) Mas a maior peculiaridade dos organismos que povoaram originalmente a Terra — e dos quais *todos* os seres vivos são, em última instância, descendentes em linha direta — não é sua enorme capacidade de suportar variações ambientais. É o modo específico como realizam a função biológica vital da reprodução: a replicação do seu código genético e a transmissão dessa cópia de si mesmos às gerações seguintes.

O ponto é que esses seres primitivos se reproduzem não por meio de fusão, mas por *fissão* celular, ou seja: um dado organismo replica autonomamente o seu dna e então se divide em dois clones, cada um recebendo uma cópia exata da mesma informação genética e, depois, repassando-a à geração seguinte e assim sucessivamente *ad infinitum*. Ao invés de dois seres distintos se juntando para gerar um, o que temos aqui é um mesmo organismo se dividindo em dois por meio de fissão ou cissiparidade.

A reprodução nesse caso não envolve sexo, isto é, a permuta ou combinação de informação genética efetuada por dois membros de uma dada espécie. O progenitor, ao dividir-se, é verdade, sai de cena; mas não há cadáver ou qualquer tipo de *débris* orgânico para alimentar os vermes e abutres. O vigor e a fecundidade originais se mantêm intactos ao longo das eras e, em casos excepcionais, como o da hidra de água doce, o organismo goza da faculdade de se regenerar e se reconstituir em novos seres integrais ao ser partido em pedaços. Assim, eles nunca morrem como os animais sujeitos à ação do “tempo [que] faz da vida uma carniça”. Ao contrário do conhecido dito freudiano — “A morte é o alvo de tudo que vive”² —, a imortalidade foi a condição natural da existência em sua primeira e mais elementar manifestação.

Uma ressalva, porém, precisa ser feita (e um potencial mal-entendido, desfeito). Dizer que a imortalidade era a condição da vida em sua origem não significa dizer que os seres vivos estavam, portanto, sempre a salvo de percalços e acidentes de percurso, inclusive da morte accidental. Longe disso. As bactérias são imortais, mas isso desde que as condições ambientais sancionem a sua livre e desembaraçada reprodução. Na prática, é evidente, o mundo impõe severos limites.

Uma conjectura contrafactual simples ilustra bem isso. Uma bactéria comum pesa cerca de um trilionésimo de grama e consegue se dividir em duas a cada quinze minutos (96 duplicações/dia). Isso significa que, em pouco mais de um dia e meio de reprodução irrestrita, uma única bactéria seria capaz de gerar uma prole com um peso total equivalente ao do planeta Terra!³ Felizmente, o furor reprodutivo das bactérias (uma máquina de multiplicar capaz de levar qualquer agiota ao delírio) encontra um obstáculo à altura: o paredão malthusiano dos limites impostos pela escassez de espaço, alimento e outros recursos vitais. Trata-se, porém, não de “morte programada”, ou seja, a morte natural causada por fatores inerentes ao organismo e que o alcança mesmo que ele viva num ambiente idílico de abundância e proteção, mas de “morte provocada” — a morte violenta causada, por assim dizer, *de fora para dentro* e que não teria lugar num mundo menos avaro e hostil que o nosso.

Se a finitude biológica, tal como a conhecemos, não é contemporânea da vida, então *como nasceu a morte?* A natureza é uma experimentadora inveterada. As mãos de ferro da necessidade jogam os dados do acaso por um tempo indefinidamente longo, e uma sucessão assombrosa de lances vão sendo premiados (ou não) no laboratório da vida. Alguns desses lances vingam e florescem, outros desaparecem sem deixar vestígio. Nem toda espécie chamada consegue se fazer escolher e nenhuma forma de vida goza de um direito inalienável de continuar a existir. Com o aparecimento, após longo e gradual processo evolutivo, de organismos mais complexos, o enredo da vida ganhou colorido e dramaticidade. A multicelularidade e a especialização celular prepararam o terreno para a reprodução sexuada: algo de novo sob o Sol.

Não é demais dizer: cada célula viva do nosso corpo traz consigo os efeitos e a memória entranhada de bilhões de anos de experimentação por parte de suas ancestrais.⁴ O lance decisivo nessa trajetória foi a separação das células dos organismos vivos em duas categorias fundamentais definidas por sua função biológica: as células normais do corpo ou somáticas (grego *soma*: “corpo”) e as células germinativas ou germens (latim *germen*: “semente”), encarregadas da função única e específica de transmitir a informação genética ou dna do organismo para as gerações seguintes.

A partir dessa divisão — e intimamente ligada a ela —, a reprodução sexuada se torna uma condição *sine qua non* da propagação das espécies. Em contraste com o que ocorria na reprodução por simples fissão, a geração de um novo ser passa a depender agora de um processo mais complexo de enlace e fusão celular. Duas células germinativas de seres distintos, ou seja, dois corpos de sexos opostos da mesma espécie precisam encontrar um ao outro, acertar os ponteiros e termos da transação, fazer sexo e, então, reproduzir. “Nunca é sereno o curso do verdadeiro amor.” Se para os organismos que se propagam por fissão celular a imortalidade, salvo acidentes de percurso, está dada de antemão, para todos os demais ela passa a depender da prática de sexo. *Soma* e *gérmen* deixam de ser, como na condição primeva da vida, uma única e mesma substância. E a cada um deles, em cada um de nós, a natureza reserva um futuro inteiramente distinto.

A reprodução sexuada vingou. Seu grande mérito, do ponto de vista biológico, foi promover a variação genética por meio da incessante mistura aleatória e recombinação dos genes das sucessivas gerações. Isso trouxe maior diversidade e capacidade adaptativa às condições mutáveis do ambiente, além de favorecer a reparação e eliminação de erros de cópia e defeitos genéticos que por acaso aflorem a cada novo rodopiar da roleta. A promiscuidade, não há dúvida, provou seu extraordinário valor no laboratório da vida. Mas a fatura veio junto. O experimento vitorioso da especialização celular e do sexo como meio de reprodução trouxe consigo uma sequela perturbadora do ponto de vista de seres, como nós, que se apegam à vida e concebem o amanhã: a morte como corolário da existência.

O fato é que as células somáticas, cada uma delas indistintamente, têm um prazo de validade restrito, ou seja, estão fadadas a perecer num intervalo de tempo finito (ainda que variável), e isso independentemente de qualquer circunstância ambiental que possa acelerar ou retardar o processo. A criopreservação celular, para dar um exemplo extremo, uma técnica que promove o congelamento do organismo por nitrogênio líquido a 196°C negativos, pode sustar a batida do relógio rumo à hora fatal que se aproxima, mas ele volta a clicar — e do ponto exato em que havia parado — assim que o efeito é suspenso. A seta pode ser imobilizada, mas jamais revertida.⁵

A morte celular programada está inscrita no desenho básico de fabricação do soma, ou seja, de todas as nossas células extragerminativas, e funciona como uma espécie de pena capital que cada célula do corpo se autoimpõe. O momento preciso da execução da pena é indeterminado, mas a sentença é irrecorrível e não admite nenhuma forma de indulto. Mesmo em condições ambientais impecáveis, as células somáticas têm um tempo de vida restrito. Sua capacidade de manutenção e autorreparo declina com o tempo, e o número de divisões celulares que perfazem é estritamente limitado. Do ponto de vista biológico, que não é seguramente o da nossa sensibilidade e senso comum, o soma participa do enredo da vida como um elenco coadjuvante que goza dos seus quinze minutos de glória e holofotes, mas que logo será afastado para um canto mais sombrio do palco e, por fim, compelido a retirar-se em definitivo de cena, graciosa ou convulsivamente, queira ou não queira. (O artifício da clonagem humana, é curioso notar, equivale a uma espécie de ardil ou embrião de complô, por parte do soma, visando permanecer em cena e roubar de vez o espetáculo.)

Ao contrário do soma, as células germinativas guardam propriedades que remontam às formas primárias da vida. Elas não estão sujeitas ao envelhecimento e são capazes de se reproduzir indefinidamente, desde que o ambiente ajude. Prova incidental disso é o fato de que os recém-nascidos gerados por progenitores de mais idade vêm ao mundo com o relógio biológico zerado, ou seja, em nada diferem, ao nascer, dos bebês gerados por pais muito jovens. O envelhecimento do soma é acompanhado por um declínio da aptidão re-

produtiva: abrupto nas mulheres (menopausa) e gradual nos homens (apesar do Viagra). As células germinativas, no entanto, escapam da ação deletéria do tempo e conservam a sua condição de nascença. Nenhum bebê herda a idade dos pais. O fato espantoso é que, embora um ser humano adulto possua algo em torno de 10^{14} ou 100 trilhões de células em seu organismo, apenas um número diminuto delas (se é que alguma) dará sequência à linhagem da vida nas gerações seguintes.

O soma some do mundo com seu dono; os germens pulam fora e seguem viagem. *Quem usa quem?* A biologia inverte os termos da experiência comum. Não são o galo e a galinha que se servem do ovo para gerar o pinto; é o ovo que se serve temporariamente deles para fazer cópias de si mesmo. Terminado o serviço, o soma pode ser dispensado e abandonado à sua sorte. É fósforo riscado, excesso de bagagem, cápsula descartada de projétil. No roteiro da vida cabe aos germens — guardiães do dna replicante — o papel principal. Discretos, sem barulho ou alarde, são eles que transmitem ao futuro o legado de sua herança.

Com o sexo nasce a morte. A partir de um dado ponto na história natural da vida, a forma de perpetuar a espécie passou a implicar a perecibilidade do indivíduo. O declínio e a morte do organismo — a extinção autoprogramada do soma — são fenômenos que surgiram e se espalharam *pari passu* com o advento e o predomínio da reprodução sexuada na linhagem evolutiva. A finitude biológica é o preço de uma aposta premiada. Ela é o custo natural da contribuição milionária do sexo — este assíduo, incessante e febril reembaralhar do carteadado genético — para o laboratório da vida. Eros, quem diria, é o pai biológico de Tântatos.

2. A bioeconomia da senescência

“A natureza nos dá a vida, como dinheiro emprestado a juros, sem fixar o dia da restituição” (Cícero).⁶ O passado é lenha calcinada. O futuro é o tempo que nos resta: finito porém incerto. O grau de indeterminação desse futuro, entretanto, não é total. Se é verdade que a cada momento mais coisas podem acontecer do que de fato acontecem, isso não significa que, por conseguinte, *tudo* seja então absolutamente possível. O tempo vindouro encerra múltiplas possibilidades, mas o território do factível não é desprovido de fronteiras, ainda que em muitos casos elas sejam difíceis de demarcar ou passíveis de futuro redesenho. O caos existe, apronta, mas não impera. A experiência revela que o subconjunto das coisas que de fato acontecem — o futurível trilhado — tende a obedecer em larga medida, pelo menos no que diz respeito à esfera da vida comum, a padrões de robusta e previsível regularidade.

A finitude biológica não predetermina a extensão e a qualidade da jornada. Embora cada membro de uma dada população tenha uma trajetória única e singular pela vida, a “lei dos grandes números” define regularidades que se aplicam ao conjunto das diferentes populações e demarcam os parâmetros básicos dentro dos quais cada um de seus membros deverá trilhar seu caminho. No mundo natural, como na vida em sociedade, o comportamento do *todo* tende a ser mais regular e previsível que o das *partes* que o integram. O que vale para todos baliza e comporta, ainda que não determine por completo, o trajeto das partes individuais. As etapas do ciclo de vida e o risco de morte por causas internas (não malthusiana) a que es-

tamos sujeitos — processos naturais comuns a todos — ilustram bem essa realidade.

Para cada espécie animal existe uma *curva estatística de sobrevivência* que mede o risco de morte a cada ano adicional de vida em condições ambientais ideais. No caso dos mamíferos, por exemplo, a incidência da morte tende a ser elevada no início da vida (recém-paridos); cai e permanece baixa na juventude, quando se dá o chamado “acme atuarial da vida” (o ponto em que a probabilidade de viver mais um ano é a mais alta na vida da espécie); volta a subir a partir da meia-idade e, por fim, cresce exponencialmente até alcançar 100% da população (a maior longevidade registrada fixa o máximo intervalo de vida da espécie).⁷ Enquanto o risco de morte natural de um rato tende a dobrar, em média, a cada quatro meses adicionais de vida, o dos humanos dobra em oito anos. Para um animal sujeito ao ciclo de vida, a probabilidade de morte não acidental atinge o ponto mínimo por volta do início da fase reprodutiva (puberdade), mas tende a aumentar com o tempo e crescer de forma pronunciada após a meia-idade (velhice). Acidentes de percurso à parte, as chances de uma mulher de 78 anos morrer no intervalo de um ano são 180 vezes maiores que as de uma mulher de dezoito anos. Apesar de uma plethora de alegações inflacionadas, fraudulentas ou não, o máximo intervalo de vida de um ser humano para o qual existe registro confiável é 122 anos e cinco meses.

O *como* e o *porquê* do envelhecimento intrigam a inteligência e a engenhosidade humanas. O primeiro passo na busca de respostas é semântico. O termo *envelhecer* é ambíguo. Ele denota “ficar mais velho”, ou seja, a mera passagem dos anos sem qualquer conotação qualitativa de perda de vigor ou deterioração do organismo (uma jovem que atinge a menarca está “ficando mais velha”); mas ele é também usado no sentido técnico de um progressivo declínio das funções corporais, quer dizer, no sentido de avanço da senectude ou *senescência*. Quando o general De Gaulle se queixou de que “a velhice é uma calamidade”, ou quando o camarada Trótski declarou sua perplexidade diante do que as tropas hostis do tempo faziam com ele — “A velhice é a mais inesperada de todas as coisas que acontecem a um homem” —, é evidente que ambos se referiam

não ao simples transcorrer dos anos, mas à senescência propriamente dita. O fenômeno biológico relevante não é a dimensão apenas quantitativa do tempo que passa, mas os efeitos disso sobre a integridade e o vigor dos seres vivos.

A biologia da senescência — a mecânica exata do processo em âmbito celular nos diferentes órgãos do corpo — é um assunto altamente intrincado e ainda controverso entre os especialistas.⁸ Alguns pontos relevantes, contudo, parecem claros. A senescência não é uma doença ou condição patológica, como a frieira, a enxaqueca ou o câncer. Ela é um processo perfeitamente natural da vida mortal (*pace* De Gaulle e Trótski), geneticamente programado e que independe, em larga medida, das variações do ambiente externo e do modo de vida dos indivíduos, tal como a segunda dentição ou a reprogramação hormonal da puberdade.

O ritmo e o desenrolar desse processo, contudo, está sujeito a variações e anomalias patológicas. Uma síndrome genética rara mas reveladora, denominada “progéria” (grego *progeros*: “prematuramente velho”), parece fazer disparar o relógio da senescência natural.⁹ Aos quinze anos de idade — e sem passar pela puberdade — seu portador apresenta todos os sinais exteriores da velhice: pele enrugada, fina e transparente; ossos e músculos afinados; cabelos ralos e grisalhos; sentidos enfraquecidos e capacidade de autorregulação térmica do corpo avariada.

As vítimas dessa terrível anomalia, ainda sem cura, geralmente passam do berço ao túmulo, como num vídeo em *fast-forward*, em não mais que vinte anos. A existência da progéria sugere que um dos mecanismos fundamentais da senescência, embora possivelmente não o único, seja algum tipo de programação genética análoga à da formação do feto e do crescimento infantil. Se o relógio do envelhecimento celular pode disparar dessa forma, então não é descabido imaginar que ele possa também vir a ser um dia retardado em seu afã.

Nenhum dos nossos antepassados diretos, não importa quão longe se busque, morreu na infância (impúbere). A progéria é uma síndrome raríssima porque todos os seus portadores morrem sem procriar e, portanto, ela não se propaga às gerações seguintes — some

com a vítima. A senescência, ao contrário, é um fato comum e universal (para os que chegam lá, é claro), apesar de nociva — quando não calamitosa — do ponto de vista da capacidade de autopreservação do organismo. A razão por que ela vige e consegue se perpetuar no genoma das mais diferentes espécies, inclusive de répteis e anfíbios, é simples. Sua aparição no ciclo de vida do organismo é tardia. Ou seja: quando os efeitos debilitadores da senescência afloram, o animal já viveu os seus quinze minutos de glória e holofotes. A flor da idade ficou no pó da estrada, e o melhor dos fogos e projéteis reprodutivos são cartuchos queimados. A linhagem da vida seguiu por outro caminho.

É por isso que a senescência subsiste. Se ela desse o ar de sua desgraça mais cedo, como ocorre no caso da progéria, ela minaria a capacidade de sobrevivência e reprodução do organismo em idade crítica e, assim, estaria condenada a desaparecer (ou se tornar muito rara) por conta da pressão seletiva e do crivo excludente da seleção natural. Embora não patológica, a senescência guarda parentesco, nesse ponto, com doenças de manifestação tardia, como mal de Huntington (demência senil) e Alzheimer, que driblam o filtro da seleção natural e, desse modo, se hospedam e propagam no código genético.¹⁰ Gostemos ou não do fato, a senescência sobrevive porque ela é, do ponto de vista evolutivo, *inócua*: irrelevante como um relógio avariado que alguém abandonou num quarto vazio mas que, por algum tempo ainda, continua a marcar as horas. “Toda vida, no fim, é um fracasso.” A natureza não prima por um excesso de zelo e deferência para com nossos sentimentos morais.

A pergunta original, porém, permanece: por que os seres vivos senescem e decaem ao longo do tempo, em vez de continuarem vigorosos e prolíferos? O argumento dos efeitos tardios da senescência fornece parte da resposta: ela subsiste no código genético porque emerge *post festum*, isto é, passado o auge do ciclo reprodutivo. Uma coisa, no entanto, é fixar a *condição de possibilidade* de um fenômeno — a razão pela qual ele permanece existindo ao invés de desaparecer. Outra, mais difícil, é explicar *por que ele existe tal como existe*, ou seja, como o fenômeno adquiriu a sua atual configuração e por que ele ficou assim como se apresenta e não de outro

modo. A biologia evolucionária não dá ainda respostas completas e detalhadas ao enigma da senescência. Alguns pontos, contudo, parecem bem assentados e merecem especial atenção tendo em vista a questão dos juros e das trocas intertemporais no mundo natural.

O intervalo da vida é um arco finito. A senescência é uma das etapas naturais desse arco. Ela reflete o fato de que a integridade e o vigor dos organismos não se distribuem de modo uniforme ao longo da vida, mas tendem a declinar de forma acentuada a partir de um dado período. O declínio das funções corporais obedece, portanto, a um padrão. Ao contrário de artefatos tecnológicos, como por exemplo um automóvel ou um fogão, que sofrem um processo *contínuo* de desgaste desde o instante em que começam a ser usados, o corpo animal cumpre um *ciclo* dentro do qual ele nasce, cresce, amadurece e alcança o seu acme atuarial (“flor da idade”) antes de iniciar a curva descendente e embicar rumo à decrepitude.

No raiar do dia, o vigor de uma primavera de Schumann; no estertor, a palidez espectral de um vulto de Goya. Mas tudo isso, é claro, desde que acidentes inesperados ou xeques malthusianos não abortem antecipadamente a jornada — algo que no ambiente natural da vida, ou seja, nos milênios anônimos em que o corpo humano foi gradual e lentamente moldado, raramente deixava de acontecer. Embora corriqueiros nos zoológicos, animais velhos são um fenômeno pouco comum na natureza.

A hipótese básica da biologia evolucionária sobre a senescência é a de que esse ciclo de vida embute uma troca intertemporal. O princípio subjacente ao processo reflete uma variante da noção econômica de *trade-off* — o sacrifício de um valor como contraparte da obtenção de algum outro valor. O *trade-off* da senescência tem lugar no eixo do tempo e se desenrola no decurso dos anos. A relação entre juventude e velhice não é de simples justaposição ou sucessão temporal. Há um vínculo interno causal entre a uva que sai do berço e a passa que (com sorte) chega ao túmulo. A senescência resulta do fato de que nossos genes descontam o futuro e programam as células somáticas para dar o melhor de si no curto prazo, ou seja, nas etapas iniciais do ciclo de vida, ainda que isso implique custos e efeitos nocivos mais à frente. A plenitude do corpo jovem

se constrói às custas da tibieza do corpo velho. Como resume o biólogo inglês William Hamilton, a máxima que preside o *trade-off* implícito no ciclo de vida é: “viver agora, pagar depois”.¹¹ Um economista não diria melhor.

O que significa dizer que os genes *descontam o futuro*? Significa dizer que no uso de recursos escassos — no caso a energia necessária para o processo de manutenção, reparo e regeneração celular — o futuro importa *menos* que o presente. Não interessa o que pense o seu dono, o corpo é impaciente e se dispõe a pagar um ônus no futuro a fim de obter uma vantagem agora. Dois caminhos alternativos se oferecem: maior perecibilidade, porém com ganhos de curto prazo, ou maior durabilidade? No que valeria a pena investir, tendo em vista o imperativo de sobreviver e reproduzir?

Os valores extremos não funcionam. Se o organismo envelhecer e perecer rápido demais, ele pode produzir um fulgurante clarão mas corre o grave risco de queimar o pavio sem dar à luz, ou seja, sem procriar (a progéria é o caso extremo). Mas, se ele for para o polo oposto e investir maciçamente na construção de um corpo duradouro e imune às garras do tempo, ele corre o sério risco de usar os seus recursos em vão e resguardar-se para um futuro que pode jamais se materializar. Ao fazer isso, ele perde a oportunidade de maximizar os ganhos possíveis no curto prazo, enquanto é jovem, e se arrisca a perder todo o investimento feito, antes mesmo que este possa render os benefícios esperados em termos de maior longevidade e mais tempo para procriar.

A razão disso é clara: a vida no ambiente natural é extremamente arriscada e o perigo de morte acidental ou malthusiana — inimigos, predadores, doenças, fome, secas, raios, inundações etc. — nunca anda longe. Investir recursos, nessas condições, num soma de altíssima duração e capacidade de autorreparo, sacrificando possibilidades de uso e desfrute imediato, seria uma rematada extravagância — o equivalente biológico de treinar longamente em maratonas para correr nos cem metros rasos ou projetar um foguete interplanetário para servir como meio de transporte numa simples ponte aérea. Existem, decerto, usos mais profícuos desses mesmos recursos.

Daí que uma solução de compromisso — um ponto de equilíbrio — tenha aos poucos se firmado, para cada espécie, no infatigável laboratório da seleção natural. Se o horizonte de vida é incerto e restrito (não mais que trinta e poucos anos em média, se tanto, para o animal humano no ambiente ancestral), então não há tempo a perder. A durabilidade e a capacidade de autorreparo do soma — corpos joviais, rijos e esbeltos da puberdade ao tûmulo — foram sacrificadas em prol de um padrão bem mais rentável e seguro no curto prazo: um ciclo de vida no qual vitalidade e aptidão reprodutiva redobradas na juventude e maturidade do organismo estão associadas à presença de “genes pleiotrópicos”, quer dizer, genes que garantem efeitos benéficos imediatos mas ao custo de gerarem efeitos prejudiciais à vida anos mais tarde. A senescência é a contraparte dessa permuta. (Um excelente negócio, diga-se de passagem, dado que nas condições do ambiente ancestral, no qual chegar à velhice era um privilégio restrito a poucos, esse ônus terminava sendo mais virtual do que efetivo para a imensa maioria.)

Os ciclos associados às estações do ano obedecem a um ritmo ditado por causas externas. Eles resultam de uma adaptação dos seres vivos às condições mutáveis do ambiente (temperatura, luz solar, umidade etc.). Mecânica distinta preside o desenrolar do ciclo de vida. Embora fatores ambientais e modos de vida possam acelerar ou retardar na margem o processo — há quem prefira “mais vida em seus anos” do que o contrário —, o fato é que o ciclo de maturação, apogeu e progressiva debilidade dos animais decorre de uma programação genética que independe de variáveis externas (ambiente e conduta) para se impor como férrea necessidade. Um experimento mental proposto por Hamilton (levemente adaptado a seguir) põe em relevo a lógica da relação “benefícios antecipados, custos diferidos” implícita no *trade-off* da senescência:¹²

<p>O SURGIMENTO DA SENESCÊNCIA: UMA CONJECTURA</p>
--

Suponha o seguinte estado de natureza: um ambiente não restritivo (ausência de mortes por causas externas) em que vive e se reproduz sequencialmente uma população mortal porém imune à senescência (a probabilidade de morte por causas internas e a fecundidade dos indivíduos se mantêm constantes da maturidade fisiológica até o fim da vida). Eis que uma variação genética introduz uma característica nova em alguns membros dessa população: surge o *trade-off* entre juventude e senescência. Os indivíduos do grupo que sofreu a mutação redobram sua capacidade de sobrevivência e aptidão reprodutiva no curto prazo, ou seja, no princípio da vida madura, mas ao custo de uma perda equivalente de vigor reprodutivo e vitalidade nos anos finais da jornada.

Como evolui uma espécie assim constituída? É possível demonstrar que, mesmo num ambiente não restritivo, a intensificação da fecundidade no início da vida madura levará essa variação genética a prevalecer com o tempo no conjunto da população. Os filhos dos que se reproduzem em maior número mais cedo serão mais numerosos em sua faixa etária e, por sua vez, procriarão mais cedo do que os filhos dos pais que preservam a fecundidade uniforme ao longo da vida. Depois de um número variável de gerações (determinado pelos parâmetros usados) ao longo do qual o efeito da antecipação da fecundidade se compõe por retroalimentação positiva, o *trade-off* da senescência dominará o genoma da população.

Supondo agora que o ambiente seja ou por algum motivo se torne restritivo (existe um risco real de morte por acidentes, epidemias, fome, maremotos etc.), o tempo necessário para o novo equilíbrio será ainda menor. A maior probabilidade de morte prematura por causas externas reforçará os benefícios da juventude (“viver agora”) e reduzirá os custos da senescência (“pagar depois”), dado que as debilidades da velhice se tornarão um ônus apenas virtual para todos os que perecerem antes de sua chegada. Antecipar compensa: a relação custo-benefício do *trade-off* é amplamente positiva do ponto de vista evolutivo. Se a criança é o pai do adulto, a velhice é filha da juventude.

O ciclo de vida corporifica uma troca intertemporal. Não se trata, é claro, de uma escolha consciente do nosso soma, ainda que opções pessoais e estilos de vida possam certamente acelerar ou retardar o

processo. A senescência é fruto de um arranjo que se configurou de forma gradual ao longo das eras, por meio do efeito cumulativo dos êxitos relativos de diferentes soluções para o imperativo biológico de sobreviver e procriar. Como dinheiro emprestado a juros, para lembrar a metáfora ciceroniana que abre este capítulo, o corpo jovem toma recursos adiantados do corpo velho, faz a festa, canta a vida, lança os fogos e balões a que tem direito e empurra o ônus da dívida para o amanhã. A senescência é o custo associado à exuberância da juventude: o envelhecimento está para a morte como o juro está para o principal. A bioeconomia da senescência é o berço natural dos juros.

A novidade é que o ambiente ancestral deu lugar à civilização da ciência e tecnologia. O corpo humano é uma relíquia pré-histórica abruptamente trasladada para o mundo das vacinas e antibióticos, tomógrafos e genética aplicada. A senescência, que não passava de uma ocorrência rara nos milênios anônimos que antecedem a escrita e o nosso calendário, tornou-se um fenômeno de massa. Em 2020 seremos (com sorte) mais de 1 bilhão de pessoas no mundo com idade acima de sessenta anos (dois terços das quais nos países em desenvolvimento). Uma proporção diminuta desse contingente, é razoável supor, terá condições de viver de transferências governamentais ou da renda de juros sobre o capital poupado (herdado ou adquirido). A bomba está armada, o relógio batendo. Os desafios e repercussões da explosão da terceira idade, nem todos visíveis ainda no horizonte, devem permanecer conosco por muito tempo.

3. A evolução da paciência: metabolismo

Um ser incondicionado jamais precisaria fazer escolhas. Livre de quaisquer restrições cerceadoras, ele poderia (ou não) estar em todos os lugares ao mesmo tempo e/ou em todos os momentos do tempo sem sair do lugar. O espaço não o aprisionaria em suas três dimensões, nem a tirania do tempo o faria escravo de seu fluxo unívoco, inexorável e unidirecional. Um ser incondicionado jamais precisaria optar entre isto e aquilo, aqui e lá, agora e depois. Para ele — se assim desejasse, é claro — poderia ser: *tudo ao mesmo tempo em todo lugar antes, agora e depois*. É difícil conceber o que possa vir a ser isso, mesmo estudando as tradições místicas, praticando meditação ou ouvindo Bach. Mas é extremamente fácil perceber a extensão do fosso que separa o incondicionado de nossa prosaica condição sublunar.

A finitude biológica é sem dúvida um condicionante de primeira ordem. O que quer que se creia acerca do pré-nascer e do pós-morrer, o intervalo finito da vida é um fato que restringe enormemente o domínio do que é exequível fazer (ao menos nesta vida). Mas o imperativo da escolha, é importante notar, não se confunde com a condição mortal. Um ser que *durasse para sempre* e pudesse, por exemplo, retroagir ao que era antes, por meio de um *back-up* de si mesmo, sempre que defrontasse uma ameaça ou tropeço que se revelasse fatal, estaria ainda assim sujeito às restrições normais de espaço e tempo e, portanto, condenado a fazer escolhas. A imortalidade não o eximiria de, vez por outra, hesitar.

A grande diferença é que nesse caso o custo de oportunidade das escolhas feitas — o valor de tudo aquilo de que ele tem de abrir mão ao fazer uma dada opção — seria um tanto menor. Projetos de vida e aventuras ousadas poderiam ser perseguidos sem o fantasma da “vida inteira que podia ter sido e não foi”. Se a vida de monge desapontasse, ele poderia se tornar um libertino; se o hedonismo trouxesse enfado, abraçaria a *vita contemplativa*; se a profissão escolhida perdesse o charme, ingressaria na política. Nenhuma ação, por mais temerária que fosse, o intimidaria. Se um gesto heroico de resgate, um *affair* passional ou uma dose de heroína terminassem mal, ele acionaria um *back-up* de si mesmo e retomaria o fio de sua vida do ponto em que desejasse. Zeragem automática.

Para um ser com a opção da imortalidade, o ônus de qualquer escolha seria módico (ao menos pelos nossos padrões). Mas ele não estaria desobrigado de escolher. Um ser que vivesse para sempre só poderia estar num único lugar de cada vez e não conseguiria fazer muitas coisas ao mesmo tempo. O fluxo temporal das coisas prosseguiria em seu curso, indiferente a ele. Até ele teria que cultivar a arte da paciência: pois, ainda que seus dias sejam infinitos, cada dia seguiria sendo estritamente finito, e só se vive um dia de cada vez.

Na vida mortal, é claro, o número de dias é finito, apesar de variável. A sobrevivência de curto prazo é um imperativo que nenhum ser pode se dar ao luxo de transgredir se quiser manter-se vivo. Qualquer que seja o peso relativo do amanhã, prevalece aqui uma sentença inapelável: “se não viver agora, não viverá amanhã”. A soberania do presente, no entanto, não é irrestrita. Da maria-sem-vergoonha ao carvalho milenar e da mariposa ao jabuti, cada espécie biológica tem um ciclo de vida próprio e, portanto, *um futuro a zelar*. Tanto seu metabolismo como seu comportamento guardam uma afinidade profunda com seu processo de amadurecimento orgânico e seu horizonte natural de vida. O jogo da vida — sobreviver e reproduzir — se desenrola no tempo. O máximo benefício aparente instantâneo pode trazer consigo a pena de morte. O custo de escolhas seriamente inadequadas pode acarretar danos irreparáveis ao indivíduo e, no limite, a extinção da espécie. A tensão entre presente e futuro

— agora, depois ou nunca — é uma questão de vida ou morte que permeia toda a cadeia do ser.

Viver mais um dia, pelo tempo que for possível, e transmitir seu legado genético às gerações seguintes: os dilemas e encruzilhadas da troca intertemporal pontuam o trajeto de todos os seres vivos. Descontar o futuro ou poupar para o amanhã? O metabolismo de diferentes espécies vegetais e animais incorpora soluções engenhosas para a disjuntiva. A galinha, por exemplo, assim como as peruas e as fêmeas de alguns insetos e outros invertebrados, dispõe de uma espermateca ou glândula de armazenagem de espermatozoides na qual ficam devidamente preservados, para uso futuro, os gametas masculinos que utilizará na fecundação. O custo de carregamento do estoque é amplamente compensado, do ponto de vista evolutivo, pela possibilidade de fertilizar um ovo por dia, por muitos dias, sem precisar encontrar, todo santo dia, um macho adulto que esteja disponível e inclinado a copular.¹³ (A “produção independente” por inseminação artificial, como se vê, não deixa de ter um precedente no mundo galináceo.)

Outro exemplo é o acúmulo de gordura nos tecidos adiposos de diversos animais. A gordura funciona como uma forma de poupança precaucionária a que o metabolismo do animal recorre em caso de necessidade, ou seja, quando o glicogênio — a fonte normal de energia ou carboidrato para consumo corrente — se torna escasso. Embora essa gordura represente um custo em termos de maior peso e menor agilidade motora, ela propicia duas vantagens cruciais: permite ao animal realizar esforços físicos excepcionais sem precisar interromper a ação a fim de se reabastecer de alimento e constitui uma reserva de segurança para evitar grandes flutuações de consumo calórico em épocas de vacas magras. Desse modo, o organismo poupa nos períodos de bonança alimentar, sempre que a ingestão de calorias supera o gasto corrente, e colhe os frutos mais à frente, consumindo os recursos poupados (ou parte deles) por ocasião de uma despesa pontual concentrada ou de uma queda mais duradoura na renda calórica. (A obesidade em larga escala, como a senescência em massa, é uma disfunção de fabricação moderna, fruto do súbito traslado, em termos de tempo evolutivo, do

animal humano à fartura de gulodices — açúcar e gordura — da mesa civilizada.)

Em situações particularmente agudas de privação alimentar, quando não há mais glicogênio ou gordura disponível, o organismo dispõe ainda de um derradeiro recurso: ele recorre aos músculos e outros órgãos do corpo como fonte de proteína e nutrição. O problema com essa solução de desespero é que ela embute um exorbitante custo diferido. Como parte das células musculares e nervosas canibalizadas pelo corpo faminto não mais se recompõem uma vez destruídas, o animal põe em risco e eventualmente dilapida de maneira irreparável a sua capacidade futura de agir e manter-se vivo. O organismo se torna, desse modo, um draconiano agiota de si mesmo — um Shylock autofágico que sacrifica o tempo vindouro em prol do meio quilo de tecido fibroso que salva o dia de amanhã. O curtíssimo prazo devora o longo; o já-já do desespero ofusca, arrasta e subjuga tudo o mais. A vida não admite solução de continuidade.

No reino vegetal, por seu turno, as variações recorrentes do meio ambiente — sempre uma grande escola — suscitam operações sofisticadas.¹⁴ As oscilações cíclicas de calor, luz e regime pluviométrico cobram cuidados especiais. Considere, por exemplo, os desafios trazidos pela necessidade de alcançar mais uma primavera, ou seja, sobreviver durante a prolongada escassez de luz solar e recursos associada ao inverno em climas temperados. Aos primeiros sinais de alerta da aproximação da mudança, a vegetação dá início a uma sequência de processos preventivos visando minimizar as perdas e estragos potenciais. O desfolhar do outono e a retranca do inverno têm sua razão de ser. O custo energético de manter as folhas ativas, além do risco de graves danos causados por geadas e tormentas, superam os magros benefícios fotossintéticos de curto prazo prometidos pelo anêmico sol do inverno.

O surpreendente, porém, é que antes de dar início à operação desfolha a planta efetua uma medida presciente. Ela tem o cuidado de evacuar das folhas o grosso do seu conteúdo reciclável de modo a reabsorver as valiosas substâncias — nutrientes como sais minerais e nitrogênio — em seu metabolismo. Enquanto as plantas de ciclo curto (anuais) reciclam nas sementes a proteína recuperada das

folhas, as árvores e vegetais de ciclo longo (perenes) estocam esse recurso no tronco ou caule para uso futuro.¹⁵ Dessa maneira, elas conseguem suavizar o inevitável prejuízo imposto pela queda da renda solar no inverno, mas não sem antes formar uma poupança proteica que renderá juros e frutos adicionais a partir do momento em que, terminada a travessia da longa e avara noite invernal, as forças da vida ressurgirem da escuridão com a chegada da primavera. (Na floresta equatorial, ao contrário, esses mecanismos de ajuste e provisão para o amanhã não se fazem necessários: a ausência de estações bem demarcadas e a abundância de sol e chuva durante todo o ano garantem o sustento de cada dia.)

Os ares primaveris, entretanto, trazem consigo novos dilemas intertemporais. Nenhum sol matinal se prolonga por todo o dia. A mobilização de capacidade fotossintética é obra de fino ajuste. Como tirar o melhor proveito do vantajoso porém temporário incremento de energia solar nas estações propícias? As soluções, é claro, não resultam de nenhuma forma de deliberação, mas refletem a experiência acumulada de um gradual e milionário processo adaptativo. Assim como um exímio jogador de bilhar não está ciente das complexas fórmulas matemáticas que descrevem as suas brilhantes tacadas (e quem as conhece não se torna capaz de efetuá-las por conta disso), de igual modo a ausência de escolha e cálculo conscientes por parte das plantas em nada diminui a engenhosidade e sutileza das respostas metabólicas alcançadas.

Uma primeira decisão é: *quando?* A chegada da primavera desperta a árvore da clausura defensiva. Não há tempo a perder. Quanto mais cedo ela deflagrar o processo de foliação, maior será o tempo de absorção fotossintética de energia solar antes do próximo outono. Mas se as folhas nascerem cedo demais, correm o risco de uma pesada baixa: uma geada tardia, no contrapé da estação que se anuncia, pode provocar a destruição dos brotos e causar grave prejuízo. É uma perda evitável; porém, se a árvore retardar em demasia o processo de foliação, o custo da energia não captada pode se tornar proibitivo. O *timing* da operação é crucial. Há um *trade-off* entre retorno e prudência: máxima renda solar ou mínimo risco de sofrer uma geada devastadora? O que se ganha de um lado perde-

se do outro. A solução precisa encontrar o ponto adequado — um ajuste fino, mesmo que não necessariamente o ótimo absoluto — na combinação entre eles. Um *modicum* de paciência compensa. “A impaciência”, alertou Goethe em outro contexto, “é castigada dez vezes mais pela impaciência; deseja-se antecipar o resultado almejado mas ele se afasta ainda mais.”¹⁶

A outra importante decisão intertemporal que se impõe nesse momento é: *o quê?* A produção de folhas é apenas uma de várias alternativas que demandam recursos escassos no despertar da primavera. O metabolismo da árvore precisa alocar o estoque de energia poupado desde o outono não só no processo de foliação, mas na produção de raízes, casca e flores, levando em conta ainda o fato de que cada uma dessas destinações consumirá no curto prazo recursos que poderiam ser empregados, mais à frente, no grande objetivo de longo prazo que é produzir frutas e sementes capazes de garantir a reprodução da espécie. Como chegar a uma disposição satisfatória de meios escassos que possuem usos alternativos?

A melhor alocação factível desses recursos entre as diferentes possibilidades de uso vai depender de inúmeros fatores ambientais, como clima, umidade, solo, densidade de insetos polinizadores, presença de animais que espalhem sementes etc. O ponto mais relevante, contudo, é que o uso de parte desses recursos no curto prazo não implica nenhum tipo de perda de longo prazo. Ao contrário, a operação pode render bons frutos, mas isso desde que ela redunde em ganhos adicionais, ou seja, numa quantidade *maior* de energia — juros capitalizados — que possa ser revertida, no momento oportuno, em prol do objetivo estratégico da reprodução.

O mesmo cálculo que levou à operação desfolha no outono funcionará agora, só que na direção contrária. Pois o gasto corrente em formação e manutenção das novas folhas será mais do que compensado, na primavera e verão, pela capacidade delas de captar a energia do Sol e transformá-la, por meio da fotossíntese, em carboidrato adicional para a produção de frutas e sementes mais à frente. Entre guardar os recursos “debaixo do colchão” e aplicá-los a juros convidativos na usina conversora que é a folhagem, a árvore abraça a segunda opção. A operação envolve *riscos* (geada ou tormenta

extemporâneas), *perda de liquidez* (os recursos ficam por certo tempo indisponíveis) e *custos de transação* (operações desfolha e refolição nas estações apropriadas). Se os juros capitalizados da aplicação feita, obtidos via captura de renda solar pelas novas folhas, não fossem, em média, altos o suficiente para cobrir os custos e riscos incorridos, a transação não se justificaria — os ares da primavera soprariam suas graças em vão.

Mas a astúcia intertemporal das plantas frutíferas não termina aí. Produzir sementes na quantidade certa não basta. É preciso ainda encontrar um meio de espalhá-las o mais amplamente possível pelo território em que possam germinar. As frutas são um dos raros — se não os únicos — alimentos de toda a natureza que não são parte do corpo de algum outro ser vivo que preferiria não ser mastigado e deglutido por terceiros.¹⁷ Elas *clamam*, por assim dizer, por serem comidas e saboreadas, mas não sem antes fixar uma condição crucial.

Por que as frutas verdes ou passadas têm um gosto detestável e causam desarranjos na digestão dos animais que as ingerem? As árvores que dão frutos não se limitam a praticar a arte e o engenho da paciência em seu metabolismo — elas ensinam aos animais o *saber esperar*. A fruta madura é precisamente aquela cujas sementes se encontram no ponto certo para serem espalhadas por animais e insetos famintos. O sabor e a nutrição que ela proporciona são as recompensas que os vegetais frutíferos oferecem a todos aqueles que, agindo no momento propício, quer dizer, nem cedo nem tarde demais, involuntariamente contribuem para coroar seu ciclo reprodutivo. Quem usa quem? É o animal que se serve da fruta para saciar a fome ou é a fruta que seduz o animal a trabalhar por ela?

“Se os bois, os cavalos e os leões tivessem mãos e pudessem desenhar e esculpir como os homens”, argumentou o filósofo e poeta pré-socrático Xenófanes ante os excessos de antropomorfismo religioso de sua época, “os cavalos fariam seus deuses como cavalos e os bois como um boi: cada um deles daria forma ao corpo das suas divindades conforme a imagem da sua própria espécie” (fragmento 15). No mesmo espírito dessa irreverente passagem caberia, talvez, especular sobre uma versão um pouco menos antropomórfica do mito bíblico da expulsão do paraíso, tal como retratado no Gênesis

(3:1-24) — uma versão em que a ótica dominante fosse não a dos humanos, mas a das duas espécies de árvores que, por expressa ordem divina, deveriam ficar intocadas pelo homem no jardim edênico (hebraico *eden*: “delícia”): a árvore do conhecimento do bem e do mal e a árvore da imortalidade.

O grande problema das duas espécies de árvores proibidas do paraíso, é de se supor, residia em convencer Adão e Eva a provarem de suas frutas já maduras, que clamavam por serem saboreadas, e desse modo cooptá-los para a tarefa de dispersar as sementes e garantir sua reprodução. Apesar da interdição divina, a fruta do discernimento do bem e do mal logrou cumprir seu intento, ainda que com o favor da serpente. Mas a fruta da árvore da imortalidade não teve a mesma sorte. Sua espécie, presume-se, falhou no teste da replicação genética e terminou fadada à extinção. Quanto à escolha intertemporal do casal bíblico, ela salvou inadvertidamente uma espécie condenada e proporcionou algum prazer momentâneo ao jovem e inocente par. O preço? Difícil exagerar. Nada menos que a maior conta de juros de que se tem registro nos anais da criação. O estoque capitalizado desse débito é a integral do pecado original.