



**CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS**  
**Rio de Janeiro**

**Ciência e Sociedade**

CBPF-CS-005/13

outubro 2013

**O Ovo de Darwin**

A. Luciano L. Videira

**CS**  
1963-2013

Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



## O Ovo de Darwin\*

A. Luciano L. Videira  
 (Universidade de Évora)

*A ciência é a única cultura verdadeiramente global e constitui seguramente uma privação cultural desconhecer a cadeia de eventos pela qual uma gênese misteriosa à volta de 14 mil milhões de anos atrás desencadeou a emergência de átomos, galáxias, estrelas e planetas, e, pela qual, em pelo menos um planeta a seleção Darwiniana levou à emergência de criaturas capazes de refletir sobre as suas origens.*

Martin Rees

Do Perspicillum de Galileu à Árvore de Vida de Darwin

*Talvez haja quem cuja fé seja por demais vacilante*

Johannes Kepler

Este é, sem dúvida, um ano de múltiplas e variadas celebrações: para além dos trezentos e cinquenta anos do nascimento de Henry Purcell, dos duzentos e cinquenta da morte de Georg Friedrich Händel, dos duzentos do desaparecimento de Joseph Haydin, dos cem de Isaac Albéniz, dos cento e trinta do nascimento de Albert Einstein (como eu, particularmente, não poderia deixar de referir), temos ainda uma dupla de acontecimentos que vieram alterar – pode-se dizer que dramática e definitivamente – a nossa percepção do Cosmos que nos é acessível, bem como do lugar que nos cabe a nós, os seus observadores e comentadores, na grande organização universal.

Proclamado pela UNESCO como Ano Internacional da Astronomia, em comemoração dos quatro séculos passados desde que entre 30 de Novembro e 19 de Dezembro de 1609, Galileu Galilei efetuou as observações que tão momentosas novidades nos trouxeram da esfera celeste, até então considerada inalterável, incorrupta e totalmente divorciada das alterações e imperfeições do mundo sub lunar. Ao interpor entre os seus olhos e o céu noturno as lentes de apenas 4cm do seu perspicillum (como chamou ele à luneta por ele construída no verão daquele ano, possivelmente, digo eu, um neologismo criado por ele a partir de *perpicciëre* – ver ou olhar através; ver claramente – e de *specillum* – sonda – ou seja, ver claramente através da sua sonda), Galileu, ao ser

o primeiro homem a lançar mão de um dispositivo capaz de permitir que se visse e melhor do que com a vista desarmada, veio transformar a Astronomia para sempre.

Nesse mesmo ano de 1609, Johannes Kepler publicara alguns meses antes das observações de Galileu, a sua monumental Astronomia Nova, na qual, também pela primeira vez, se procurava estabelecer causas físicas para os movimentos dos planetas em torno do Sol; movimentos que ele, escandalosamente, anuncia como elípticos e não circulares, como desde a Grécia Clássica sempre se admitira visto ser a circunferência a curva perfeita entre todas, e os céus serem o *locus* excelentemente perfeito. Essa exigência da implicação de causas físicas para as descolações planetárias em torno do Sol veio demonstrar ser – sobretudo a partir de Newton, ainda nesse século – um gigantesco avanço na nova maneira – que então se inaugurava – de pensar a Ciência, deslocando decisivamente a Astronomia da área da Geometria, onde desde sempre se situara – com o uso restrito apenas a representações, geométricas na descrição do Cosmos – para a área da Física que, até então, se confinara a tratar unicamente dos fenômenos *sub luna*. “Talvez haja quem cuja fé seja demasiadamente vacilante” – ponderou Kepler na introdução à Astronomia Nova –, “de modo que acreditar em Copérnico acarrete ofender a sua piedade. Que se deixe, então, estar em casa, a tratar dos seus assuntos: que se assegure de que está a servir a Deus, menos do que o astrónomo a quem Deus concedeu o privilégio de ver mais claramente com os olhos da mente.”

Cumpria-se o primeiro terço do século dezenove quando uma fêmea do tinamu (uma ave parecida à perdiz e à abetarda) depositou um humilde ovo no seu ninho escondido entre a erva alta do pampa uruguaio. Um humilde ovo de 47mm, entre incontáveis outros, perfeitamente anônimos, depositados por incontáveis aves ao longo de tantos milhões de anos. Este, porém, teve a especialíssima distinção de haver sido o único ovo que se sabe haver sido escolhido pessoalmente por aquele jovem de longas suíças que seguia no H.M.S. Beagle, um bergantim de três mastros e 27 metros de comprimento, apesar desse tal jovem ter colecionado ovos de pelo menos dezesseis diferentes tipos de aves durante a viagem.

Do Beagle, o dono do ovo do tinamu ia enviando, periodicamente, por outros navios, os mais de mil e quinhentos espécies de animais e as mais de quatro mil plantas, peles, ossos e... ovos que ele ia coletando durante o seu longo périplo de cinco anos ao redor do Mundo. Como, durante esse período, o seu antigo professor de Botânica em Cambridge, John Stevens Henslow, ficara encarregado de ir divulgando as suas descobertas, ele, um perfeito desconhecido

\*Palestra efetuada por convite conjunto dos Departamentos de Biologia e Física da Universidade do Minho, Portugal (2009).

ao embarcar, era já amplamente reconhecido, quando do seu regresso à pátria em 29 de outubro de 1836. Enviado, pois, para o país do tal jovem das suíças, o humilde ovo do tinamu desapareceu por completo, sem que sequer tivesse deixado memória de que um dia existira e despertara a atenção de quem quer que fosse e muito menos de alguém tão subitamente famoso viria a tornar-se.

Mas o Mundo muitas vezes dá, e muitas e estranhas coisas acontecem para a nossa maior ou menor admiração. Aliás, basta lembrar as espantosas coincidências com que topamos amiúde ou o fato insofismável, porém duro de aceitar, de eu não conseguir acertar os 5+2 Algarismos do Euromilhões. Seja como for, ou por onde der, o fato é que como que desejando, também ele, associar-se às celebrações em curso, o ovo rachado do tinamu foi, este ano de 2009, desencavado das coleções do museu de Zoologia da Universidade de Cambridge, onde o seu famosíssimo dono estudara em tempos (embora com não muito afínco): “The great man put it into too small a box, and hence its unhappy state”, encontrou-se escrito nos registros que acompanhavam o ovo. Totalmente desconhecido durante mais de um século, o ovo pertencera a uma coleção de um amigo do seu segundo possuidor, o zoólogo Alfred Newton, que observou no seu diário “One egg, received through Franck Darwin, having been sent to me by his father who said he got it at Maldonado and that it belonged to the Common Tinamou of those parts”.

Uns fios de cabelo que nos caíam da cabeça são prontamente remetidos para o lixo; a mecha de cabelos de Napoleão, recolhidos logo após a sua morte é cuidadosamente preservada. Aquele pequeno quadro obscurecido pelo tempo permaneceu ignorado durante séculos, até finalmente vir a ser reconhecido como da mão do ilustríssimo mestre flamengo e passar a valer fortunas. É sabido que uma parte da incomparável obra de Johann Sebastian Bach não chegou até nós, perdida que foi para sempre, simplesmente por partituras suas haverem sido utilizadas, após a sua morte, para embrulhar salsichas num açougue de Leipzig. Alguns cabelos, um pequeno quadro, algumas folhas cobertas de gafafinhos, um velho ovo rachado. Que valor lhe atribuímos nós?

Dois séculos e meio após a inauguração das observações astronômicas com telescópios, o físico Gustav Kirchhoff e o químico Robert Bunsen, trabalhando num laboratório da Universidade de Heidelberg em 1859, ao analisarem o espectro eletromagnético das estrelas descobriram o que até então se configurava como totalmente irrealizável, a saber que elas são compostas pelos mesmos elementos que compõem o nosso planeta e que nos compõem a nós. Os antigos chineses, ao atribuírem uma natureza divina aos seus imperadores consideravam-se a eles (mas só eles) como “Filhos do Céus”. O que a ciência nos vinha dizer através da luz das estrelas é que, sim, isso era verdade, mas apenas parte da verdade. Ser-se divino significa ser-se filho dos céus, então, efetivamente, divinos somos todos nós, pois que somos feitos da poeira das estrelas. Foi preciso que uma ou mesmo mais que uma estrela morresse numa cataclísmica explosão de uma super nova, fecundando com seus restos o espaço à sua volta, para que, muito mais tarde, com o nascimento do nosso Sol este fosse incorporar nele e em tudo à sua volta os elementos fabricados por essas estrelas mortas há muito. Elementos que viriam a fazer parte do nosso sistema solar, da nossa casa, a

Terra, e de nós próprios, seus filhos. Somos todos, se não filhos, pelo menos netos das estrelas; netos divinos.

Há quatro séculos a atribuição de uma natureza física aos objetos da esfera celeste, há um século e meio a descoberta de que as estrelas são as fábricas dos mesmos materiais de que somos feitos. Merecida, portanto, a atribuição de Ano Internacional da Astronomia a este ano de 2009, além de que não teria nada mal se o houvesse declarado igualmente como Ano Internacional da Música. E todavia, a maioria das nossas atenções encontra-se voltada hoje para a memória de Charles Robert Darwin, o homem que, nascido faz agora dois séculos, a 12 de Fevereiro de 1809, viria a publicar, no mesmo ano da descoberta de Kirchhoff e Bunsen, a obra que nos trouxe uma das mais memoráveis – e para muitos, até hoje inaceitáveis – revisões de como nos dispomos na grande teia da vida.

### Retratos de Darwin

Kepler, Galileu, Darwin: a conjunção da Astronomia e da Biologia leva-nos a questionar se a deslumbrante aventura da vida desenvolvida aqui na Terra será um episódio isolado, perfeitamente único na imensidão cósmica percebida pela nossa tecnologia, mas muito dificilmente interiorizada pela nossa mente (como compreender distâncias de milhares de milhões de anos-luz, isto é, de dezenas de quilômetros de quilômetros?), ou se será meramente uma entre inúmeras outras eclosões de complexidade organizada em estruturas homólogas por esse Universo a fora. O lançamento da nave Kepler este ano pela NASA, e que tem como missão a identificação de exoplanetas não maiores do que o nosso, permitir-nos-á progredir na obtenção de uma resposta. Índícios químicos de vida – mesmo que em formas primitivas – detetadas espectroscopicamente nas atmosferas desses planetas poderia aparecer, por exemplo, sob a forma da presença de oxigênio nessas atmosferas.

### Evolução por Seleção Natural

*o que imediatamente me chamou a atenção foi que, nessas circunstâncias, as variações favoráveis seriam preservadas e as desfavoráveis destruídas.*

Charles Darwin

Darwin começou a pôr no papel as suas ideias sobre a evolução das espécies em 1856 e continuava a fazê-lo, metodicamente e sem pressa, quase dois anos depois quando recebeu a famosa carta de Alfred Russel Wallace, que o forçou a abandonar o seu propósito inicial de produzir um *opus magnum* em vários volumes cuidadosamente argumentados, passando, então, imediatamente, a apressar-se a enviar para publicação aquilo que ele considerava como meramente um esboço, um resumo, um abstrato daquilo que ele pensava. O seu editor, John Murray, depois de alguma hesitação e de eliminar as cinco primeiras palavras do título originalmente adiantado por Darwin – *An Abstract of an essay on the Origin of Species and Varieties Through Natural Selection* – resolveu-se pela publicação da obra, que viria à luz em 24 de novembro de 1859, e que, prontamente esgotada

nesse mesmo dia, foi acompanhada por uma segunda edição em 28 de dezembro.

Apesar de o impacto de *A Origem das Espécies* ter sido e continua, ainda hoje, a ser enorme, o sítio onde a comoção inicialmente se fez sentir de forma particularmente exasperante – face ao seu teor subversivamente atentatório à maneira de toda uma sociedade se encarar a si mesma e à sua posição na ordenação geral dos seres e das coisas – foi na própria terra natal de Darwin. Apesar de não ter sido ele o primeiro a avançar com o conceito de evolução das espécies vivas, foi dele a radical proposição de que as variantes individuais numa dada população são provocadas por adaptações ao meio no qual elas ocorrem. Já Empédocles estipulava no século V a.C. que a seleção natural seria capaz de explicar a adaptação do ser vivo ao meio. Por seu lado, a idéia de luta pela sobrevivência deve ser atribuída ao teólogo muçulmano Al Jahiz, nascido cerca de 776 em Bassorá, no actual sul do Iraque, tendo voltado a surgir com Thomas Hobbes no século XVII e ainda outra vez com o avô de Charles Darwin, médico, naturalista e poeta de nomeada, que, no seu livro, *Zoonomia, or the law of organic life* debruçou-se sobre temas que o seu neto viria a desenvolver, tais como a evolução das espécies, a hereditariedade e a adaptação e seleção sexual. Ou seja, começara-se a difundir a proposta que as espécies vivas fossem instáveis, sofrendo sucessivas alterações com o passar do tempo e ficava a faltar o mecanismo que pudesse dar conta dessas mudanças. Jean-Baptiste Lamarck publicou em 1809 a sua teoria da evolução das espécies, com a qual pretendeu ter encontrado um tal mecanismo, defendendo erroneamente que os indivíduos perderiam aquelas características de que não necessitassem e que adquiririam novas outras de que precisassem, sendo estas, então, que viriam a ser transferidas para as gerações futuras.

O mecanismo correto acabou, porém, por ser sugerido não pela Biologia, mas pela Economia. Em 1798, Thomas Malthus publicou o seu *Ensaio sobre o Principio das Populações*, no qual anunciava que, enquanto as populações crescem à taxa exponencial, a produção de alimentos fá-lo linearmente. Após haverem lido Malthus, tanto Darwin como Wallace chegaram, independentemente, à mesma proposição de que a sobrevivência depende de uma melhor, de uma mais eficiente adaptação ao meio, o que seria conseguido por aqueles indivíduos dotados das características adequadas para isso. Revela-nos Darwin na sua autobiografia que: “Aconteceu-me ler, por divertimento, o livro de Malthus sobre populações, e, encontrando-me bem preparado para apreciar a luta pela existência... ocorreu-me imediatamente que, nessas circunstâncias, variações favoráveis seriam preservadas, enquanto que variações desfavoráveis seriam destruídas. O resultado disto seria a formação de novas espécies”.

E, contudo, mesmo isto não era propriamente inédito. O médico escocês William Charles Wells apresentara à Royal Society em 1813 um artigo no qual introduzia a ideia de seleção natural a fim de explicar as diferenças da coloração da pele como devidas a adaptações a diferentes climas. Em 1831, Patrick Matthew, um proprietário rural escocês descrevera seleção natural no apêndice do seu livro sobre o plantio de melhores árvores para construir vasos de guerra. Em 1844, Robert Chamber, no seu livro *Vestiges of the*

*Natural History of Creation*, propusera que o aparecimento de novas espécies vivas se desse a partir de outras pré-existentes.

Essas ideias anteriores a Darwin e a Wallace apresentavam-se como o desenrolar de um plano coerente, predestinado, desde o início, à consecução de um objetivo que tinha como fim predeterminado e transcendental o nosso aparecimento. Daí a utilização por eles ambos do termo evolução – do latim *evolutio*, que significa o desenrolar de um rolo de pergaminho – representando a proposta de uma teleogia cósmica cuja finalidade última seria o aparecimento inevitável do homem.

Darwin, por seu lado, não vai tão longe, conquanto encerre a *Origem das Espécies* postulando que “enquanto este planeta se tem mantido a girar de acordo com a leitura da gravitação, a partir de um começo tão simples, as mais belas e maravilhosas formas evoluíram e continuam a evoluir”.

A declaração de Darwin de que a seleção natural seja o mecanismo pelo qual as espécies se adaptam ao seu meio foi confirmada e fortalecida pela genética e pela biologia molecular – domínios do conhecimento biológico muito posteriores e que poderiam, claramente, ter invalidado todo o edifício Darwiniano. Mas não, a comparação de genes e genomas têm repetidamente revelado as relações evolutivas de todas as formas de vida (desde os seus primeiros ancestrais, comuns a todas elas), além de haver apontado as variações de ADN responsáveis pela seleção natural.

Darwin e Wallace acabaram por sustentar duas posições substancialmente diferentes no que respeita o processo evolutivo da nossa espécie, defendendo o primeiro que a evolução humana em nada se distinguiu da das demais espécies, enquanto que, para Wallace, a seleção natural, por si só, não seria capaz de dar conta da excepcional capacidade da mente humana. “Como poderia” – questionou ele em 1870 – “a seleção natural ou a sobrevivência dos mais fortes, na luta pela existência, favorecer fosse de que modo fosse, o desenvolvimento de poderes mentais tão inteiramente afastados das necessidades materiais do homem selvagem?”

Tendo a balança do juízo da comunidade científica pendido esmagadoramente para a tese de Darwin, a ortodoxia geral, por volta de meados do século passado, estabelece que o corpo e o cérebro – e, portanto, a mente relacionada a esse cérebro – eram resultado exclusivamente de genes que haviam evoluído devido às imposições da seleção natural. O que levou a que, até recentemente, se admitisse que a leitura do genoma humano viria desvendar todos os pormenores de como é que isso se dera. Que marcos, que sinais, que balizas haviam sido deixados pelo percurso evolutivo que nos deu forma; que nos dotou de linguagem e de raciocínio abstrato; que nos permite a crença metafísica; que nos permite perseguir a Transcendência; que nos permite o conceito de Deus? Traços que nos atribuem, enfim, todas as qualidades que integram a nossa especificidade? Aceitou-se, assim, que, para tal bastaria identificar no nosso genoma algumas poucas diferenças próprias e exclusivas da nossa espécie. E, todavia, anos passados sobre a sequenciação do genoma humano – e apesar da genômica haver identificado muitas sequências que se encontram em processo de seleção – ela, certamente, não facultou, de modo algum, a leitura simples, clara, direta, da nossa história evolutiva.

## Genoma e Cultura

*O destino da humanidade civilizada depende, mais do que nunca, das forças morais que ela seja capaz de gerar.*

Albert Einstein

Embora os mecanismos de seleção continuem, obviamente, a atuar sobre nós (como sobre todas as formas de vida), as nossas capacidades e os nossos comportamentos não vêm totalmente prefixados e predeterminados no nosso genoma, uma vez que capacidades e comportamentos admitem ser adquiridos e transmitidos culturalmente, o que, aliás, é comum e várias outras espécies. Ou seja, contrariamente ao mantra insistentemente repetido nas últimas décadas, os genes, por si só, não podem dar conta da nossa especificidade. Com efeito, já desde o início da década de 1980 que Marcus Feldman e Luca Cavalli-Sforza da Universidade de Stanford começaram a propor que o comportamento humano resulta da interação entre a evolução biológica e a evolução cultural, concluindo-se daí que a interpretação dos indicadores evolutivos gravados no nosso genoma exigirá sempre que se considere a influência determinante do meio ambiente e da história vivenciada por nós e pelos homínídeos (designados atualmente por homíníneos) que nos precederam.

Esperava-se que a comparação esmiuçada de diferentes genomas nos viesse fornecer a evolução de um conjunto de características exclusivamente nossas, como um grande cérebro (como a sua capacidade de formular, captar e transmitir informação complexa por meio de linguagem simbólica) ou como a vulnerabilidade fisiológica a certas patologias (como a doença de Alzheimer ou certos tipos de câncer). E, contudo, a comparação do nosso genoma com o do chimpanzé não propiciou identificar neles as evidentes e notórias diferenças entre as duas espécies. Verificou-se, isso sim, serem muito poucos os genes excepcionais associados a alterações evolutivas no Homem, exemplo dos quais sendo o FOXP2, envolvido na nossa fala, o ASPM e o MCPHI, que se julga estarem relacionados com o tamanho do cérebro. Não se encontrou, porém – e pensa-se agora que não se virá a encontrar – um gene exclusivamente humano. A própria ausência de sequências de genes na base de comportamentos únicos à nossa espécie poderia testemunhar a importância da cultura no nosso processo evolutivo.

Sabe-se que, devido à deriva genética, o genoma humano acumulou uma boa dose de alterações genéticas potencialmente prejudiciais, devidas, possivelmente, aos frequentes estrangulamentos populacionais que a nossa espécie teve de ultrapassar ao longo de todo o nosso processo evolutivo, ou, também, à nossa capacidade de aprendizagem e de adaptação, características essas que poderão ter conduzido ao enfraquecimento da pressão seletiva, que, sem essas capacidades, conduziria à eliminação dessas alterações prejudiciais à espécie. Há mesmo quem proponha que a cultura esteja a acelerar a nossa evolução, com alterações genéticas tendo emergido independentemente em várias populações, como, por exemplo, a metabolização da lactose por adultos, como resposta à inovação cultural da domesticação de gado leiteiro por diferentes populações neolíticas.

Mas, então, se os genes e a cultura humanos estão a evoluir paralelamente isso implicará, inevitavelmente, em algumas questões eventualmente particularmente incômodas, como, por exemplo, se isso não acabará por acarretar na divisão da nossa espécie em várias sub-espécies. Levantamentos da diversidade humana presente atualmente indicam já que as pessoas podem ser classificadas em agrupamentos genéticos diretamente relacionados com a sua ancestralidade geográfica, havendo mesmo quem sugira que diferenças genéticas entre esses grupos poderão estar na base de diferenças comportamentais, como o nível de agressividade ou a tendência para a depressão, o espírito da poupança ou a espontaneidade.

## Mal por mal antes Copérnico que Darwin

*Será credível que um nabo se empenhe em tornar-se um homem?*

Samuel Wilberforce

Neste século e meio desde a publicação de *A Origem das Espécies* a nossa visão do Mundo alterou-se tão radicalmente que a que detemos atualmente seria quase que totalmente incompreensível para quaisquer praticantes da ciência daquele tempo. Basta pensar que a estrutura atômica da matéria havia sido proposta há não mais de meia-dúzia de anos e que a realidade física dos átomos só viria a ser confirmada observacionalmente quase meio século depois; que o Universo conhecido limitava-se às fronteiras da nossa galáxia; que a radioatividade, a relatividade e o quantum eram completamente inimagináveis, bem como os conceitos de ADN e de gene; de que a própria descoberta de Pasteur da transmissão de doenças infecciosas por microorganismos só viria seis anos depois. Porém, à única ideia que continua, até hoje, a encontrar renitentes antagonismos é a da evolução das espécies. É muito mais fácil para o leigo aceitar Einstein, sem minimamente compreendê-lo, do que admitir Darwin. Com efeito, um inquérito Gallup levado a cabo nos EUA em 2008 revelou que apenas 15% da população concordava com a proposição de que o homem se desenvolveu ao longo de milhões de anos sendo que, em 1982, a proporção era de 8%. E, conquanto a aceitação da ideia da evolução varie de país para país, ela continua, em nossos dias, muito longe de ser consensual.

Copérnico retirou-nos do centro do Mundo; Darwin incorporou-nos à majestosa árvore da vida na Terra. Raríssimos serão os que disputarão Copérnico; muitíssimos são aqueles que rejeitam Darwin.

## O Cérebro de Einstein

*In the end it's not the years in your life that count. It's the life in your years.*

Abraham Lincoln

O que nos distingue de todos os demais entes, aquilo que nos torna únicos entre *todas* as formas de vidas é o nosso cérebro, reconhecidamente o sistema mais complexo até agora identificado (por ele próprio, é bom ter presente). Porém, se é fácil identificar o cérebro como o responsável pela nossa especificidade, difícil nos tem sido distinguir na sua estrutura o que quer que seja a que passamos

atribui-la. Afinal, a não ser pelos seus respectivos volumes, o nosso cérebro e os das duas espécies de chimpanzés, o *Pan troglodites* e o *Pan paniscus* – os nossos parentes mais próximos e dos quais divergimos há não mais do que uma meia-dúzia de milhões de anos –, não são assim tão diferentes anatomicamente, não havendo verdadeiramente variações estruturais assinaláveis entre eles. Mas, e dentro da nossa própria espécie? O que é que nos separa, nos nossos cérebros, de um Leonardo, de um Bach, de um Pessoa?

A 18 de Abril de 1955 - devido ao rompimento de um velho aneurisma da aorta abdominal três dias antes e para o qual ele recusara, por inútil, qualquer tipo de intervenção cirúrgica e após haver murmurado qualquer coisa em alemão que as únicas pessoas presentes, duas enfermeiras do hospital de Princeton, não entenderam, Albert Einstein inspira profundamente por duas vezes e morre; eram uma e um quarto da madrugada.

Sem que o seu filho mais velho, Hans Albert, o autorizasse ou sequer chegasse a saber na altura, o patologista que realizou a autópsia prévia à cremação retirou o cérebro de Einstein. Após fotografá-lo e medi-lo, seccionou-o em diversas partes, que preservou em jarros de vidro e em saquetas de plásticos na sua casa em Wichita, no Kansas.

De lá para cá foram vários os investigadores que se propuseram a tentar detectar no cérebro de Einstein algo de extraordinário: “O que impressiona nesse cérebro é não apresentar as alterações degenerativas comuns aos idosos... é um cérebro intacto, muito bonito, parece o cérebro de um jovem. Certamente todos desejavam saber se havia algum sinal de placas de Alzheimer ou outras complicações. Não havia nada disso... Nem sequer as alterações normais encontradas nos cérebros dos idosos.”

Eu, pessoalmente, não vejo hoje como se poderá, analisando as minudências fisiológicas de um cérebro, como e o quê poderá a respectiva mente vir a criar, a imaginar, a sonhar. Como identificar nos sulcos, nas estrias, nas células gliais ou no que for, a Gioconda, a Paixão Segundo São Mateus, um poema de Pessoa ou a Relatividade Geral? Somos todos, certamente, produto de uma fisiologia, mas também, certamente, da nossa cultura; somos todos produto do nosso genoma, mas, igualmente, do nosso meio, do tempo e do espaço em que vivemos. Leonardo, hoje, não pintaria a Gioconda, Einstein não comporia a Relatividade se tivesse sido contemporâneo de Leonardo.

### **Ainda e Sempre: Acaso ou Necessidade?**

Do antigo ponto de vista - que continua (por inércia, por desconhecimento) a contar com muitos defensores – toda a estrutura e toda a ordem evidentes no Mundo são inteiramente fortuitas, acidentais, conjunturais. A velha Ciência - através da sua lei que implica no inescapável aumento da entropia, e que apontava à inexorabilidade da “morte térmica-- impunha, como efeito final, uma perfeita homogeneidade, um perfeito equilíbrio universal. Passou-se, a partir do último terço do século vinte, a perceber, em vez disso, uma inequívoca história de uma permanente e sempre maior estruturação, de uma continuada diferenciação, de uma ininterrupta complexificação cósmicas: do plasma sumamente quente e sumamente denso dos primeiros instantes (temperatura  $-10^{32}$  graus, densidade  $-10^{94}$  g.cm<sup>-3</sup>, na chamada “era de Planck”, quando o Universo existia somente há  $10^{-44}$  s

e estendia-se somente até os  $10^{-33}$  cm) – no qual apenas pequeníssimas irregularidades (de uma parte em cem mil) quebravam a homogeneidade perfeita – foi desabrochando gradualmente, mas sempre num crescendo de sentido único, uma história com evidentes degraus de sempre maior complexidade. Daí que a ambição da Ciência não se confine já ao mero desvendar de quais sejam as leis universais, mas que haja passado a interrogar-se da razão dessas leis serem como são e não outras.

Estendida – necessariamente – aos sistemas vivos, a nunca interrompida auto-regulação cósmica adequa-se a uma novel leitura da evolução da vida na Terra, que põe em causa a visão ainda predominante que interpreta essa evolução como governada por circunstâncias fortuitas, conjunturais, acidentais.

Simon Conway-Morris, um paleontólogo das Universidade de Cambridge, tem vindo a defender uma nova leitura da evolução contrária ao ponto de vista dela ser largamente determinada por sucessivos acontecimentos acidentais. Sustenta ele que, caso a aventura da vida viesse a eclodir uma segunda vez – mesmo que em condições não totalmente idênticas às que lhe deram origem (e que continuamos a não saber se foram pela via do metabolismo ou se pela via da reprodução) –, ela evoluiria segundo linhas bastante semelhantes, de modo que muita coisa acabaria por ser igual à da versão onde viemos aparecer. A favor dessa proposição tem-se o reconhecimento de que, para problemas semelhantes, diferentes grupos de organismos criaram soluções semelhantes – fossem elas dentes olhos, cérebros, ecossistemas ou sociedades – no processo chamado evolução convergente, que chegou a intrigar o próprio Darwin. O argumento de Conway Morris é de que há apenas um número limitado de maneiras diferentes pelas quais as coisas podem funcionar eficientemente e de acordo com as leis naturais, o que faz com que a evolução – seja do que for – prossiga pelos poucos e estreitos caminhos de sucesso, e que conduzem, infalivelmente, a patamares de complexidade sempre maior. A evolução – seja de estrelas ou de entes vivos – é um fenómeno natural e, como tal, tem, obrigatoriamente, que se pautar de acordo com todas as leis básicas que regem o mundo natural. Os fenómenos acontecem devido a causas pré-existentes, de modo que uma estrela evoluirá para uma anã-branca, para uma estrela de nêutrons ou para um buraco negro dependendo exclusivamente da massa de gás onde teve início a contração gravitacional; o tipo de molécula ocorrendo num sistema vivo determina o tipo de fenómeno em que ela poderá participar e a maneira como o poderá fazer: moléculas de hemoglobina transportam oxigênio na corrente sanguínea, moléculas de cristalina: entram na composição de um olho.

Eu, que sou físico de formação, sou daqueles que defendem que *este* Cosmos, na sua globalidade, é o resultado de um contínuo ajuste a um apertado, delicado e sutil equilíbrio, o qual, desde os seus primeiríssimos momentos, segue um encadeamento de estados, cada um deles decorrendo necessariamente de um outro menos complexo, num contínuo processo de auto-regulação, de acordo com as leis e as constantes físicas que determinam *este* Universo. Conquanto eu haja desenvolvido esta argumentação ao longo dos anos, não é aqui o lugar para voltar a fazê-lo, referindo tão só que a

proposição de Conway Morris, de que tomei conhecimento apenas muito recentemente, vem plenamente de encontro ao que venho defendendo a visão de um Universo como um todo harmônico, do qual a história da vida é um mero, embora claramente determinante, sub-enredo.

Em última análise, parece-me que a questão de fundo é uma de simples ignorância e de simples arrogância. Ignorância por estarmos longe de poder dispor de uma visão satisfatoriamente completa do mundo natural; arrogância por acreditarmos, a cada passo, da nossa ainda demasiadamente rasa construção da Ciência que nos encontramos já na posse efetiva da quase totalidade do “todo” que haja para saber. Esquecendo-nos invariavelmente de que, em cada estágio, só podemos descortinar aquilo que já alcançamos (e sempre quase tendemos valorizar excessivamente), não fazendo a mais mínima ideia do que poderá ainda a vir ser desvendado. Assim, ao enunciarmos que todo o processo evolutivo é fruto fortuito do acaso, estamos a ignorar a miríade de acontecimentos estritamente impostos – não pelo acaso – mas pela necessidade das leis físicas universais: e das condições iniciais que formatam o *nosso* Universo: a evolução é um mecanismo e, como tal, deve obedecer as leis da Natureza.

Por enquanto, esta posição se resume a uma proposição filosófica (o que é sempre fácil de postular), não detendo ainda o verdadeiro estatuto de uma teoria científica. Mas, a posição contrária – de que o fenômeno da vida, bem como todo o processo evolutivo que conduziu até nós, compreendem um caso singular, meramente conjuntural, totalmente fruto do acaso – também o é

## De Surpresa em Supresa

*Fiquei cada vez mais convencido de que mesmo a Natureza, poderia ser compreendida como uma estrutura matemática relativamente simples.*

*Albert Einstein*

Ainda não há muito tempo é que começamos a dar-nos conta de quão extraordinariamente complexa é a rede fenomenológica causalmente correlacionada de que depende o delicado equilíbrio exigido para a continuidade de uma espécie. A verdade é que mal começamos a perceber que desvios aparentemente pouco significativos nos valores de alguns parâmetros podem acarretar-nos consequências pesadamente adversas. Mas - dada a sutileza da rede de fenômenos envolvidos - como poderemos nós identificar as particulares correlações que nos possam dizer respeito e que, ao fim e ao cabo, nos sejam diretamente pertinentes?

Em Dezembro de 1997, um grande número de vacas, cabras e ovelhas começam a morrer no distrito de Garissa, no nordeste do Quênia e, um mês mais tarde, a epidemia alastrou-se às pessoas. No total, perderam-se cerca de cem mil animais e, dentre as noventa mil pessoas infetadas, perderam a vida várias centenas, no pior surto de febre do Vale do Rift até então documentado. Em Dezembro de 2007, exatamente o mesmo padrão voltou a repetir-se, com a diferença de que, nesse meio tempo, havia-se descoberto, se não toda, pelo menos boa parte da cadeia de correlações responsáveis pela ocorrência daquela doença infecciosa.

Sabia-se – por observações via satélite - que a temperatura do oceano Índico havia começado a subir nos meses precedentes à epidemia de 1997, tendo atingido meio grau de aumento no mês de Dezembro. Ora, o mesmo padrão começara a emergir em Setembro de 2007, tendo a temperatura da água aumentado igualmente meio grau em Dezembro. Esses aumentos de temperatura provocaram, em grande parte do Chifre de África (Quênia, Somália e Tanzânia) um correspondente aumento de pluviosidade, tanto em intensidade como em duração, chuva essa que, por seu lado, deu azo ao recrudescimento da população de mosquitos com vidas suficientemente longas para que o vírus de que são hospedeiros e transmissores, e que provoca a febre do Vale do Rift, se desenvolvesse ao ponto de ser facilmente transmissível. Tudo isto é muito recente e falta-nos – quanto eu saiba – determinar qual seja a causa (será ela antropogênica?) do aumento da temperatura da água do Índico, mas quem poderia, até há pouco, imaginar uma relação direta entre uma doença infecciosa e a temperatura da água do mar?

E o que dizer da correlação descoberta, também há muito pouco tempo, entre os níveis de fotossíntese da vegetação (também detectados via satélite) e o tamanho de uma..., pois, de uma veia nas asas de moscas tsé tsé do sudoeste da África? Descobriu-se que a medida dessa veia indica, tanto o estado de saúde como o tamanho das populações dessas moscas, o que é realmente relevante, uma vez que as tsé tsé são os vetores da doença do sono, provocada por um parasita de que são hospedeiras e que elas transmitem através da sua picada, e que é responsável pela morte de dezenas de milhares de vidas humanas, a cada ano. Ou seja, variação na fotossíntese induz variação no tamanho de uma veia que induz doença do sono, constituindo mais um extraordinário exemplo da intrincadíssima trama urdida por Gaia e da qual só parcial, grosseira, sempre incompletamente, nos vamos dificilmente apercebendo. Insisto ainda com alguns exemplos mais.

Em maio deste ano eu li no International Herald Tribune um interessante pequeno artigo de Steven Strogatz do Departamento de Matemática Aplicada da Universidade de Cornell, no qual ele expunha algumas ligações nada óbvias entre leis de potências e determinadas características de cidades e que, lembra Strogatz, vêm atribuir um significado para lá do meramente metafórico ao paralelismo estabelecido por Aristoteles há vinte e três séculos entre a *pólis* e a vida. Strogatz remete-nos exactamente para meio século atrás, para o ano de 1949 (o septuagésimo da vida de Einstein), quando um linguista de Harvard George Kingsley Zipf propôs explicar o fato de serem efetivamente muito poucas as palavras usadas frequentemente, e da grande maioria delas ser raramente utilizadas Pela assim chamada lei de Zipf, a frequência  $P_n$ , de uma palavra classificada por ocorrência em  $n$ ésimo lugar variar inversamente com a potência com  $k$  de  $n$ :  $P_n \sim 1/n^k$ , com  $k$  sendo uma constante próxima de um. Ou seja, a palavra classificada em segundo lugar ocorre aproximadamente metade das vezes da primeira, a terceira colocada ocorre um terço das vezes da primeira, e assim por diante.

## ACETATO

Com boa aproximação, muitos fenômenos naturais obedecem à lei heurística de Zipf, mencionando Strogatz, por exemplo, que a população de uma cidade é inversamente proporcional ao seu tamanho. Com efeito, usando informação

recolhida por satélite (outra vez os satélites), Tim Gulden da Universidade George Mason efetuou uma análise Zipfiana dos mil maiores aglomerados urbanos a nível mundial, assente em diferentes medidas do tamanho de cada uma delas, comparando ordenações de populações, atividade económica e inovações patenteadas. Embora a população das cidades tenda a seguir a lei de Zipf em cada país, esta não se aplica a todas as mil, podendo o desvio atribuir-se, por exemplo, a empecilhos dos fluxos migratórios transfronteiriços. Em face ao número de parâmetros em jogo – tais como as condições sociais e económicas, os fluxos migratórios, as taxas de nascimento, e por aí fora –, é surpreendente que as populações das cidades sigam uma distribuição Zipfiana. Mas, mais ainda, por volta de 2006, começaram-se a descobrir novas correlações dizendo respeito a várias características de cidades, como a quantidade de infra estruturas necessária para manter operacional uma cidade. Quantos hospitais, quantas escolas, quantos tribunais? Qual a extensão da rede de transportes, de água, de eletricidade, de gás, de comunicações? Strogatz refere que o número de postos de gasolina segue muito aproximadamente uma lei de potências que envolve a população levantada à potência 0,77, enquanto que o comprimento da fiação eléctrica é dado pelo número de habitantes a uma potência entre 0,7 e 0,9.

Mas há mais, muito mais ainda. Cultivadas fora dos seus organismos originais, as células de dez espécies diferentes de mamíferos, entre as quais ratos e elefantes, apresentam a mesma taxa metabólica, não guardando, portanto, qualquer memória genética da massa do animal de onde elas provêm. Isso, apesar da taxa de consumo energético poder variar bastante de animal para animal, com a de um elefante sendo muito inferior à de um rato. Daí inferiu-se a chamada lei de Kleiber, pela qual as necessidades metabólicas de um mamífero crescem proporcionalmente à sua massa levantada à potência de 0,74. Strogatz aponta a proximidade destes 0,74 com os 0,77 para as os postos de gasolina e sugere que devam existir fundamentos matemáticos para esperar que, em ambos os casos, se tenha uma potência próxima de 0,75.

Por seu lado, investigadores do Instituto Santa Fé no Novo México argumentam que uma lei de potências 0,75 é exatamente o que se deve esperar se a seleção natural houvesse desenvolvido um sistema que transportasse tão rápida e eficientemente quanto possível energia e nutrientes para todos os pontos de um corpo tridimensional por meio de uma rede fractal, construída a partir de uma série de ramificações, tal e qual se tem no sistema circulatório e nas condutas respiratórias pulmonares, estruturas não muito diferentes da distribuição de ruas, tubulações e cablagem de uma cidade. O que, por sua vez, remete, outra vez, para o Estagirita, com a sua identificação da cidade como um organismo vivo. Identificação agora tornada possível pela linguagem matemática, ao oferecer-nos – transparente e límpida – a unidade subjacente, presente nos metabolismos de um rato e de uma cidade.

### A Responsabilidade da Ciência

*Aussi l'homme ne peut être heureux par la science, mais aujourd'hui il peut bien moins encore être heureux sans elle.*

Henri Poincaré

O crescimento do conhecimento científico, bem como as aplicações tecnológicas dele decorrentes têm sido tão avassaladoras nestes últimos cem anos que não têm dado tempo a que se desenvolvam mecanismos reguladores, capazes de refrear as suas muitas consequências adversas; sobretudo daquelas com maior impacto global, algumas das quais – estamos todos plenamente cientes disso – poderão, a não muito longo prazo, pôr em causa não direi a nossa sobrevivência como espécie, mas certamente a maneira como estamos a apropriar-nos despididamente dos recursos do planeta que nos acolheu.

Convivemos há seis décadas com a ameaça de uma apocalipse nuclear e acompanhamos o constante alargamento da posse de armas nucleares a um número sempre crescente de nações; acompanhamos, mais recentemente, algumas inquietantes questões decorrentes da explosão do saber em Biologia, que, nomeadamente, já permitem alterações genéticas programadas, com todas as difíceis e incômodas implicações em áreas altamente sensíveis como as da reprodução humana e as da produção de alimentos, e, pior ainda, que tornam possível a criação de aterradores mecanismos biológicos de destruição maciça.

Sobretudo a seguir à Segunda Guerra Mundial, vem-se procedendo nos centros reais de decisão à implementação de uma ação determinada de efetiva minorização do cientista. Ao se lhe negar, quase que por completo, qualquer tipo de intervenção social pertinente, o praticante da ciência passou a ter como obrigação praticamente única o fornecimento de ideias que possam ser traduzidas em produtos rentáveis, passando os resultados da Ciência a pertencer ao domínio de ciosos organismos políticos, militares e financeiros. O que não exime os produtores dessa Ciência de serem eles os responsáveis primeiros por todas as consequências perversas que dela advenham. Perante a presença de mecanismos capazes de destruição da vida com uma eficiência verdadeiramente aterradora e face ao desregrado no desenvolvimento de uma cultura assente no consumo desmesurado e no desperdício insensato, não vejo como admissível a irresponsabilização dos próprios cientistas.

### Homo Sapiens: Primata-Gafanhoto

*É tão grande a liberdade que a Natureza reservou para si mesma, que nós, com o Saber e a Ciência, estamos longe de a poder alcançar e domesticar.*

J.W. Goethe

O nosso atual modelo civilizacional – tomado por todos nós como ótimo, adotado por todos nós como padrão de conforto, de progresso e bem-estar – foi criado por um povo empreendedor, habitante de uma ilha chuvosa do ocidente da Eurásia há menos de três séculos, e tem sido perseguido ansiosamente (com variados graus de sucesso) pela quase totalidade dos povos do planeta. Admitimos hoje como ideal uma única cultura, um único mercado, uma única língua dominante, uma única maneira de viver, que impõe como premissa essencial o crescimento contínuo: consumimos todos as mesmíssimas coisas e sempre mais, cada vez mais, dessas coisas. A nossa população, os nossos recursos



econômicos e o espaço ocupado por nós têm vindo a aumentar à taxa média de dois por cento ao ano. Digamos que se admitisse como horizonte temporal para este modelo civilizacional apenas do tempo em que houve faraós nas margens do Nilo ou apenas um quarto do que já dura o Império do Meio. Após mil anos de crescimento sustentado de dois por cento ao ano, tanto o número de primatas que se auto-denominou *Sapiens*, bem como os seus recursos econômicos teriam aumentado por uma fator de quinhentos milhões.

E, contudo, apesar desta absoluta impossibilidade, o nosso atual modo de vida só se sustém, só se mantém em pé desde que não deixe de crescer. Temos de continuar a pedalar a nossa bicicleta – e cada vez mais furiosamente – se não quisermos estatelar-nos. Tal como certas espécies de tubarões/que só conseguem respirar mantendo-se em movimento, o nosso paradigma de sempre maior eficiência, maior produção, maior consumo só assim se mantém viável: crescendo, crescendo sempre. Estamos, pois, perante uma lógica irrecusável e indesmentível: É forçoso alterar o rumo, é imperioso guinar decisivamente para uma outra alternativa de vida. O modelo que adotámos como ideal a perseguir, baseado como está no consumo crescente de recursos é absolutamente insustentável; Gaia, sendo um sistema limitado – como, aliás, são todos os sistemas deste Universo – não pode sustentar o crescimento ilimitado, necessário ao *modus vivendi* tomado hoje como melhor. Isso está fora de questão, que é, de fato, inteiramente outra: iremos ainda a tempo de mudar de vida? *Tempus fugit*. Os tais criadores deste modelo, cerne de todos os desequilíbrios, também acreditavam que o seu *Titanic* fosse insubmergível e, bem, todos sabemos a história desse navio, orgulho, exemplo e montra da sociedade da tal ilha chuvosa.

Gaia, ou Geia – a deusa Terra dos Gregos, esposa de Urano, o Céu, que ela se *via* forçada a repelir para sempre para longe de si – mas também Gaia, a teoria de James Lovelock e de Lynn Margulis sobre a história da intrincada e já tão longa endossimbiose entre as componentes vivas e não-vivas do planeta, pela qual a sua física, a sua química, a sua biologia e a sua ecologia se encontram intimamente entrelaçadas num sistema único que tem permitido manter embora, por vezes, precariamente seu meio ambiente dentro do estreitos e estritos limites toleráveis para a vida.

São inúmeros os exemplos desse delicado equilíbrio que só agora vamos aprendendo a entrever. Tal como a evidência geológica recolhida por Lovelock da concentração de sal dissolvido nos oceanos e que aponta para que ela se tenha mantido praticamente constante durante os últimos dois bilhões de anos, apesar da quantidade de sal transportada pelos rios ser suficiente para duplicar a sua concentração a cada cem milhões de anos. Deve, portanto, haver algum mecanismo muito eficiente de remoção de sal dos oceanos e da sua deposição sob a forma sólida em lagoas pouco profundas. Só que ainda não conseguimos perceber como é que Gaia se desincumbe dessa tarefa vital para a vida oceânica (e, portanto, para nós) de manter a concentração salina constante.

Lovelock acaba de publicar este ano de 2009 – o seu nonagésimo – “The Vanishing Face of Gaia: A Final Warning”, onde, mais uma vez, vem alertar-nos frontalmente para as inevitáveis e duríssimas consequências das cada vez mais intoleráveis sandices perpetradas por uma única espécie de

primatas, que, disparatada e irresponsavelmente se arrogou direitos totais, absolutos, exclusivos sobre a Terra. Como se esta pudesse admiti-lo! Como se esta estivesse disposta a tolerá-lo!

Não julguemos, porém, que Lovelock tenha sido o pioneiro a intuir que os oceanos, as massas de terra, a atmosfera e os seres vivos integram um todo estreitamente interligado. Em 6 de Maio deste ano completaram-se cento e cinquenta da morte de Alexander von Humboldt, um dos responsáveis pela visão científica do mundo natural elaborada na primeira metade do século dezenove. No retorno à Europa de uma extensa viagem de exploração ao continente americano na companhia do botânico Aimé Bonpland, entre 1799 e 1804, Humboldt apresenta no seu *Essai sur la géographie des plantes*, editado em Paris em 1807, a primeira visão integrada de uma “física geral da Terra”, implicando nada menos do que uma síntese de fenômenos atmosféricos, oceânicos, geológicos, ecológicos e culturais. Aliás, foi inspirado pelas ideias introduzidas no *Essai* de Humboldt sobre um todo interligado que Darwin se decidiu a encetar sua viagem de exploração no *Beagle*, sem a qual *Origem das Espécies* não poderia ter nascido.

Terra, que se fizera apresentar como Ceres benéfica e benevolente durante os últimos dez milênios – período em que iniciámos a nossa fixação à sua superfície, abandonando o nosso longo período de caçadores-recoletores para passarmos a exploradores cada vez mais rapaces dos seus limitados recursos –, face à nossa insensatez, à nossa avidez, à nossa cupidez, transfigurou-se, sem que nos déssemos conta, em Medusa implacável. E não pretendamos desconhecer que do sangue de Urano, ao ser separado violentamente de Geia, sua esposa, nasceram as terríveis Erínias, vocacionadas para guardar a culpa da afronta cometida entre parentes – e não é Terra a mãe de todos nós? – e de fazer com que a culpa seja remida, qualquer que venha a ser o tempo necessário para isso. E não será, certamente, por falta de meios que Terra deixará de controlar esta incorrigível praga de macacos-gafanhotos que se encarniça em expoliá-la.

No seu último livro, Lovelock acautela-nos para a complexidade do sistema regulador do clima do planeta, sujeito que é a flutuações não-lineares, que poderão ser tão rápidas quanto catastróficas. Receia-se hoje que o clima possa tornar-se muito mais quente do que o previsto e pior ainda, que, uma vez iniciado, será improvável poder reverter o aquecimento antes, pelo menos, de um milênio.

Existem modelos climáticos que apontam o valor de 350 p.p.m. de dióxido de carbono atmosférico como o limite tolerável para a biosfera, só que o valor atingido em 2007 era já de 382 p.p.m. e como nós, presentemente, continuamos a injetar nove bilhões de toneladas desse gás anualmente na atmosfera... Ser-nos-á possível retornar ao nível de 350 p.p.m.? Um modelo da *National Oceanic and Atmospheric Administration* dos EUA estabelece que, uma vez que se interrompa a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, a sua concentração decrescerá tão lentamente que ele permanecerá substancialmente acima do nível pré-industrial durante pelo menos um milênio. Para nós será – certamente – tempo excessivo; para Terra, um mero piscar de olhos.

Lovelock prevê que – tal como uma desmesurada nuvem de gafanhotos que, após devastar uma larga região, acaba

por ser quase que inteiramente eliminada por meios exclusivamente naturais, deixando muito poucos sobreviventes – também a humanidade está destinada a ser severamente reduzida no seu número. E, todavia, isso que – do ponto de vista estrito da nossa nuvem predadora consistirá numa dolorosa calamidade - poderá vir a redundar num resultado inesperadamente positivo para o planeta. Admitamos, com efeito, que o nosso atual *modus vivendi* se prolongue durante mais um, dois ou mesmo três séculos (embora crises severas estejam previstas para muito antes disso, como, por exemplo, anuncia Martin Rees, que receia que a humanidade não ultrapasse incólume sequer o próximo século). Qual seria o custo para o nosso planeta-mãe? Seguramente que daí adviria a degradação de *todos* os ecossistemas naturais ainda sobreviventes. A quase totalidade da espécie humana, concentrada como está em megalópoles, cujas fronteiras sempre em expansão começam a fundir-se num contínuo de hiperconcentração - não se aperceberia da seriedade dessa devastadora destruição ambiental. As forças que comandam a sociedade humana - e que nos movem a cada um de nós - só se compadecem e só são sensíveis ao prazo de uma geração; o que virá depois de mim não me interessa, nem me preocupa: *Après moi le déluge*, anunciou famosamente um rei de França, que, apenas três quartos de século após o seu desaparecimento teve confirmado o seu vaticínio com o dilúvio trazido pela revolução de 1789, que veio impor toda uma nova ordem, totalmente diversa da anterior.

Mas - dizia eu - admitamos que este nosso modo de vida persista ainda durante mais dois ou três séculos; nesse cenário de saque desbragado do planeta durante algumas poucas mais gerações, todos os recursos de Gaia teriam que ser canalizados para o fim único de alimentar dez ou quinze bilhões de bocas; nesse cenário, não haverá lugar para seja o que for para além da nossa espécie e da dúzia de plantas e da dúzia de animais para esse efeito disponibilizados.

A nossa sobrevivência, porém, não irá depender unicamente da suficiente produção de alimentos, sendo igualmente obrigatório que nos substituamos nas complexas, incontáveis e, presentemente ainda largamente desconhecidas operações de auto-regulação que Gaia vem desempenhando a fim de manter o delicado e frágil equilíbrio biogeoquímico indispensável para a sobrevivência de um ecossistema compatível conosco. É duvidoso, é altamente duvidoso, que sejamos capazes de mimetizar o comportamento materno, sendo muitíssimo mais provável que, ao falharmos irremediavelmente, daí advenha uma espiral de crises ambientais que acabaria, igualmente, por conduzir ao desaparecimento da maior parte da humanidade.

Defrontamo-nos, por conseguinte, com duas possibili-

dades. Ou Terra gera em si uma catástrofe súbita e decisiva, pela qual ela sacuda de si, num único e violento repêlo (como fez com Urano) a peste que a assola, antes que a peste possa infligir-lhe maiores danos, ou ela vai reagindo incrementalmente em episódios de violência faseada, acabando à mesma por se livrar de nós, embora a custos acrescidos para si. O modo como decidirá a nossa mãe controlar a praga em que se tornou a nossa espécie talvez mesmo se encontre já fora das nossas mãos tentar evitá-lo.

Há quem duvide? Que não, que está ao nosso alcance furtar-nos ao duro castigo que não tardará a abater-se sobre nós? Vejamos, então. A quantidade de carbono por nós depositada na atmosfera nos últimos dois séculos e meio atingiu já o bonito valor de quinhentos bilhões de toneladas e – apesar de muita conversa fiada de gente com responsabilidade política – ela tem continuado a aumentar impárravelmente, devendo chegar à ainda mais bela cifra de um trilhão de toneladas, bem antes dos meados do presente século. Eu não estarei cá para ver, mas muitos dos meus contemporâneos certamente estarão; e verão. Um bilhão de toneladas de carbono (para não falar de metano, de óxidos de azoto, de ozônio e por aí fora) encapsulados à nossa volta.

A Terra tem idade suficiente para saber agir em sua defesa: os seus atos são sempre – como dizê-lo? – sim, são sempre *naturais*. Não olvidemos que todos os habitantes de Sodoma e Gomorra foram violentamente aniquilados; lembrêmo-nos de que, com um único dilúvio universal, a humanidade viu-se reduzida à família de Noé. Pois parece que, a curto prazo, teremos que recomeçar, outra vez, praticamente a partir do zero.

Freeman Dyson define sanidade mental como a capacidade de viver em harmonia com as leis da Natureza. Se formos por aí, receio bem que tenhamos coletivamente endoidecido e que nos encontremos num estágio de desequilíbrio tal que não admite auto – medicação; terá que ser ela, a Natureza – ela sim, globalmente infalível – a restituir-nos coerentemente a um modo de vida compatível com ela.

Fazem agora precisamente quarenta anos que eu comecei a manifestar-me publicamente sobre este assunto, mas, acadêmico que sou, sempre e exclusivamente dentro dos muros da academia, a minha voz é pequena e humilde e, por isso, permitam-me que apresente duas outras muitíssimo mais relevantes. Goethe ensinou-nos que “para poder gastar num lado, a Natureza vê-se forçada a economizar noutro”. Ela poderá, a curto prazo, decidir economizar conosco. “O Homem-- observou Darwin – “escolhe tendo em mente o seu próprio bem-estar; a Natureza apenas para o bem-estar do ser de que ela cuida.” Estará ela, ainda, disposta a cuidar de nós?

Pedidos de cópias desta publicação devem ser enviados aos autores ou ao:

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Área de Publicações  
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 – 4<sup>o</sup> andar  
22290-180 – Rio de Janeiro, RJ  
Brasil  
E-mail: [socorro@cbpf.br](mailto:socorro@cbpf.br)/[valeria@cbpf.br](mailto:valeria@cbpf.br)  
[http://www.biblioteca.cbpf.br/index\\_2.html](http://www.biblioteca.cbpf.br/index_2.html)

Requests for copies of these reports should be addressed to:

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas  
Área de Publicações  
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 – 4<sup>o</sup> andar  
22290-180 – Rio de Janeiro, RJ  
Brazil  
E-mail: [socorro@cbpf.br](mailto:socorro@cbpf.br)/[valeria@cbpf.br](mailto:valeria@cbpf.br)  
[http://www.biblioteca.cbpf.br/index\\_2.html](http://www.biblioteca.cbpf.br/index_2.html)