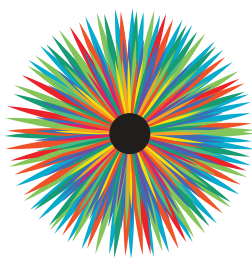


DE ONDE
VIEMOS?

QUEM
SOMOS?

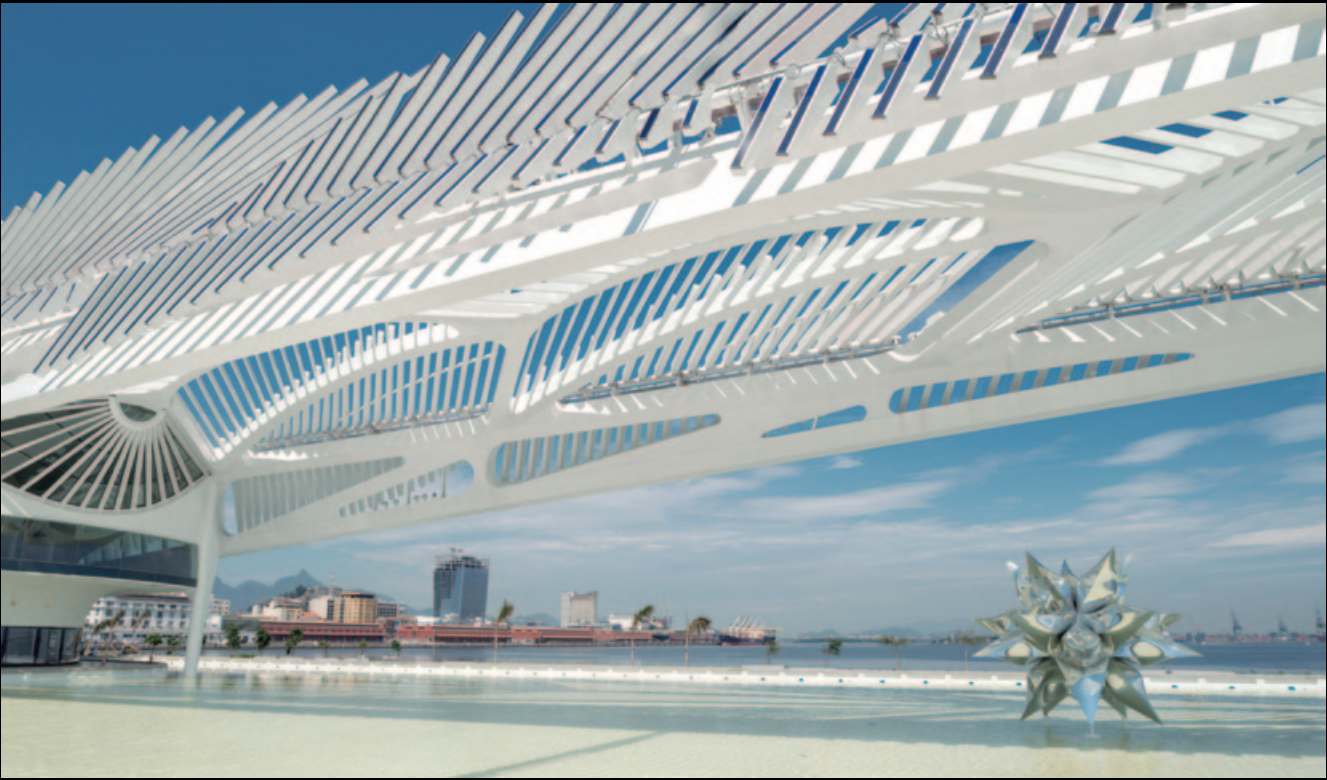


Museu do **Amanhã**

ONDE
ESTAMOS?

PARA ONDE
VAMOS?

● COMO QUEREMOS IR?



UM MUSEU PARA O RIO E SEU NOVO TEMPO

Todos que desembarcam num porto, qualquer porto, têm a consciência, se não mesmo a visão, de que um futuro está prestes a se descortinar. E pressentem que esse futuro não é algo distante no tempo, abstrato: ele começa agora, sempre no momento em que os pés, antes sobre o convés do navio, na incerteza (e nas possibilidades infinitas) do mar, tocam as pedras pisadas do cais, como no famoso samba.

Para boa parte dos homens e das mulheres que desembarcaram no Porto do Rio de Janeiro ao longo da história, o futuro e suas possibilidades muitas vezes pareceram incertos. E, apesar do cenário fatalmente nada promissor, foram esses homens e essas mulheres que em grande medida construíram a cidade do Rio, e deixaram um legado de arte, religião, ciência, cultura, de tudo, enfim, que o engenho humano é capaz de criar.

Um dos maiores legados da revitalização da região portuária carioca é, certamente, a oportunidade de revolver essa história. Hoje, graças ao minucioso trabalho arqueológico e histórico realizado no cais e em seus arredores, o Rio conhece mais e melhor a trajetória de grande parte de sua população; sabe que foi o maior porto de chegada de escravos africanos no mundo; tem, a partir daí, a exata consciência do que pode representar o amanhã e suas possibilidades. E, principalmente, reconhece sua força criadora e transformadora.

Como um navio que atraca no Píer Mauá, o Museu do Amanhã prossegue nessa condição de quem desembarca no cais: pensa, teme, sonha, projeta, vislumbra as diversas possibilidades de futuro. E o faz sob o ponto de vista da ciência. É um museu de ciência aplicada que parte da urgência do presente e incentiva a reflexão sobre as diversas possibilidades do amanhã. E, como consequência, provoca ações para se chegar ao amanhã que queremos.

Hoje vivemos na Era do Antropoceno: a ação humana, seja individual ou coletiva, gera impactos de dimensões geológicas sobre o planeta. Sob esse conceito é construído o Museu do Amanhã. Com essa consciência é possível entender como a humanidade chegou até aqui e quais os futuros possíveis a partir das ações neste presente.

Erguido numa área de vocação histórica em meio a um ambicioso processo de renovação urbanística promovido pela Prefeitura do Rio de Janeiro, o Museu do Amanhã se insere numa zona portuária transformada em uma espécie de ponto nodal, não apenas da rede de transportes, mas também de uma guinada para a cidade: de como ela foi até agora em direção ao que pretende ser. Nesse sentido, é um verdadeiro ponto de articulação entre passado e futuro.

“A revitalização da região portuária representa um resgate da nossa história. É uma cidade que olha para o futuro, preservando o passado. A nova praça Mauá se autoexplica, aberta, iluminada. Com o Museu de Arte do Rio (MAR) e o Museu do Amanhã, se potencializa, promovendo a integração entre o carioca e a paisagem, a história, a cultura e o lazer, diante do cenário único da baía de Guanabara, que é a razão de ser dessa cidade”, afirma Eduardo Paes, prefeito do Rio de Janeiro.

Projetado originalmente para ocupar dois galpões vazios, os armazéns de números cinco e seis, os planos para o Museu do Amanhã mudaram quando a prefeitura propôs que a Fundação Roberto Marinho transferisse o projeto para um novo local: o Píer Mauá. Não por acaso, ele surge em frente ao MAR, formando um arco cultural que abraça a nova praça Mauá reformada.

“Em um mundo cada vez mais urbano, um dos grandes desafios da humanidade passa pela maneira como ocupamos as cidades. O Museu do Amanhã simboliza a revitalização de uma região da importância do Porto do Rio e, já desde sua construção, leva à reflexão sobre o que esperamos da cidade: um lugar mais integrado e com espaço público mais generoso”, explica o prefeito Eduardo Paes.

A Fundação Roberto Marinho concebeu os dois museus, MAR e Museu do Amanhã, justamente como âncoras culturais do que seria o “resgate” da região portuária. Duas das principais dimensões do conhecimento humano, a arte e a ciência, estão simbolicamente juntas no esforço de revitalização de uma área, mais que obsoleta, até então degradada.

É esse o sentido profundo que a Fundação Roberto Marinho dá a uma tarefa aparentemente simples, a de “fazer um museu”. Fazer um museu no contexto cultural brasileiro significa olhar para um sítio que precisa ser recuperado, pensar seu urbanismo e a proposta arquitetônica mais adequada, escolher um tema e a melhor maneira de transformá-lo numa narrativa contemporânea, prever sua sustentabilidade no tempo e na sua relação com o ambiente e com a comunidade, e, finalmente, entregar um equipamento cultural que alie educação e entretenimento. Concluído esse projeto complexo, o museu abre suas portas para cumprir a missão de qualquer museu: preservar e exhibir a “musa”. No caso do Museu do Amanhã, o nosso próprio amanhã comum, o mundo que queremos legar.

A vocação da Fundação Roberto Marinho de criar museus foi sendo desenvolvida em quase quarenta anos de atividade, primeiramente dedicada ao restauro do patrimônio construído e à preservação da herança colonial. Aos poucos, a instituição foi percebendo que, para melhor celebrar a cultura brasileira, era preciso trabalhar também o patrimônio imaterial.

“Constatamos que a melhor maneira de preservar era dar nova vida e acrescentar novos conteúdos a esses edifícios e monumentos públicos do país, conciliando patrimônio material e imaterial, a exemplo da instalação do Museu da Língua Portuguesa na antiga Estação da Luz, em São Paulo”, recorda José Roberto Marinho, presidente da Fundação.

O Museu do Amanhã
foi criado para ser
um organismo
vivo, em que as
múltiplas atividades
se encontram,
se associam e
se atualizam
constantemente,
para garantir uma
experiência única
para cada visitante.

Em parceria com instituições públicas e privadas, a Fundação projetou o primeiro museu do mundo dedicado a um idioma, o Museu da Língua Portuguesa; celebrou o futebol como fenômeno social ligado à história e à cultura do país, no Museu do Futebol; com o Paço do Frevo, honrou o ritmo, patrimônio imaterial da humanidade, como manifestação cultural merecedora de um espaço para ser festejado o ano inteiro e não apenas no Carnaval; aproximou arte e educação com a ousada concepção de um museu com uma escola ao lado (ou uma escola com um museu ao lado), o MAR; e agora, além deste Museu do Amanhã, prepara, na praia de Copacabana, o Museu da Imagem e do Som para celebrar a cultura brasileira pela criatividade artística do Rio de Janeiro.

"A Fundação Roberto Marinho concebeu e realizou, e o Grupo Globo apoiou diretamente a implantação de alguns dos principais museus e centros culturais do país nos últimos anos", afirma Roberto Irineu Marinho, presidente do Grupo Globo. "Isso demonstra nosso amor pela cultura brasileira, que está em tudo que fazemos também no nosso dia-a-dia, em jornal, rádio, TV, Internet, etc. Em qualquer plataforma nossa ligação com a cultura brasileira é clara. Nos museus isso ganha uma dimensão ainda maior, já que participamos na concepção, no co-financiamento, na divulgação, em todas as etapas do processo".

Em relação ao Museu do Amanhã, um dos pressupostos era desenvolver no Rio de Janeiro um museu de ciência novo, original. "Podemos dizer que existem duas gerações de museus de ciência", explica José Roberto Marinho, lembrando que a primeira é a dos museus de história natural, voltada para os vestígios do passado. Uma segunda geração, que tem como exemplos mais emblemáticos o museu de La Villette, em Paris, e o CosmoCaixa, de Barcelona, reproduz em escala de laboratório os fenômenos da natureza. "Um museu de terceira geração seria construído a partir de uma coleção de possibilidades. Então, pensamos: por que não trabalharmos sua abordagem na perspectiva do futuro que desejamos para a civilização, para as relações entre os seres humanos e entre estes e a natureza? Nosso objetivo foi oferecer ao visitante uma reflexão ética sobre o amanhã que queremos construir", completa.

Para Hugo Barreto, secretário-geral da Fundação Roberto Marinho, o Museu do Amanhã é um convite à reflexão e à transformação. “A simbiose entre o MAR e o Museu do Amanhã determina a regeneração da praça Mauá e valoriza a importância desse conjunto com o passeio criado ao pé do morro de São Bento e ao longo do mar. Está sendo formado um ambiente que convida as pessoas a uma mudança de atitude em relação à cidade e aos que nela vivem. Convida a uma mudança de atitude em relação ao próprio planeta, ou à nossa própria maneira de ‘estar’ nele”, observa Barreto.

A Fundação Roberto Marinho, que tem como modelo atuar em parceria com instituições públicas e privadas, uniu-se à Prefeitura do Rio de Janeiro para realizar esse conjunto de museus – o MAR, inaugurado em 2013, e este Museu do Amanhã, dois anos depois. O projeto conta também com o apoio dos governos estadual e federal, em diversos níveis.

O banco Santander e a BG Brasil são os parceiros privados fundamentais do projeto, participando não apenas com recursos financeiros mas também com seus conhecimentos especializados e redes de relacionamento durante todo o processo de concepção, realização e sustentabilidade do projeto.

Inspirado nas bromélias do Jardim Botânico, o arquiteto espanhol Santiago Calatrava criou um projeto adequado à exuberância da paisagem e à importância histórica da região. “Tivemos o cuidado de que o museu fosse inserido de maneira orgânica no processo criativo de formação e crescimento da cidade”, diz Lucia Basto, gerente-geral de Patrimônio e Cultura da Fundação Roberto Marinho, ao mencionar as duas construções que considera marcantes nas imediações: o Mosteiro de São Bento, declarado pela Unesco Patrimônio da Humanidade em 2014, e o edifício do antigo jornal *A Noite*, na praça Mauá, primeiro arranha-céu da América Latina e sede histórica da Rádio Nacional.

O caráter singular do projeto de Santiago Calatrava representou um desafio em termos de engenharia. Apesar de a estrutura de concreto apresentar uma simetria, as curvas não se repetem propriamente, e cada peça parece única. Com os jardins projetados para ocupar uma área ao longo do museu e encomendados ao escritório de Burle Marx, o arquiteto pretendeu recriar e integrar ao espaço externo um pouco da Mata Atlântica. A área externa tem 30 mil m², incluindo jardins, um espelho d’água, ciclovia e área de lazer.

O Museu do Amanhã está destinado a se transformar em uma ponte da cidade com o mundo e da cidade com seu próprio amanhã.

Estruturado em dois níveis, somando 15 mil m² de área construída, o Museu do Amanhã abriga em sua parte superior o espaço destinado à exposição principal, com um pé-direito de 10 metros. A exposição de longa duração está dividida em cinco áreas principais: Cosmos, Terra, Antropoceno, Amanhãs e Nós. Elas resultam em mais de cinquenta experiências imersivas, audiovisuais e jogos interativos, integradas ao Laboratório de Atividades do Amanhã, que une ciência, tecnologia e arte num ambiente coletivo de experimentação, e ao Observatório do Amanhã, que por meio de um sistema chamado “Cérebro” recebe dados de instituições científicas de todo o mundo.

Assim como os outros museus concebidos pela Fundação Roberto Marinho e seus parceiros, o Museu do Amanhã foi criado para ser um organismo vivo, em que as múltiplas atividades se encontram, se associam e se atualizam constantemente, para garantir uma experiência única para cada visitante.

A atenção com o meio ambiente nasceu junto com museu. A estrutura de aço que cobre a construção tem painéis de captação de energia solar e acompanha o movimento do sol; os espelhos d’água ao lado do museu fazem parte de um sistema que filtra a água do mar para ser usada na refrigeração do prédio e depois a devolve à baía, já limpa, numa pequena cascata no final do píer. “Quisemos sinalizar assim um pouco do desejo de um dia contar com uma baía perfeitamente limpa”, explica Lucia Basto.

Tanto pela arquitetura e conteúdo como pela localização, à beira da baía, o Museu do Amanhã está destinado a se transformar em uma ponte da cidade com o mundo e da cidade com seu próprio amanhã. Quem desembarcar a partir de agora no Porto do Rio, vindo das incertezas do mar, e pisar no cais talvez não encontre certezas, mas um espaço em que as dúvidas quanto ao amanhã podem se converter em pura energia transformadora. ●

DE ONDE
VIEMOS?

QUEM
SOMOS?

ONDE
ESTAMOS?

PARA ONDE
VAMOS?

COMO
QUEREMOS IR?

UM MUSEU SINGULAR EM BUSCA
DE UM FUTURO PLURAL

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA

Cosmos

022 ... O Cosmos, um Universo de possibilidades
ALEXANDRE CHERMAN

Terra

- 030 ... Mudanças climáticas: a complexa engrenagem que desafia a humanidade
GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA E CARLOS NOBRE
- 036 ... Os labirintos do DNA
MAYANA ZATZ E ELIANA DESSEN
- 040 ... Humanidade e biodiversidade: o risco da extinção das espécies no ecossistema terrestre
MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES
- 044 ... A baía de Guanabara, um olhar sobre a história
ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO
- 050 ... Vivendo com microrganismos
HENRIQUE LINS DE BARROS
- 054 ... Todo amanhã emerge na cultura
LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE

Antropoceno

- 060 ... Vivendo no Antropoceno: incertezas, riscos e oportunidades
JOSÉ AUGUSTO PÁDUA
- 066 ... O ser humano de todos os tempos: o imperativo da sustentabilidade como caminho para um futuro possível
SÉRGIO BESSERMAN

Amanhãs

- 072 ... Novas pirâmides populacionais: as desafiadoras reconfigurações de 1961 a 2061, um século de transições
ALEXANDRE KALACHE
- 076 ... Cidades conectadas: a polinização humana
ROGÉRIO DA COSTA
- 080 ... Como seremos amanhã?
BENILTON BEZERRA JR.
- 084 ... Aonde nos levam as rotas tecnológicas da energia?
NEILTON FIDELIS, LUIZ PINGUELLI ROSA E MARCIO GIANNINI PEREIRA
- 088 ... Oceanos, a nova fronteira humana
DAVID ZEE
- 092 ... Mudança, incerteza e desconhecimento: a biodiversidade brasileira no século XXI
THOMAS LEWINSOHN
- 096 ... A forma do futuro
PAULO VAZ
- 100 ... O amanhã de todos no cérebro de cada um
SUZANA HERCULANO-HOUZEL

Nós

- 105 ... Oca do conhecimento: o amanhã começa hoje

AS FORMAS DO TEMPO

010 ...

020 ...

028 ...

058 ...

070 ...

104 ...

112 ...

UM MUSEU SINGULAR EM BUSCA DE UM FUTURO PLURAL

 POR LUIZ ALBERTO OLIVEIRA

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA é físico e curador do Museu do Amanhã. Doutor em cosmologia pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/MCTI), foi pesquisador do Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica (ICRA-BR) da mesma instituição, onde também atuou como professor de história e filosofia da ciência. É professor, palestrante e consultor de diversas instituições.

Estamos todos familiarizados com a imagem da linha do tempo, pelo menos da forma como geralmente é apresentada nos livros de história, em enciclopédias ou revistas. Ao longo dela desfilam, bem-comportados, os grandes acontecimentos e seus personagens mais célebres, as invenções e os gênios que as criaram. Por essa linha, reta como uma ferrovia, tudo o que o futuro tem a fazer é avançar – inexorável e veloz como uma locomotiva, esse símbolo convencional do progresso na imaginação do século XIX. Nada mais reconfortante do que a imagem do futuro como um ponto em algum lugar à frente, imóvel, à nossa espera para se tornar realidade. Reconfortante – e ilusório. O tempo, é claro, não é uma linha reta. Tampouco o futuro é um ponto fixo: na verdade ele ainda não está em parte alguma. A ideia central sobre a qual se baseia a narrativa proposta pelo nosso museu é justamente a de que o amanhã é uma construção e de que essa construção começa hoje.

O Museu do Amanhã também tem, é verdade, sua linha do tempo, mas o conjunto de experiências e vivências que oferece compõe um trajeto tortuoso como a realidade, imprevisível como a vida. A linha da reflexão que propomos ao visitante pode ser tudo, menos reta. Nas voltas que ela dá, percorre, sinuosa, o passado, o presente e mais de um futuro possível. Desce ao fundo dos oceanos e se eleva até as nuvens, explorando as transformações no nosso clima; penetra entre matérias concretas, como as estruturas do DNA e os circuitos dos dispositivos eletrônicos, mas também contorna e envolve entidades inefáveis, como sentimentos e preconceitos, medos e esperanças, emoções e premonições.

A visão convencional a respeito do tempo não deixa de estar atrelada a uma visão igualmente superada da ciência. A revolução científica, desencadeada pelas teorizações audaciosas de um Einstein ou de um Bohr, teve início no começo do século XX. Desde então, experimentos decisivos e observações demolidoras acabaram por implodir os fundamentos dos paradigmas clássicos. Apesar disso, as consequências dessa revolução iniciada há um século ainda não se fizeram sentir na imagem que a maioria das pessoas faz da ciência. A visão de uma ciência como um conjunto de verdades acabadas só aos poucos dá lugar à compreensão de que ela somente pode aspirar a saberes transitórios, sempre sujeitos à superação e à renovação. As respostas são sempre parciais. Encaixar a última peça do quebra-cabeça é ao mesmo tempo recortar um novo conjunto de peças.

Para propor uma nova visão a respeito do tempo e do amanhã, assim como para estimular outra maneira de encarar a ciência, nada mais apropriado do que um novo tipo de museu. O Museu do Amanhã foi idealizado como parte e – mais do que isso – como a âncora de um amplo projeto de revitalização da área portuária do Rio de Janeiro, o mais ambicioso plano de intervenção urbanística nos últimos cinquenta anos da cidade. A proposta inicial, mais modesta, de criar um museu voltado para a questão da sustentabilidade, instalado em dois dos antigos armazéns do porto, acabou ganhando nova dimensão com a decisão de encomendar ao espanhol Santiago Calatrava um projeto arquitetônico arrojado, que funcionasse como um ícone da renovação a ser vivida por toda a área. A ousadia do Museu do Amanhã, contudo, não se limita às suas linhas arquitetônicas. Seu objetivo passou a ser explorar a ideia de que o amanhã não é uma data no calendário, nem uma fatalidade, tampouco um lugar aonde vamos chegar: o amanhã está sempre em produção.

OBSERVATÓRIO DO AMANHÃ

O tempo, como disse o poeta, não para. E o nosso museu também não. Como um organismo que pretende estar não apenas vivo mas alerta, manteremos constantemente atualizado o conjunto de dados usado para elaborar os diferentes conteúdos apresentados ao público. Seja uma nova foto captada por satélite, ou os números mais recentes acerca da situação do Cerrado, ou um novo relatório da ONU sobre população, um setor específico do museu, chamado de Observatório do Amanhã, vai receber e filtrar esses dados para que a exposição permanente exiba informações atualizadas, rigorosas, expostas com clareza e articuladas entre si. Os recursos maciços de tecnologia da informação, compatíveis com as necessidades de um equipamento quase totalmente virtual, facilitam a absorção desse fluxo constante de dados, imagens, gráficos e números produzidos por entidades como a Nasa, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), o Instituto de Recursos Mundiais (WRI) e cerca de outras oitenta instituições em todo o mundo, com as quais o museu manterá uma colaboração formal e permanente.

Além de gerir essa massa de informações que alimentará as experiências expositivas do museu, o Observatório do Amanhã se destina a outras funções. Misto de centro de edições e núcleo de debates, o Observatório vai repercutir esse conteúdo, promovendo a aproximação de diferentes setores da academia e da sociedade para discutir sobretudo temas pertinentes a dois eixos éticos do museu: sustentabilidade e convivência. Os usuários poderão se filiar ao Observatório para realizar pesquisas, interagir com os dados por meio de análises e simulações, usar espaços para reuniões e participar, até mesmo a distância, dos seminários e ciclos de palestras realizados em nosso auditório.

Inscrito numa tradição recente de museus experienciais, que apostam na interatividade – como no Brasil já fazem o Museu do Futebol ou o Museu da Língua Portuguesa, ambos em São Paulo –, ele também guarda uma afinidade com a geração de museus de ciência que se espalhou pelo mundo nas últimas duas ou três décadas. Se a primeira geração de museus de ciência natural trabalhava com um acervo físico, constituído de relíquias, fósseis, fragmentos e artefatos, num momento seguinte a intenção deixou de ser apenas oferecer informação ao visitante ou mesmo a mera fruição de um acervo, como acontece nos museus clássicos de belas-artistas. Os museus de ciência passaram então a tentar demonstrar de que modo as coisas funcionavam. Quais são as leis da natureza? Como os corpos caem? Como as correntes elétricas acendem lâmpadas? Museus demonstrativos, eles se propõem a apresentar os fenômenos e a explicar as regras pelas quais se desenvolvem.

Nessa caminhada, o Museu do Amanhã pretende dar um passo adiante, indo além da contemplação e da interatividade. Nosso objetivo foi criar um museu de ciência aplicada. Mais do que apenas mostrar como a ciência funciona, como os cientistas trabalham, elaboram as leis, fazem suas descobertas, nosso objetivo é usar os recursos que a ciência desenvolveu nos últimos tempos para convidar o visitante a explorar caminhos possíveis para o futuro.

Se os antigos museus de ciências naturais eram organizados em torno de uma coleção de objetos e espécimes mortos, o acervo essencial do Museu do Amanhã é composto de possibilidades. Antes, vestígios do passado; agora, futuros possíveis. Nesse sentido, trata-se de um museu totalmente original. Do seu conceito se destacam duas características complementares. Além de oferecer uma experiência inteiramente imaterial, que são os amanhãs possíveis, é também um museu claramente engajado com uma figura do tempo: a figura do amanhã.

Para dar conta de uma ciência que é um conjunto de saberes transitórios em constante transformação e poder sondar um amanhã composto de futuros possíveis, é vital que os conteúdos do museu sejam continuamente atualizados. Suas prospecções, previsões e estimativas, nos diferentes campos da natureza e da atividade humana, serão atualizadas sempre na perspectiva dos cinquenta anos seguintes. Daí, portanto, a opção por tornar o museu inteiramente digital, de forma a poder proporcionar ao visitante a vivência de algo que é imaterial, algo que está no campo dos possíveis. Com exceção de alguns poucos objetos físicos, tudo o mais no museu é virtual.

O fundamento conceitual do museu é o entendimento de que o amanhã não é o futuro. Pois se o futuro é alguma coisa que estaria lá, que já estaria lá, o amanhã está aqui, e está sempre acontecendo. E essa construção vai ser feita pelo visitante, pelas pessoas, pelos cidadãos, enquanto cariocas, enquanto brasileiros, enquanto integrantes da espécie humana.

O objetivo é construir uma sequência de experiências nas quais o visitante possa, pouco a pouco, ir adquirindo os meios, os recursos para vivenciar as possibilidades do amanhã que se abrem hoje. O que o museu no fundo pretende oferecer é uma experiência de causalidades. Para falar do futuro em outros termos, convém recorrer não à linha reta, mas à imagem do labirinto, tão cara ao escritor argentino Jorge Luis Borges. Para o autor do conto “O jardim dos caminhos que se bifurcam”, longe de ser uma armadilha espacial que não leva a parte alguma, o labirinto tem sua unidade fundamental na encruzilhada. Diante dela, que caminhos tomar? Que portas abrir? A escolha é imponderável. A cada caminho seguido ou porta aberta, o dado do acaso rola sobre a mesa da necessidade. Um labirinto é uma matriz de futuros.

Para nos guiar nesse labirinto, dispomos de algo mais do que o simples acaso: a ciência aplicada nos oferece recursos para sabermos que a cada decisão que tomarmos corresponderá uma consequência. E esta, por sua vez, lançará sua sombra sobre nós e sobre as próximas gerações. Se optarmos por determinadas ações, certos cenários se tornarão mais prováveis. Se ações diferentes forem empreendidas, outros amanhãs serão favorecidos. Nossa antiga linha reta, tornada sinuosa como um rio, a partir de um único “hoje” se desdobra em cursos menores, formando um delta de amanhãs possíveis. É essa a figura que o museu pretende explorar.

Para tanto, constituímos uma narrativa envolvendo diferentes dimensões. Optamos por fazer com que cada um dos momentos dessa jornada fosse encarnado por museografia, ambientação e recursos específicos. Ou seja, num total de cinco áreas, cada uma delas conforma certo tipo de vivência espacial, ou de compartilhamento, de movimentação e percurso. Essa exposição principal do museu, uma jornada composta por diferentes etapas, se adapta ao espaço concebido por Calatrava, equivalente ao de uma grande nave de catedral. Os cinco momentos dessa jornada de visita coincidem aproximadamente com as ambiências definidas pelas conformações do teto da construção.

Há duas formas mais diretas de conceber as etapas da visita. Uma delas consiste em associar as dimensões a figuras do tempo. E a outra, em associá-las a perguntas. Todos os conteúdos do museu, sintetizados em mais de cinquenta experiências diferentes, concatenadas e distribuídas nessas cinco áreas, pretendem encarnar grandes perguntas que a humanidade sempre se fez. A ideia é que o visitante explore essa sequência de perguntas.

Na primeira etapa, a qual chamamos “Cosmos”, a pergunta a ser proposta é “De onde viemos?”. E a figura do tempo é o “Sempre”. Em seguida vem “Terra”, que busca provocar a questão “Quem somos?”, evocando a figura de tempo “Ontem”. No espaço a que demos o nome de “Antropoceno”, a pergunta é “Onde estamos?”, e a unidade temporal é o “Hoje”. No espaço do “Amanhã”, procuramos explorar a pergunta “Para onde vamos?”. Finalmente, o percurso se encerra no espaço do “Nós”, no qual vigora a questão “Como queremos ir?”, ou seja, com que valores pretendemos seguir adiante?

Nosso objetivo é que as pessoas sejam arrebatadas da sua vivência cotidiana, dos seus modos habituais de pensar, dos seus lugares-comuns para experimentar alguma coisa que não encontram em casa, na rua ou na internet. Algo diferente, que vão vivenciar apenas aqui. Os conteúdos são transmitidos através de experiências, como uma das oferecidas na primeira etapa, aquela que gira em torno da pergunta “De onde viemos?”. Nela, o visitante se verá imerso na projeção em um domo com 360 graus, percorrendo galáxias, o coração dos átomos e o interior do Sol. Assistirá à formação da Terra, ao desenvolvimento da vida e do pensamento, manifestado pela arte. A ideia é que o visitante possa apreender dimensões da nossa existência natural que não estamos acostumados a vivenciar sem recorrer a instrumentos científicos. Do micro ao macro, das dimensões astronômicas às dimensões subatômicas. Trata-se de uma experiência sensorial, poética, motivadora, que nos prepara para ver o Cosmos como uma totalidade evolutiva, que em muito nos ultrapassa, nos abrange e nos constitui.

DA ÍRIS AO CÉREBRO

Ao entrar no Museu do Amanhã, cada visitante receberá um cartão dotado de chip. Com ele poderá se identificar fornecendo seu e-mail e, se quiser, seu nome. Ao se conectar num dos postos de interação distribuídos ao longo de toda a nave principal, ele estará entrando em contato com a ÍRIS, um programa que personifica o conteúdo gerado pelo conjunto dos consultores que contribuíram para o museu e que tem a capacidade de identificar e dialogar com cada um dos visitantes. Ao se conectar numa outra visita ao museu, a ÍRIS saberá, por exemplo, em quais setores ou áreas a pessoa esteve da última vez, ou de quais atividades participou, podendo então sugerir novos roteiros de exploração ou indicar conteúdos que poderiam ser acessados na nova visita. A ÍRIS também poderá fornecer informações ou atualizações de dados aos visitantes pela internet.

A ÍRIS faz parte do sistema do museu, ao qual foi dado o nome de CÉREBRO, que é capaz de armazenar, permitir análise e distribuir a massa de informações associada aos conteúdos expostos. Ele tem entre suas múltiplas funções paralelas a de registrar os fluxos de visita. O software desenvolvido permitirá determinar em tempo real os conteúdos mais acessados e as características dos visitantes. É como se dessa forma o museu tivesse a capacidade de acompanhar um pouco de seu próprio metabolismo, contando com uma imagem de si mesmo em funcionamento.

O segundo momento é o da Terra, associado à pergunta “Quem somos?” e também à dimensão do “Ontem”. As experiências, informações e vivências nesse espaço nos colocarão diante da constatação de que somos terráqueos. Somos sínteses ou combinações de matéria, vida e pensamento, representados nessa etapa por três grandes cubos. Longe de serem estanques, essas três dimensões atuam umas sobre as outras. E a singularidade é que o pensamento tem a capacidade de refletir sobre as suas bases orgânicas, investigar seus suportes materiais, abranger o próprio Cosmos de onde viemos. Sabemos hoje que somos parte do Cosmos, e exatamente por isso ele também é parte de nós.

Todos os cubos terão um conteúdo externo e um interno. No Matéria, por exemplo, pelo lado de fora o visitante terá uma visão unificada da Terra, tal como a avistou o cosmonauta russo Iuri Gagarin. Ela não será apresentada fragmentada em países ou continentes, mas na perspectiva de um único astro. Nessa experiência, o visitante verá cerca de cento e oitenta fotografias da Terra em grande ampliação. E no interior do cubo se familiarizará com os diferentes ritmos que marcam o funcionamento material do planeta. Diferentes fluxos batizados por nós, em termos metafóricos, como “oceanos”. O movimento muito lento das placas tectônicas – de alguns centímetros por ano –, o movimento mais rápido das correntes marinhas, de dezenas de quilômetros por hora, o movimento bem mais veloz dos ventos pelos ares e o movimento rapidíssimo da luz do Sol. Esses quatro ritmos se associam para produzir um novo, que é o ritmo do clima, da sucessão das estações.

A seguir, temos o cubo da Vida, cuja “pele” remete ao suporte bioquímico do código básico que preside a composição e o desenvolvimento de todos os seres vivos, o DNA; já o interior apresenta a imensa variedade dos organismos, que se relacionam de múltiplos modos e se integram formando ecossistemas. Apresentaremos o ecossistema da baía de Guanabara, onde o museu se localiza, em seus variados estratos, do topo da serra dos Órgãos aos manguezais da orla, e também exibiremos o ecossistema microbiano de que cada um de nós é portador, e do qual nossa saúde depende.

O terceiro cubo, enfim, apresenta a dimensão do Pensamento. No exterior, temos mais uma vez um elemento unificador: nosso sistema nervoso, que é essencialmente o mesmo em todos os seres humanos. Dessa identidade fundamental, no entanto, resulta a incrível diversidade das culturas, ilustrada por centenas de imagens que retratam diferentes aspectos de nossa vida, sentimentos e ações – como habitamos, celebramos, conflitamos, pertencemos.

A etapa seguinte é o momento central: tanto espacialmente, já que se encontra bem no meio do itinerário, como em termos conceituais, pois discute nossa condição e a do planeta. Antropoceno é um termo formulado por Paul Crutzen, Prêmio Nobel de Química de 1995. O prefixo grego “antropo” significa homem, humano; e o sufixo “ceno” denota as eras geológicas. Este é, portanto, o momento em que nos encontramos: a Era dos Humanos. Aquela em que o *Homo Sapiens* constata que a civilização se tornou uma força de alcance planetário e de duração e abrangência geológicas. Num processo muito rápido, passamos de poucos milhares de indivíduos, há cerca de 70 mil anos, quando começamos a nos disseminar pelo planeta, para 7 bilhões de pessoas. Do ponto de vista biológico, trata-se de um crescimento equivalente ao de uma colônia de bactérias: um ritmo extremamente explosivo, num prazo muito curto. Nós nos planetarizamos: não existe hoje uma região sequer que não seja afetada direta ou indiretamente pelo conjunto da atividade humana. A pergunta a ser explorada é: “Onde estamos?”, e o tempo é o “Hoje”.

Para marcarmos fisicamente essa consciência acerca deste “hoje”, erguemos algo como um grande monumento, que teve sua inspiração nos menires de Stonehenge, na Inglaterra. Com isso queremos chamar a atenção para as consequências da atividade humana. São seis menires, de dez metros de altura por 3,5 metros de largura, cobertos de luz. Foi a maneira plástica que encontramos para anunciar, sem deixar margem a dúvidas: é aqui que nos encontramos, no Antropoceno. Em quatro desses menires temos cavernas, onde o visitante pode explorar e buscar mais informações, mais evidências sobre o quadro da planetarização, uma maior compreensão que temos hoje a respeito desse processo. Essa é a experiência central do Museu do Amanhã.

Se levarmos em conta que em um único século mudamos o padrão de sedimentação de todas as bacias hidrográficas do mundo, em todos os continentes; que mudamos a composição da atmosfera, porque estamos há três séculos consumindo combustíveis fósseis numa espécie de incêndio contínuo; que estamos interferindo drasticamente na distribuição da vida, nos biomas da Terra; que estamos mudando os regimes do clima... Levando tudo isso em conta, os geólogos do futuro que examinarem nossa época encontrarão vestígios e evidências de que um novo agente ganhou alcance planetário e afetou a Terra nesse período geológico. Esse agente é a humanidade.

Daí a força do termo Antropoceno: ele assinala que estamos numa nova era geológica, a era em que a ação humana afeta todos os domínios do planeta. E, é claro, afeta a continuidade da própria humanidade. É o momento em que as ações humanas necessariamente trazem consequências para seu próprio autor. Isso é característico de certo tipo de sistema natural, a que chamamos sistemas complexos. Seu comportamento é não linear porque as ações desencadeadas por esse agente recaem sobre ele próprio e modificam sua própria natureza.

Doravante não viveremos mais no planeta em que nossos ancestrais viveram. Ao longo de eras inteiras, a Terra esteve congelada; em outras, ficou infernalmente quente. Houve então diversos momentos em que a Terra foi um ambiente muito pouco propício a abrigar uma civilização. Nos últimos 15 mil anos, ao contrário, depois do último degelo, a Terra tem sido um planeta muito acolhedor. Contudo, viveremos num planeta diferente, profundamente modificado por nossas próprias ações. Esse é o entendimento decisivo que o museu pretende oferecer aos seus visitantes. Essa compreensão, que marca o “Hoje”, vai moldar as alternativas que se encontram diante da humanidade.

LINGUAGENS PARA TODOS
OS PÚBLICOS

Fazer com que as novas gerações comecem a repensar sua relação com o tempo e com o planeta é um dos grandes desafios do Museu do Amanhã. As crianças, mesmo aquelas não totalmente familiarizadas com a escrita, constituem hoje parte importante do público dos museus em todo o mundo. Trabalhando com conteúdos de variados níveis de complexidade e sem pretender abrir mão da qualidade da informação, o museu decidiu complementar o percurso proposto com uma série de atividades e vivências.



Os “Amanhãs” são o momento seguinte da jornada, definido pela pergunta “Para onde vamos?”. As simulações, estimativas e projeções associadas a essa etapa estão dispostas num origami. Nele estão demarcadas três áreas, apresentando seis tendências que vão moldar o futuro nas próximas décadas. As áreas demarcadas dizem respeito ao conviver (sociedade), ao viver (planeta) e ao ser (pessoa). As seis tendências são as mudanças no clima, a respeito das quais não existe mais dúvida; o aumento da população mundial em cerca de 3 bilhões de pessoas nos próximos cinquenta anos; a integração e diferenciação dos povos, regiões e pessoas; a alteração dos biomas; o aumento do número, da capacidade e da variedade dos artefatos por nós produzidos; e, por último, a tendência à expansão do conhecimento.

Cada uma dessas tendências promete alterar profundamente nossa vida no seu sentido mais cotidiano, confrontando-nos sempre com questões políticas e escolhas éticas. A esmagadora maioria desses novos 3 bilhões de habitantes do planeta virá se somar à população do cinturão tropical, onde se encontram os países mais pobres do globo. Ao lado da questão ambiental, a desigualdade será um dos grandes desafios que a humanidade deverá enfrentar conjuntamente. Além de mais numerosos, seremos também mais longevos: num fato biológico decisivo, a cada cinco anos ao longo do século XX ganhamos um ano de expectativa de vida. Em um século, ganhamos 25 anos. Contar com avós presentes e ativos na família é hoje algo banal, mas na maior parte da história da humanidade foram figuras raras. Essa extensão da longevidade, e o grande número de idosos a que corresponde, vai nos obrigar a encarar uma nova realidade no que se refere ao mercado de trabalho, e todo o entendimento de como organizar nossa vida produtiva terá de ser modificado.

As outras tendências nos confrontarão com dilemas igualmente desafiadores. Se num mundo cada vez mais interligado estão estabelecidas hoje as condições para o surgimento de uma cultura planetária, urbanizada, estruturada em torno de megacidades, esse contexto, por outro lado, levará provavelmente a uma reação dos que vão preferir se recolher à própria cultura. Como administrar essas tensões? Como gerir cidades de 40 milhões de habitantes ou mais? Os impactos sobre os biomas também exercerão sobre a economia efeitos que mal começamos a avaliar. A atual tendência à miniaturização dos componentes eletrônicos é irreversível: por exemplo, os circuitos dos dispositivos que hoje carregamos no bolso brevemente poderão ser tatuados na nossa pele – já há quem tenha patenteado a ideia – e seus chips integrados diretamente ao nosso sistema nervoso. E a aquisição de conhecimento descreve hoje uma curva aceleradíssima: a quantidade de dados de que dispomos sobre vários campos do conhecimento vem tendo um acúmulo exponencial. Os especialistas avaliam, por exemplo, que a cada três anos, aproximadamente, dobra a quantidade de dados disponíveis sobre química.

Com base nessas tendências, os visitantes poderão visualizar diferentes cenários futuros, cada um deles sendo a provável consequência de um determinado curso de ação que estivermos adotando hoje. Nossa opção ao traçar o quadro de perspectivas possíveis foi por adotar uma postura realista, evitando tanto um otimismo ingênuo como uma visão catastrofista, que tornaria irrelevante a intervenção humana. Ao contrário, acreditamos que – em meio a essa vasta teia formada por causas e consequências – existem alternativas, diversas e abertas, e que estas podem ser vislumbradas a partir das contribuições dos especialistas que colaboraram para o conteúdo apresentado pelo museu.

Sem esquecer que nosso personagem central é a humanidade, procuramos apresentar essas alternativas e possibilidades numa perspectiva histórica através de jogos, entre eles o Jogo das Civilizações, baseado num modelo estudado pela Nasa. Examinando exemplos do passado, como as experiências da civilização Han, na China, os maias ou os vikings, é possível interpretar a evolução das civilizações a partir de variáveis como o consumo dos recursos, o tamanho da população e a desigualdade. No jogo, temos o poder de controlar certos parâmetros para assim fazer uma civilização perseverar ou definhar.

LABORATÓRIO DE
ATIVIDADES DO AMANHÃ

Plataforma de experimentação
transdisciplinar e exibição
de projetos inovadores.

O Museu do Amanhã tem uma área especialmente dedicada à inovação e à experimentação: o Laboratório de Atividades do Amanhã (LAA). Sua missão é contribuir para que o museu seja vivo, em processo de permanente reinvenção.

Espaço de encontros transdisciplinares de arte, ciência e tecnologia, o LAA valoriza a introdução e a adoção de novas ferramentas, novos processos e inovações de ideias e iniciativas. Provoca o público a deixar de ser simplesmente consumidor para se tornar criador: como seres capazes de produzir protótipos de soluções de impacto para sua vida e para o mundo, e assim inventar futuros possíveis. Lançando uma ponte entre o pensar e o fazer, entre o imaginar e o realizar, o Laboratório de Atividades do Amanhã explora oportunidades e desafios em um universo com mudanças contínuas e cada vez mais acentuadas.

Composto por um espaço voltado para produção e experimentação coletiva, que conta com variados recursos e equipamentos de apoio à criação, e por um ambiente para exposições, apresentação de projetos e exibição de protótipos, o LAA também apropria-se de locais dentro e fora do museu como desdobramentos expandidos de sua programação.

O empreendedorismo, o impacto das “tecnologias exponenciais” – como inteligência artificial, internet das coisas, robótica, genômica, impressão 3D, nano e biotecnologia – e a exploração de cenários futuros são os temas centrais do LAA. Sua atuação se dá em quatro frentes: educação (cursos e oficinas), atividades (chamadas criativas e projetos de ‘ciência cidadã’, entre outras), programa de residência criativa e exposições.



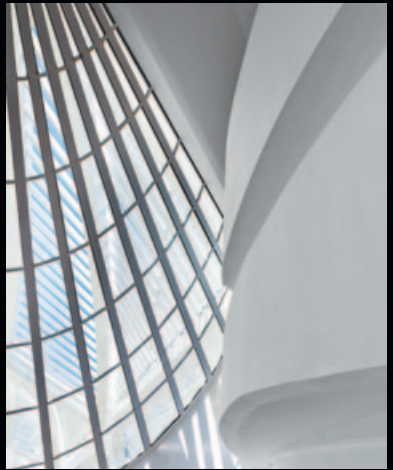
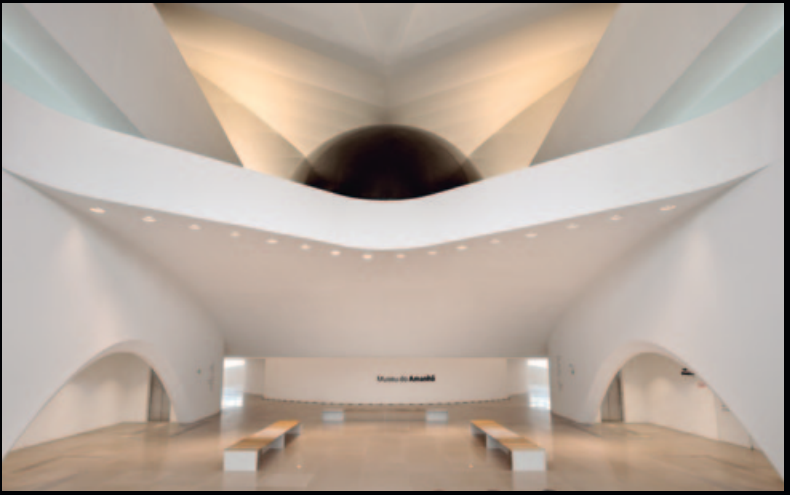
A última etapa do trajeto é a do “Nós”, estruturada em torno do ambiente de uma oca, que simboliza uma casa do conhecimento indígena, em que os membros das famílias e clãs da tribo vêm se reunir e os mais antigos repetem para os mais novos as lendas, as narrativas, as histórias que compõem o fundamento de sua cultura. Depois de vivenciarmos a imensidão e a variedade do Cosmos, das informações e experiências em torno dos dilemas que enfrentamos, é o momento de nos debruçarmos um pouco sobre nós mesmos para refletir sobre como queremos viver com o mundo – pela sustentabilidade – e com os outros – pela convivência. Aqui a ênfase não é na informação, mas sim nos valores que oferecemos à ponderação do visitante.

É neste espaço também que o visitante encontra um dos poucos objetos físicos integrantes do acervo do museu: um churinga. Esse artefato dos aborígenes australianos, de aparência, para nós, enigmática, é, na verdade, uma ferramenta. Contudo, não serve para furar ou cortar: trata-se de um utensílio simbólico. Serve, para aquele povo, como uma ferramenta temporal, para associar o passado ao futuro. Ao morrer, um integrante da comunidade tem sua alma conservada no churinga, onde permanece até poder encarnar em outro membro do grupo. O churinga representa, assim, a própria continuidade do povo e de sua cultura. Por caminhos e acasos misteriosos, o esguio objeto de madeira lavrada deixou em algum momento o árido deserto australiano no século XIX para aterrissar no píer da praça Mauá, em pleno século XXI. Curiosamente, seu desenho básico é bastante semelhante à forma concebida pelo arquiteto Santiago Calatrava. Coincidência, destino, forma: tudo conspira, portanto, para fazer dele um símbolo mais do que apropriado para a missão a que se propõe o Museu do Amanhã: conectar no presente, o passado e o futuro. ●

Seja bem-vindo a essa
jornada da ciência,
das experiências,
das possibilidades.
E lembre: em algum lugar,
neste justo momento,
já está amanhecendo.

O amanhecer
sempre volta,
é sempre o mesmo,
mas a cada vez
é sempre diferente.

O AMANHÃ COMEÇA **HOJE.**



SEMPRE Cosmos

DE ONDE
VIEMOS?



Ponto de partida do percurso do museu, mas também de uma viagem que não tem começo nem fim: o Universo é ao mesmo tempo nossa origem e nosso destino. Das escalas mais vastas às mais diminutas, das dimensões astronômicas às subatômicas, o Cosmos nos abrange, nos constitui e nos ultrapassa: nós o habitamos e ele está em nós. A compreensão desse duplo pertencimento, exterior e interior, funciona como um passaporte para embarcarmos na jornada proposta pelo Museu do Amanhã. Os avanços da ciência nos oferecem hoje uma visão cada vez mais clara do lugar em que nos encontramos no Universo e do momento em que nos achamos em sua evolução. Esse novo contexto global para nosso existir requer durações, distâncias, velocidades e densidades muito diferentes das que estamos habituados na Terra. Numa experiência poética e sensorial, levada a cabo por uma projeção em domo de 360 graus, o visitante será convidado a explorar os 13,7 bilhões de anos de existência do Cosmos, viajando entre aglomerados de galáxias e mergulhando em núcleos atômicos, presenciando a formação do Sistema Solar, o surgimento da vida e do pensamento, simbolizado pela arte. Nossos dilemas e escolhas passam, assim, a ser encarados sob uma nova perspectiva, em que a história humana se enraíza na longa história da vida, que, por sua vez, se apoia na imensa história do próprio Cosmos.

O COSMOS, UM UNIVERSO DE POSSIBILIDADES

022 ...

POR ALEXANDRE CHERMAN

O que é o Universo? De onde ele veio e para onde vai? Essas antigas incógnitas que acompanham a humanidade já colecionam um arsenal de respostas dadas pela teologia e pela filosofia, e ensaiadas em tantos outros domínios do saber.

Há, no entanto, um caminho que nos interessa particularmente nessa história e que busca entender esse campo: a física. Originalmente concebida na Grécia Antiga como “a ciência da natureza”, a física, por definição, se dispõe à não pouco abrangente tarefa de “investigar as leis do Universo no que diz respeito à matéria e à energia, que são seus constituintes, e suas interações”.¹

Ernest Rutherford, descobridor do núcleo atômico, certa vez disse: “Só há dois tipos de ciência: a física e a filatelia.”² Ele chamava a atenção para o caráter predominantemente explicativo da física, tentando (ainda que de forma arrogante e um pouco infeliz) mostrar que todas as ciências em algum momento se valem dela para prosseguir com suas descobertas.

A astronomia, por exemplo, ao separar as estrelas em cores, faz filatelia. Mas é só a partir do entendimento de como elas funcionam, como geram energia e como essa energia se distribui em sua superfície que podemos entender o porquê das cores – e isso é física. O mesmo vale para a geologia e suas rochas, a oceanografia e suas correntes, a meteorologia e seus padrões climáticos, a engenharia, a medicina, a biologia. De mãos dadas com a astronomia, e sem esquecer a filosofia, a física estuda o Universo e tenta responder a três perguntas fundamentais: de onde viemos? (nossa origem no passado); quem somos? (nossa permanência no presente); e para onde vamos? (nossa existência no futuro). Para isso, ela cria dentro de si um novo ramo: a cosmologia, ou o estudo do Cosmos.

ALEXANDRE CHERMAN formou-se em astronomia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, é mestre em ciências físicas pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), onde concluiu seu doutorado. Trabalha desde 1997 na Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro, onde é gerente de astronomia. É autor de cinco livros de difusão científica, entre os quais *Cosmo-o-quê? Uma introdução à cosmologia* (Fundação Planetário, 2000), *O tempo que o tempo tem: Por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário* (Zahar, 2008) e *Por que as coisas caem? Uma história da gravidade* (Zahar, 2010).

¹ *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*, Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. ² J.B. Birks (org.), *Rutherford at Manchester*, Londres: Heywood & Co., 1962.

E o que é esse termo criado por Pitágoras, o Cosmos? Em seu contexto original, o matemático grego reconheceu a existência de uma ordem celeste, intrínseca ao céu à sua volta. Ora, para ele a ordem é a fonte da beleza, e esse “Todo organizado” nomeado por ele como “Cosmos” (ou *κόσμος*, no grego original – palavra que também está na raiz de “cosmético”) seria “o mais belo dos corpos”.³ Esse nome, no entanto, só entraria em nosso vocabulário corrente com o trabalho do destacado geógrafo alemão Alexander von Humboldt, que tomou o termo emprestado para batizar sua obra maior, já no século XIX.⁴

O termo “Universo”, o qual utilizamos cotidianamente como sinônimo de Cosmos nasce, na realidade, de um erro conceitual. Originária do latim *unus verterem*, “aquilo que gira como uma coisa só”, essa palavra não representaria hoje o movimento que define o Universo – pois, definitivamente, ele não gira como uma coisa só. Essa era uma clara alusão à concepção pré-copernicana, na qual a Terra era tida como um astro imóvel no centro do Cosmos, com tudo o mais girando em uníssono ao seu redor.

Ultrapassadas as antigas definições, voltamos a perguntar: o que pode afinal ser compreendido como Universo? A resposta é simples: ele é tudo o que existe, é a expressão mais abrangente do existir natural. Essa definição, antes, tem na sua simplicidade um misto de clareza e de obscuridade, é atraente e misteriosa, não requer fronteiras bem definidas. Se aceitarmos que o Universo é tudo o que existe – e com isso incluímos nele todas as coisas, como objetos, dimensões, realidades, e tudo o que nem sequer podemos desconfiar que possa vir a existir –, então não há nada mais ambicioso do que estudá-lo.

Nossa definição pode ser ainda mais audaciosa se dissermos que o Universo é não apenas tudo o que existe, mas também o que existiu e existirá. Desse modo incorporamos nele nossas divisões temporais, o Ontem, o Hoje e o Amanhã, retornando às perguntas que assolam a humanidade desde que o mundo é mundo: “de onde viemos?”; “quem somos?”; e “para onde vamos?”.

De onde viemos? Como teria sido o Universo no passado? Existiria um passado infinito? Ou tudo teria surgido a partir de um determinado momento?

As duas últimas perguntas podem ser amedrontadoras, e ficaria a critério de cada um escolher o caminho mais acolhedor: teria o Universo existido desde sempre ou teria surgido a partir de determinado momento?

Atrás da primeira opção encontramos o infinito: o Universo existe desde sempre. Nesse caso, nossos cérebros finitos, transitórios e efêmeros talvez não deem conta desse conceito. Como conceber algo que não tem um começo?

Atrás da segunda opção está o espontâneo: o Universo surgiu em determinado momento. Nessa hipótese, a questão está em como lidar com o fato de que tudo o que aí está, esteve ou estará teve origem a partir de um “nada”.

Há infinitos
e infinitos, pois o
Universo do passado
distante, mesmo que
igualmente definível
como infinito,
vem aumentando
continuamente
de tamanho.
Em outras palavras,
o infinito hoje é
obviamente maior
que o do passado.

³ William Smith, *Dictionary of Greek and Roman Biography and Mythology*, Boston: Little, 1870. ⁴ Alexander Von Humboldt, *Cosmos: A Sketch of a Physical Description of the Universe*, trad. E.O. Otté, Nova York: Harper & Brothers, 1860.

A ciência moderna não tem a resposta. Pelo menos ainda não. E talvez jamais a tenha. Mas isso não nos impede de cogitar o passado, um Universo muito jovem e primordial. Desde o começo do século XX sabemos que o Universo se expande, e algo que se expande, necessariamente, ainda que infinito por princípio, aumenta de tamanho. Assim, podemos dizer que há infinitos e infinitos, pois o Universo do passado distante, mesmo que definível como infinito, vem aumentando de tamanho. Em outras palavras, o infinito hoje é obviamente maior que o do passado.

O Universo remoto era menor do que é hoje, mas ainda assim já continha tudo o que existe, existiu e existirá. Logo, a densidade de energia era bem maior do que é atualmente. Tudo o que existe agora já existia antes, mas estava mais concentrado, mais apertado, ocupando um volume menor.

Nesse contexto do Universo muito jovem, coisas estranhas para nosso entendimento, que já não ocorrem normalmente no nosso tempo, podiam acontecer: a transformação de matéria em energia, e vice-versa, era uma delas. Hoje, matéria só vira energia sob condições muito especiais: dentro das estrelas ou em bombas nucleares (isso para citar alguns casos mais conhecidos). Mas, antes, matéria e energia eram intercambiáveis, ou seja, não há muito sentido em falar de uma coisa ou de outra quando nos referimos ao passado remoto.

Matéria e energia são como duas faces de uma mesma moeda. Isso vale também para os dias atuais, mas no presente temos todas (ou quase todas) as “moedas” com apenas uma de suas faces à mostra, revelando-se apenas cara ou apenas coroa. No passado, era como se todas elas (ou quase todas) estivessem no ar, cara ou coroa, indefinidas. Assim era o Universo muito jovem.

Mas poderíamos ainda falar de um período anterior do qual sabemos muito pouco. É possível que nosso Universo exista desde sempre e que a expansão descoberta no século XX represente apenas a atual fase dinâmica do Cosmos, em que o Universo se expande para um dia se contrair. Trata-se de um movimento cíclico: quando estivesse bem pequeno voltaria a se expandir, e assim sucessiva e eternamente. Nesse caso, a humanidade seria testemunha de um momento de expansão apenas, que se repetirá inúmeras vezes. A outra hipótese a ser considerada é aquela na qual o Universo não é eterno, mas teve um começo bem definido. Nessa visão, em que tudo o que nasce deve morrer, o Universo também teria um “prazo de validade”, conhecido ou não. No entanto, as leis da física não estão ainda preparadas para tratar do surgimento de si próprias, e a incógnita sobre a origem do Universo espera por uma resposta que talvez jamais alcancemos.

O que hoje podemos afirmar como certo é que em determinado momento – há cerca de 14 bilhões de anos – o Universo começou a se expandir. E a esse momento chamamos de Big Bang. Em sua formulação original, a expressão Big Bang representava o instante do nascimento do Universo, hipótese concebida por George Gamow e seus colaboradores na década de 1940, e explicava muito bem o Universo atual. No entanto, ela estabelecia a cosmologia como um poderoso paralelo com os mitos de criação teológicos (o mais comum em nossa cultura é a gênese bíblica, o “Faça-se a Luz!”).

Assim, ainda que alguns cientistas tenham repudiado essa teoria – e é importante frisar que em sua tradução literal Big Bang quer dizer “grande bum”, um nome obviamente pouco digno de uma hipótese sobre o Universo –, as alternativas propostas também não apresentavam soluções completas. Dessa divergência duas coisas sobreviveram: o termo Big Bang, criado por detratores para fazer pouco caso da ideia de Gamow; e a dicotomia que nos persegue até hoje, de um lado o eterno e de outro o finito.

A matéria e a energia que conhecemos bem, que há menos de cinquenta anos presumíamos ser tudo o que havia no Universo, compõem apenas 4% de tudo o que existe. Em números arredondados e não muito precisos, a misteriosa “matéria escura” compõe 27% do Universo e os 69% restantes (ou seja, a maior parte do Universo) são formados pela ainda mais misteriosa “energia escura”.

Em todo caso, foi no início da expansão que se destacou o “campo de Higgs”, pensado na década de 1960 por Peter Higgs.⁵ Esse campo de informação, depois tratado no escopo da mecânica quântica (o que fez surgir o já famoso bóson de Higgs, a partícula que representa esse campo), permeava o Universo primordial e forneceu uma informação valiosa: algumas “moedas que estavam no ar” seriam cara (matéria), outras, coroa (energia). E, ainda dentro dessa analogia, o campo de Higgs designou valores para cada moeda: é matéria? Que tipo de matéria? Quark? Elétron? Neutrino? Ou é energia? Fóton? Glúon? Assim começa o Universo ou, pelo menos, essa fase atual do Universo, contida na pergunta originária “de onde viemos?”.

Para tratar da pergunta seguinte, “quem somos?”, ou “como é o Universo hoje?”, podemos dividir o Universo em três grandes “blocos conceituais”. A matéria e a energia que conhecemos bem seria o bloco 1; a “matéria escura”, o bloco 2; e a “energia escura”, o bloco 3. Incrivelmente, o bloco 1, que há menos de cinquenta anos presumíamos ser tudo o que havia no Universo, compõe apenas 4% de tudo o que existe.

Em números arredondados e não muito precisos, a misteriosa “matéria escura” compõe 27% do Universo e os 69% restantes (ou seja, a maior parte do Universo) são formados pela ainda mais misteriosa “energia escura”. Uma das questões centrais da cosmologia que diz respeito a esse debate está na possibilidade de o Universo se expandir para sempre: sabemos que a força da gravidade tem atuação generalizada a distância, sempre atrativa, e por mais fraca que possa ser perante as outras forças do Universo, é a única com caráter cumulativo. A partir disso, conclui-se que, se houver tempo suficiente, dois corpos (a despeito da massa total e da distância que os separa) sempre acabarão se ligando gravitacionalmente.

⁵ Peter W. Higgs, “Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons”, *Physical Review Letters*, vol. 13, nº 16, out 1964, p. 508-509.

Em vez de estudarmos o que há no Universo hoje para entender o que aconteceria com ele no futuro, devíamos ver como ele evolui ao longo do tempo para então descobrir o que há nele hoje. Foi assim que surgiram os estudos para medir a variação da taxa de expansão do Universo.

Essa conclusão é poderosa e nos leva à seguinte pergunta: os corpos espalhados pelo Universo vão conseguir se atrair gravitacionalmente? Ou ainda: vão conseguir parar a expansão? Há gravidade suficiente no Universo para que um dia ele pare de se expandir?

Apesar do foco sobre o futuro, a resposta a essa última pergunta reside claramente no presente, e para respondê-la devemos nos perguntar o que há no Universo hoje.

No século XX, a pergunta consistia em saber se havia matéria suficiente no Universo para parar a expansão. Note-se aqui uma fundamental distinção: a pergunta se refere a parar a expansão, e não a freá-la. A diferença sutil está no fato de o “frear” poder ser tão fraco que a expansão nunca deixe de acontecer, mas aconteça cada vez mais devagar. Na visão do século XX, não havia dúvidas sobre a existência de um freio gravitacional na expansão do Universo, e o que precisávamos era apenas saber se tal freio era forte ou fraco. Na falta de uma resposta conclusiva, ambos os cenários foram contemplados. A expansão original, iniciada no Big Bang, se tornaria cada vez mais lenta até que afinal pararia e retrocederia. O Universo ficaria menor com o tempo, até que em algum momento do futuro distante tudo se encontraria em uma região de volume mínimo, semelhante à situação do Big Bang.

O que aconteceria depois disso? Uma nova fase de expansão, em um modelo de Universo Eterno, ou o fim de todas as coisas? Esse cenário, em que o Universo densamente povoado possuiria um freio forte, é conhecido como Big Crunch, e encantou os cosmólogos por muito tempo. Nele, o Universo faz coisas diferentes, em diferentes momentos de sua existência, mostrando-se interessante e desafiador. A “morte” do Universo seria quente e convoluta.

Já a hipótese de freio gravitacional fraco concebe que talvez o Universo não seja denso e, nesse caso, em um Universo com pouca matéria e energia, a expansão, cada vez mais lenta, nunca chegaria a parar e aconteceria para sempre. Esse cenário é conhecido como Big Chill, e encantava em especial os astrofísicos. Um Universo que crescesse para sempre, que nunca colapsasse, permitiria que todos os seus constituintes vivessem seus ciclos de evolução completamente. Nessa hipótese, ainda que o Universo pudesse ser considerado algo entediante por fazer para sempre o que já faz hoje, o mesmo não se poderia dizer a respeito do que aconteceria em seu interior.

Assim, podemos pensar que as nebulosas dão origem a estrelas e planetas; que as estrelas têm tempo de viver sua vida por completo, morrendo como anãs brancas ou supernovas, criando nebulosas planetárias, pulsares ou buracos negros, contaminando novas nuvens de gás, ciclicamente, até que não haja mais hidrogênio, o material primordial, e que nada de novo possa ser criado. Nesse futuro, silencioso e solitário, a “morte” do Universo seria fria e lenta.

Diante dessas hipóteses, as pesquisas científicas reconhecem a grande necessidade de se estimar quanta matéria (e energia) existiria no Universo. A questão deixaria de ser simples a partir da descoberta da matéria escura, conceito surgido na década de 1930, com o astrônomo suíço Fritz Zwicky e seus estudos sobre a dinâmica do aglomerado de galáxias de Coma.⁶ Impressionado com a diferença entre os movimentos previstos e os observados, Zwicky sugeriu a existência de uma matéria que seria invisível à detecção, mas que ainda assim exerceria força gravitacional, e batizou-a então de “matéria escura”.

Essa ideia ressurgiria com força na década de 1970, graças ao trabalho da astrônoma americana Vera Rubin sobre a rotação das galáxias, em especial a nossa própria, trazendo o problema para uma dimensão mais próxima de nós.⁷ A existência de um tipo de matéria não detectável parecia uma boa solução para explicar a inusitada dinâmica encontrada nas observações.

Assim, a pergunta inicial sobre os componentes do Universo (a que nos daria também a resposta sobre o seu futuro) se complicou. De repente, já não bastava perscrutar o espaço profundo, recenseando o que havia lá fora. Alguma coisa lá, por definição, não seria observada. E essa coisa não observável, a matéria escura, teria forte participação nos resultados procurados.

Diante dessas evidências, o método seguro parecia ser o estudo direto da taxa de variação da expansão do Universo. Ou seja, o entendimento sobre como a expansão do Universo muda ao longo do tempo se tornou crucial não só para compreendermos o Amanhã, mas também o Hoje. Desse modo, em vez de estudarmos o que há no Universo hoje para entender o que aconteceria com ele no futuro, devíamos ver como ele evolui ao longo do tempo para então descobrir o que há nele hoje. Foi assim que surgiram os estudos para medir a variação da taxa de expansão do Universo. Eles nasceram com um único intuito: descobrir se o freio era forte (muita matéria, incluída aí a matéria escura) ou fraco.

Para surpresa de todos, especialmente para as equipes de cientistas envolvidas na descoberta, as observações mostravam algo impensado: a expansão do Universo estava se acelerando! Não só o freio não era forte, mas havia um acelerador, algo contrário a todos os modelos vigentes.

A descoberta, feita no final do século XX, revolucionou a cosmologia e introduziu um novo componente em nosso modelo do Universo: a “energia escura”. Diferente da matéria escura, que carrega esse adjetivo porque não pode ser vista, a energia escura foi assim batizada porque é “estranha, misteriosa, inesperada”. Seu apelido original era “*funny energy*”, ou “energia curiosa”.⁸

Hoje, quase duas décadas depois da descoberta original, já conseguimos dividir o Universo nos três blocos bem definidos, e sabemos que o maior deles é o da energia escura, seguido pelo da matéria escura e, em um distante terceiro lugar, tudo o que nos compõe (a matéria e energia usuais). Com isso, podemos dizer como será o futuro do Universo: uma expansão acelerada que, finalmente, provocará o esgarçamento do próprio espaço-tempo – um cenário conhecido como Big Rip.

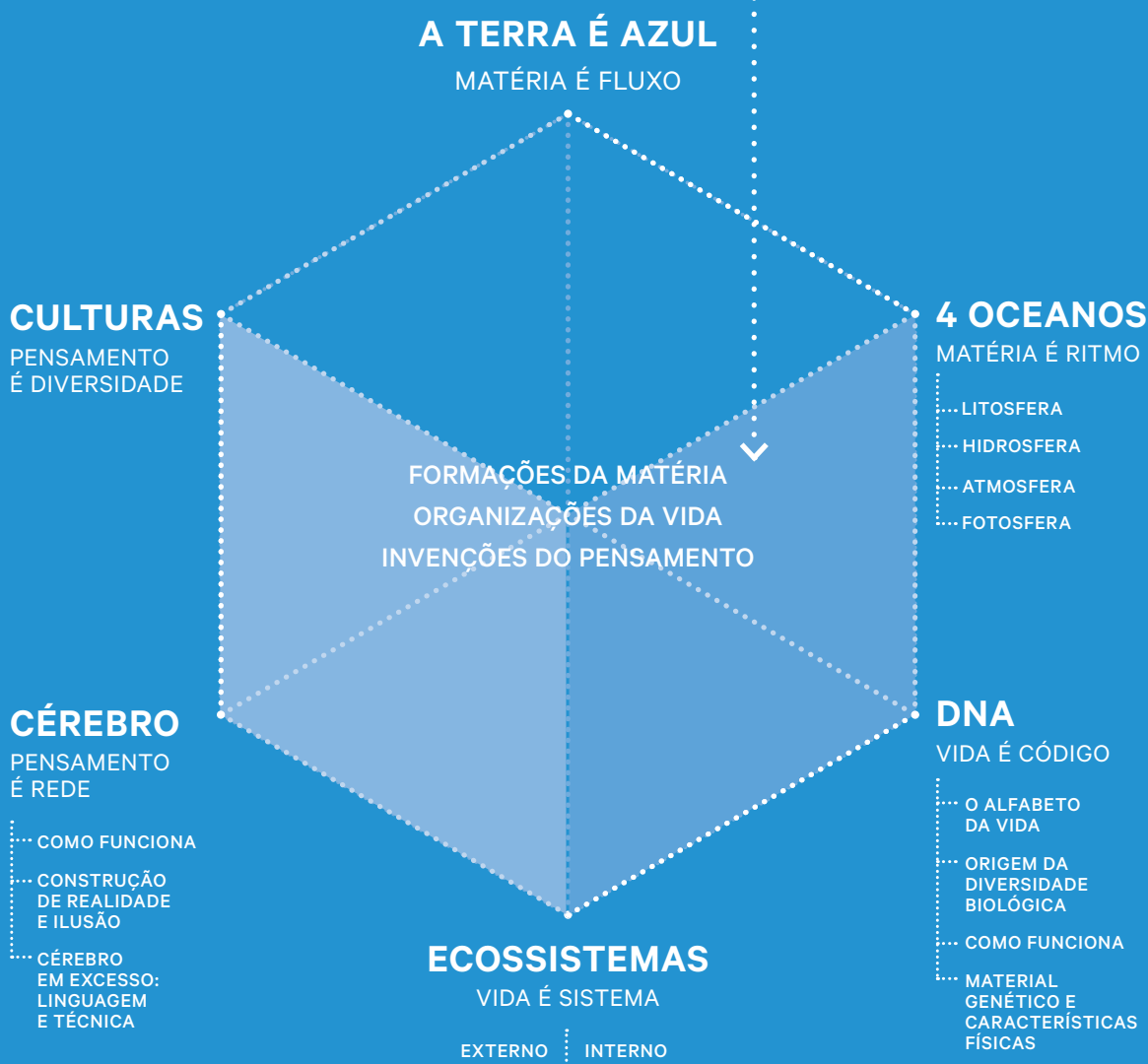
O Universo faz coisas inusitadas e interessantes. E assim como afirmamos sobre a própria definição do Cosmos, também o futuro das pesquisas cosmológicas é brilhante e misterioso, cheio de promessas. ●

⁶ Fritz Zwicky, “Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln”, *Helvetica Physica Acta*, vol. 6, 1933, p. 110-127. ⁷ Vera Rubin et al., “Rotational Properties of 21 Sc Galaxies with a Large Range of Luminosities and Radii from NGC 4605 (R = 4kpc) to UGC 2885 (R = 122kpc)”, *The Astrophysical Journal*, 1980, p. 238-471. ⁸ Segundo relato pessoal do físico Michael Turner, autor do termo “energia escura”.

Terra

ONTEM

QUEM SOMOS?



Constituídos de Matéria, Vida e Pensamento – as dimensões de nossa existência enquanto seres terráqueos –, somos parte do sistema dinâmico que é toda a Terra. Para conhecer esse sistema, é preciso abordá-lo segundo dois pontos de vista distintos mas complementares: o da Unidade e o da Multiplicidade. Trata-se hoje, décadas após o voo pioneiro de Gagarin, de avistar o planeta de fora, como um único astro, e compreender que os movimentos continuamente combinados de seus componentes, sejam os mares ou os continentes, os ares ou a luz, dão lugar ao ritmo básico do clima, a sucessão das estações. Analisamos e identificamos os blocos básicos do código genético que, no interior de todos os organismos, preside o desenvolvimento e as características de cada espécie, e nos admiramos com a extraordinária complexidade das redes de associação entre inúmeras espécies ao formar os ecossistemas, tanto os externos, nos quais flora e fauna se relacionam, quanto os internos, quando descobrimos que a saúde de nosso corpo depende de abrigar trilhões de outros organismos não humanos. Identificamos as três mil substâncias químicas que compõem nosso sistema nervoso e apreciamos a similaridade de estrutura que faz nosso cérebro quase indistinguível em relação a outros, e nos damos conta de que, a partir dessa identidade básica, inventamos os mais variados modos de viver, falar, criar e sentir. Somos um elo de uma corrente muito ampla, e nosso futuro depende da manutenção de uma vasta, complexa e dinâmica rede de equilíbrios no ambiente em que vivemos. Compreendemos, então, que somos parte de um Todo que é muito mais que a mera soma de suas partes.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS: A COMPLEXA ENGRENAGEM QUE DESAFIA A HUMANIDADE

030 ...

POR GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA E CARLOS NOBRE

GILVAN SAMPAIO DE OLIVEIRA é pesquisador do Grupo de Interações Biosfera-Atmosfera do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Bacharel em meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP), é mestre e doutor em meteorologia pelo Inpe. Autor de livros sobre mudanças climáticas e sobre os fenômenos El Niño e La Niña, publicou também diversos artigos científicos em revistas internacionais e nacionais.

CARLOS NOBRE é pesquisador aposentado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), exerce o cargo de presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e é coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas. Possui graduação em engenharia eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e doutorado em meteorologia pelo Massachusetts Institute of Technology. Participou como autor de vários relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), destacando-se sua participação no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, o qual, em 2007, foi agraciado com o Prêmio Nobel da Paz, juntamente com Al Gore. É membro da Academia Brasileira de Ciências, da Academia de Ciências para as Nações em Desenvolvimento (TWAS) e membro estrangeiro da Academia de Ciências dos Estados Unidos.

O planeta é um sistema complexo (que denominamos sistema terrestre), em que muitas variáveis – externas, internas, incluindo ações antrópicas de efeito global – se combinam para produzir as condições climáticas que observamos. Como no mecanismo de funcionamento de um relógio, os componentes do sistema terrestre interagem como uma engrenagem, de maneira constante, sendo difícil isolar a influência de cada um deles.

Quando a radiação solar chega à Terra, ela é recebida pela atmosfera e pela superfície e é convertida em calor e outras formas de energia, produzindo, por exemplo, a circulação dos ventos e as correntes marítimas. Ao mesmo tempo, os diferentes tipos de superfície exercem um papel fundamental na quantidade de radiação solar que será absorvida ou refletida, sejam elas cobertas por vegetação, desertos ou água, neve e gelo.

Uma vez estabelecidos os padrões climáticos de cada região, especialmente os relacionados a temperatura, precipitação e umidade, estes ditam os tipos de organismos vivos que vão proliferar nas diferentes áreas do planeta. De forma recíproca, os seres vivos também vão afetar decisivamente o clima na medida em que recebem e emitem gases de efeito estufa – principalmente as plantas –, entre outras influências que exercem sobre o meio ambiente. Os humanos – com a agricultura e as indústrias – surgem em meio a esse complexo sistema provocando pressão sobre o meio ambiente. Cada um desses fatores, e todos ao mesmo tempo, tem sua parcela de influência sobre as configurações climáticas da Terra.

Para se entender o funcionamento desse complexo sistema planetário criou-se o campo de estudo chamado “ciência do sistema terrestre”,¹ no qual se integram as ciências ambientais, sociais e outras em um contexto único. A meta está em compreender a dinâmica da complexa interação de sistemas naturais e sociais, havendo de um lado a biogeofísica, a biogeoquímica e a biodiversidade e, de outro, os sistemas humanos, como política, cultura, economia, demografia etc. Para melhor observar os elementos físicos que compõem o objeto de estudo dessa ciência, os especialistas costumam classificar as diferentes partes do sistema terrestre nas seguintes esferas, que se sobrepõem e que interagem umas com as outras: fotosfera, atmosfera, hidrosfera, biosfera, criosfera e litosfera.

A hidrosfera é composta pela água, substância mais abundante no planeta que ocupa cerca de 77% da superfície. Ela é formada majoritariamente pelos oceanos, onde a dinâmica das correntes marinhas distribui o calor pelo globo e ajuda a tornar habitáveis diversas regiões. Os oceanos são, também, os maiores responsáveis por prover a atmosfera de vapor d’água – esta, por sua vez, o transporta para os continentes, onde ele se transforma em nuvens e chuva que vão abastecer os rios e lagos, além de contribuir decisivamente para a vida em todo o planeta.

Toda a água congelada existente na Terra constitui a chamada criosfera – que é parte da hidrosfera –, que exerce grande influência sobre o clima. Ora, o gelo, por ser de cor clara (branca), é excelente refletor dos raios solares, mas, quando o gelo existente sobre o oceano derrete (em virtude de um aumento da temperatura da Terra, por exemplo), os raios solares que antes eram refletidos passam a ser absorvidos pelo oceano, pois este é mais escuro. Essa absorção da radiação solar favorece o aumento da temperatura do ar naquela região, induzindo cada vez mais o derretimento do gelo, num ciclo que acelera a redução da área coberta por ele.

Outra importante esfera é a atmosfera, camada de gases que envolve a Terra, cuja composição é um dos elementos-chave do clima. Suas substâncias mais comuns são o nitrogênio (cerca de 78% do volume total de gases) e o oxigênio (aproximadamente 21%). Outras, como vapor d’água, dióxido de carbono, metano e ozônio, apesar de aparecerem em pequena concentração, exercem um papel central sobre o clima, pois induzem o aquecimento natural da superfície do planeta e da troposfera – que é a camada mais baixa e densa da atmosfera – a partir do conhecido fenômeno chamado efeito estufa: quanto maior a concentração desses gases, mais forte é o aquecimento.

¹ A ideia ganhou força na década de 1980 nos Estados Unidos, onde esse mote surgiu, e a partir dele se formaram vários centros de pesquisa que começaram a trabalhar com a perspectiva da integração. No Brasil esse campo de pesquisa só ganhou espaço a partir da última década.

Assim como podemos encontrar cinzas de queimadas da Amazônia em plena Antártica, temos certeza de que, se alterarmos as condições de determinada região (em virtude de desmatamentos e queimadas, por exemplo), estaremos induzindo a ocorrência de alterações em outras partes do globo. O planeta está totalmente conectado pela atmosfera e pelos oceanos.

Por meio da dinâmica das massas de ar, a atmosfera é a principal responsável pela distribuição de calor e de chuvas, pois a movimentação de gases não tem fronteiras e influencia todo o globo. O exemplo clássico dessa questão é o fenômeno El Niño (o aquecimento das águas do oceano Pacífico próximo à linha do equador), que tem reflexos no clima de todo o planeta, incluindo o Brasil. Assim como podemos encontrar cinzas de queimadas da Amazônia em plena Antártica, temos certeza de que, se alterarmos as condições de determinada região (em virtude de desmatamentos e queimadas, por exemplo), estaremos induzindo a ocorrência de alterações em outras partes do globo. O planeta está totalmente conectado pela atmosfera e pelos oceanos.

Ao lado da hidrosfera e da atmosfera, o terceiro componente primordial do sistema terrestre é a biosfera, que inclui a vida em suas diferentes formas: plantas, animais, organismos marinhos e terrestres, macroscópicos e microscópicos. Grandes florestas, como a Amazônia, por exemplo, exercem papel fundamental no processo de absorção da água pelo solo e evaporação para a atmosfera, o que contribui para a formação de nuvens e de chuva. Sua influência também é notável no que toca às concentrações de dióxido de carbono – que as plantas absorvem do ar e transformam em oxigênio, durante a fotossíntese.

Por fim, ressalta-se o papel da litosfera, camada sólida mais externa do planeta, que também tem sua importância, sobretudo por meio da liberação de enormes quantidades de energia, gases e aerossóis em fenômenos como as erupções vulcânicas. Além desses, o movimento das placas que formam a crosta terrestre é responsável por configurar, ao longo de centenas de milhões de anos, a organização dos continentes, impactando com isso as correntes oceânicas, os padrões climáticos globais, o ambiente e a composição e distribuição das espécies.

Considerando ainda a ação antrópica sobre a natureza, configura-se enfim o enorme desafio para a comunidade científica mundial de responder à pergunta sobre o que está acontecendo com o clima. Como essas mudanças poderão afetar nossa vida, nossa alimentação, nossa saúde e o próprio ambiente ao nosso redor? Existe algo que possamos fazer para minimizar os impactos negativos dessas mudanças?

Há pouco mais de vinte anos, a maioria dos países aderiu à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, um tratado internacional² para reduzir os riscos do aquecimento global e tratar do inevitável impacto do aumento de temperatura. Em 1997, dezenas de nações aprovaram um adicional ao tratado, o Protocolo de Kyoto, que reconheceu a responsabilidade dos países desenvolvidos em relação aos altos níveis de emissão de gases de efeito estufa por suas atividades industriais e agrícolas e determinou objetivos concretos para reduzir essa emissão no período de 2008 a 2012 – posteriormente prorrogado até 2020.

Essas medidas políticas são uma resposta aos diferentes estudos climáticos realizados ao redor do globo e à pressão da comunidade científica mundial quanto à importância de minimizar as consequências da ação humana sobre as mudanças climáticas. Para o público leigo, a iniciativa internacional mais conhecida na área é, provavelmente, a do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU (IPCC, na sigla em inglês), um corpo de especialistas que se dedica a compilar dados científicos e sumarizar o avanço do conhecimento sobre mudanças climáticas para fundamentar a tomada de decisões relativas ao tema. Esse órgão, IPCC, conhecido dos meios de comunicação, tem pautado a discussão mundial sobre o clima, seus impactos e as atitudes que podemos tomar para lidar com as questões climáticas.

No Brasil, o interesse pelo tema das mudanças globais foi motivado inicial e principalmente pela importância da floresta amazônica para o clima do planeta, pois era necessário compreender as consequências dessas mudanças para a floresta e para o clima. A partir da década de 1980, parte da comunidade científica mundial voltou os olhos para a região. Até meados dos anos 1990, a maioria dos projetos de pesquisa ali realizados eram liderados por grupos estrangeiros, mas com isso os pesquisadores brasileiros acabaram instrumentalizados para alçar voo próprio, empreendendo projetos bem-sucedidos sobre o tema.

Alguns estudos indicam que parte da Amazônia poderá passar, até meados do século XXI, por um processo de substituição da floresta tropical por savana ou por floresta semidecídua –, o que pode significar um empobrecimento do ponto de vista biológico.

O empenho da comunidade científica internacional em estudos sobre a Amazônia não é mero acaso, claro. A região gera grande receio quando se projetam os potenciais impactos globais a partir do gradual desaparecimento daquela floresta. A Amazônia guarda a maior parcela remanescente de floresta tropical do mundo, desempenhando papel fundamental na regulação hidrológica e do clima de vasta área da América do Sul, além de possuir grande estoque de carbono e excepcional biodiversidade.³ Apesar disso, sabe-se que mais de 18% da mata nativa já foi destruída. Alguns estudos indicam que parte da Amazônia poderá passar, até meados do século XXI, por um processo de substituição da floresta tropical por savana ou por floresta semidecídua – o que pode significar um empobrecimento do ponto de vista biológico. No entanto, ainda hoje existem poucas análises quanto aos efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade. Sabe-se que grandes áreas desmatadas poderiam contribuir para modificar o ciclo hidrológico, o que ocasionaria mudanças climáticas regionais em direção a um clima mais quente e seco. Além disso, se favoreceria a ocorrência de incêndios, com consequências graves para a natureza e as comunidades locais.

Além da degradação da floresta amazônica, outro tema palpitante nos estudos climáticos é o comportamento dos oceanos. Ainda que uma mudança nessa dinâmica seja aparentemente pequena, podem-se produzir grandes variações climáticas em muitas áreas do planeta.

² Para acessar o relatório da Conferência das Nações Unidas acerca das Mudanças Climáticas, de 1994, cf. <http://unfccc.int/essential_background/convention/items/2627.php>. Acesso em 16 ago 2015. ³ Philip M. Fearnside, "Biodiversity as an Environmental Service in Brazil's Amazonian Forests: Risks, Value and Conservation", *Environmental Conservation*, vol. 26, nº 4, 1999, p. 305-321.

Uma das maiores preocupações está no fator de expansão das águas à medida que se aquecem. As águas das camadas superficiais do oceano já aqueceram cerca de 0,6° C nos últimos cinquenta anos, e o aquecimento vai penetrando lentamente nas camadas mais profundas das águas. Esse aquecimento causa expansão térmica da água e, somado ao volume advindo de derretimento de geleiras que adentra os oceanos, eleva o nível do mar, resultando num preocupante aumento de cerca de dois a três milímetros por ano do nível do mar. Se esse valor pode parecer insignificante para alguns, cientificamente ele representa, ao cabo de algumas décadas, um aumento bastante expressivo. Suas consequências incluem não só a perda de ecossistemas, mas inundações mais frequentes em cidades litorâneas e o aumento da vulnerabilidade a tempestades severas.

Além disso, os oceanos são também responsáveis por absorver cerca de um terço de todas as emissões de carbono promovidas pela ação humana, reduzindo o dióxido de carbono atmosférico da Terra, que está associado ao aquecimento do planeta. No entanto, estudos evidenciam que as mudanças climáticas estão afetando negativamente a absorção de carbono pelos oceanos,⁴ pois a água mais quente não é capaz de manter tanto dióxido de carbono como a mais fria, e o aquecimento dos oceanos possivelmente acarretará um aumento nas concentrações do gás na atmosfera. Ou seja, não se sabe ainda por quanto tempo os oceanos continuarão a sequestrar o carbono antrópico nos níveis atuais. Ainda mais preocupante é o fato de a absorção de gás carbônico pelos oceanos resultar em aumento do grau de acidez das águas. A acidificação dos oceanos poderá trazer sérios riscos à vida marinha.

Diante das evidências de como o clima no mundo está mudando, cabe-nos avaliar no presente em que medida é possível conter esse processo – ou ao menos a maior porção dele que ocorre em consequência de ações humanas – e, por outro lado, em que medida devemos nos organizar para enfrentar as consequências de um aquecimento global. Devemos considerar como os países ou cidades poderão passar por desastres naturais mais frequentes, que incluem tempestades severas, enchentes e inundações, secas prolongadas; como tratar doenças trazidas pelas novas configurações climáticas; como adaptar a agricultura às novas condições.

Estudos evidenciam que as mudanças climáticas estão afetando negativamente a absorção de carbono pelos oceanos, pois a água mais quente não consegue manter tanto dióxido de carbono como a mais fria, e o aquecimento dos oceanos possivelmente acarretará um aumento ainda maior nas concentrações do gás na atmosfera.

⁴ Galen A. McKinley et al., "Convergence of Atmospheric and North Atlantic Carbon Dioxide Trends on Multidecadal Timescales", *Nature Geoscience*, vol. 4, 2011, p. 606-610.

Nesse contexto, um conceito importante é o de vulnerabilidade aos efeitos do clima – “a capacidade de um grupo social ou indivíduo de lidar, antecipar e recuperar-se de impactos de desastres”.⁵ Projetos de pesquisa nessa área consideram que diferentes populações têm graus maiores ou menores de vulnerabilidade, a depender de fatores como renda, cultura, educação e poder político.

No Brasil, um mapeamento da vulnerabilidade das diferentes regiões aos impactos das mudanças climáticas⁶ mostrou, por exemplo, que o Nordeste está entre as que mais sofrerão com as consequências não só ambientais, mas também epidemiológicas e socioeconômicas das mudanças climáticas. A projeção é que se agravem problemas como doenças infecciosas endêmicas (malária, leishmaniose, leptospirose, dengue), acidentes por desastres naturais e extremos do clima (escorregamento de encostas, tempestades, inundações), queda da produção agrícola e desnutrição em áreas já afetadas pela insegurança alimentar.

Do ponto de vista da economia brasileira, os resultados preliminares sugerem que a mudança climática terá efeitos negativos para o crescimento do país e o bem-estar humano, embora alguns setores e regiões possam ser positivamente afetados. Além disso, uma questão a ser seriamente considerada é que as mudanças climáticas poderão contribuir para reforçar as desigualdades econômicas regionais no Brasil.

Estudos sugerem que as mudanças climáticas devem ser analisadas em conjunto com a globalização (aumento das conexões entre as pessoas no comércio e na informação), com as mudanças ambientais (degradação dos ecossistemas, redução da biodiversidade e acúmulo de substâncias tóxicas no meio ambiente) e com o enfraquecimento dos sistemas de governança (via redução de investimentos na saúde, aumento da dependência com relação aos mercados e aumento das desigualdades sociais), uma vez que todos esses fatores interagem fortemente e de forma complexa.

Preparar-se e adaptar-se para as mudanças climáticas globais e seus impactos, assim como para mitigar seus efeitos, não é tarefa apenas das altas cúpulas de governantes. Os cientistas acreditam que para diminuir os impactos causados pelas mudanças climáticas através dos cortes das emissões de gases de efeito estufa estas teriam que ser reduzidas pela metade até 2050, com sua eliminação até o final do século – uma meta ousada, mas que pode contar com a contribuição da população. Algumas iniciativas importantes seriam reduzir o consumo de energia, aumentando a eficiência energética, com introdução de mais fontes renováveis de energia limpa, como a solar e a eólica, e utilização de transporte público ou bicicletas; capturar carbono abaixo do solo por uma agricultura sustentável; e preservar as florestas que absorvem o carbono nos solos e nas árvores. Estima-se que cerca de um terço das emissões podem ser reduzidas até 2030 se tais práticas forem adotadas.

Outras atitudes que estão ao alcance de todos são evitar a queima de compostos orgânicos ou lixo de um modo geral; plantar mais árvores e cultivar áreas verdes; reduzir e reciclar o lixo; fazer vistorias constantes nos veículos; economizar água; escolher produtos biodegradáveis; consumir menos carne; diminuir o uso de embalagens; evitar produtos descartáveis; procurar consumir alimentos orgânicos... A lista é longa e, certamente, o cidadão consciente encontrará a maneira de fazer a sua parte. ●

⁵ Piers Macleod Blaikie et al., *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, Londres: Routledge, 1994. ⁶ Ulisses Eugenio Cavalcanti Confalonieri, *Mudança climática global e saúde*, *Com Ciência*, vol. 85, 2007, p. 5.

OS LABIRINTOS DO DNA

036 ...

POR MAYANA ZATZ E ELIANA DESSEN

Você gostaria de saber tudo o que está escrito no seu DNA? Testar quais doenças genéticas podem afetar sua saúde e talvez, no futuro, determinar seu tempo de vida? E escolher quais genes preferiria transmitir ao seu filho e quais deveriam ser riscados do mapa?

O que você faria se decifrasse as informações contidas no seu genoma?

MAYANA ZATZ é professora titular de genética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), onde também atuou como pró-reitora de Pesquisa. Tem graduação e mestrado em ciências biológicas (biologia genética) e doutorado em genética pela mesma universidade, além de pós-doutorado em genética humana e médica pela Universidade da Califórnia. É coordenadora do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco e do Instituto Nacional de Células-Tronco em doenças genéticas. Publicou centenas de artigos científicos, foi colunista da revista *Veja* e integrou o corpo de revisores da revista *Science*. É autora do livro *GenÉTICA: Escolhas que nossos avós não faziam* (Globo, 2011).

ELIANA M. BELUZZO DESSEN é professora do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP) e coordenadora da área de difusão do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco. É bacharel e licenciada em ciências biológicas pela USP, tem mestrado e doutorado em Genética pelo Instituto de Biociências da mesma universidade. É coordenadora de educação/difusão do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco. Atua em diversos projetos que visam desenvolver novas metodologias facilitadoras do ensino de genética tanto para a universidade quanto para as escolas do ensino médio, bem como para a educação continuada dos professores de biologia de escolas públicas. É editora da revista *Genética na Escola*.

Todos os dias, os geneticistas trabalham sobre a tênue linha do equilíbrio: se não ousam o suficiente, não acessam os novos campos da ciência vislumbrados a partir do sequenciamento do DNA; se ousam demais, ultrapassam os limites da ética.

Diferente dos resultados encontrados em exames clínicos, como os que medem a taxa de colesterol ou glicose no sangue, as alterações encontradas em um teste de DNA não mudam. São marcas para toda a vida. Assim, o resultado de um exame genético pode causar grande impacto em nossa vida, afetando relações familiares e decisões sobre reprodução. Antes de divulgar um diagnóstico ou anunciar uma condição genética, portanto, é fundamental discutir as implicações desse saber, o porquê de se querer saber, o que será feito com as informações obtidas.

Para isso é necessário considerar primeiro quanto de nossas características dependem de nossos genes e quanto do ambiente. Para algumas, os genes são determinantes, ou seja, não sofrem influência do ambiente (a definição do grupo sanguíneo, por exemplo). Para outras, o ambiente é determinante (a alfabetização, por exemplo). Mas para a maioria das características há uma interação entre os genes e o ambiente, ativando ou silenciando genes. Entender o papel de cada um é crucial para interpretar um teste genético, manipular o ambiente (por exemplo através da dieta em pessoas com tendência a diabetes) e, no futuro, os genes, de modo a alcançar as metas desejadas.

Conforme diz o biólogo norte-americano Edward O. Wilson, “pai” do termo “biodiversidade”, a biologia não é uma ciência linear, mas tridimensional.¹ E em três dimensões também deve ser a leitura do código da vida, o DNA. Segundo o cientista, “a primeira dimensão é o estudo de cada espécie em todos os níveis de organização biológica: da célula aos organismos, às populações, ao ecossistema. A segunda dimensão é a diversidade de todas as espécies da biosfera. E a terceira dimensão é a história de cada espécie, compreendendo tanto a sua evolução genética como as mudanças ambientais que orquestraram a evolução”.

Grande parte do futuro da biologia depende de uma abordagem interdisciplinar que permita uma viagem por essas três dimensões. O ponto de partida não é simples, nem mesmo quando se examina uma célula. Diferente de um “saco de moléculas”, uma célula consiste num sistema biológico em funcionamento, tem componentes básicos – como DNA, RNA e proteínas – e tem as interações entre esses componentes e deles com o ambiente. A propriedade emergente desse sistema biológico – definida a seguir – é a vida.

Essa consciência de um todo maior do que a soma das partes marca a biologia do século XXI. Ao contrário das teorias reducionistas do passado, hoje emerge uma biologia de sistemas, cujo objetivo é explicar como comportamentos complexos surgem a partir de coleções de componentes mais simples. Tal conhecimento viabiliza, por sua vez, a biologia sintética, cuja meta é recriar um sistema químico não natural com propriedades de sistemas vivos, incluindo herança genética e evolução.

Todos os sistemas biológicos são complexos, são como labirintos vivos, pirâmides cheias de corredores, salões e segredos para serem decifrados. Os sistemas não são lineares e, quando seus componentes individuais interagem, criam propriedades e funções denominadas emergentes. Essas propriedades só podem se manifestar se o organismo for visto como um todo, caso contrário seria como perder-se no labirinto tridimensional, sem perceber a pirâmide.

Mesmo as formas mais simples de vida têm propriedades emergentes imprevisíveis, apresentando enigmas para a engenharia tradicional. A compreensão do comportamento dos sistemas biológicos, em seus vários níveis de organização, depende do estudo das complexas interações dinâmicas entre seus componentes. Isso pede modelos matemáticos detalhados da estrutura bioquímica e biofísica dos sistemas, para se experimentar simulações e – talvez – chegar às previsões almejadas.

Em 2001, publicou-se o primeiro rascunho do genoma humano. Em 2003, dois anos antes do previsto, Francis Collins e Craig Venter anunciaram o fim do sequenciamento do genoma humano, embora ainda haja novos genes sendo descobertos.

Em 2001, publicou-se o primeiro rascunho do genoma humano. Em 2003, dois anos antes do previsto, Francis Collins e Craig Venter anunciaram o fim do sequenciamento do genoma humano, embora ainda haja novos genes sendo descobertos. Mas entender como os genes funcionam, como interagem, entre si e com o ambiente, é pesquisa para mais cem anos.

A definição dos genes que entram em funcionamento ou são silenciados, por exemplo, depende de vários fatores denominados epigenéticos que ainda são objeto de muitas pesquisas. Eles podem variar de acordo com o tipo de célula ou com a idade. Genes que se expressam na vida embrionária ou em fases de crescimento, por exemplo, podem estar silenciados na fase adulta. Uma mesma mutação genética pode determinar uma doença genética em um indivíduo, enquanto em outro as condições para ativar esse gene talvez nunca aconteçam. Entender o que protege algumas pessoas dos efeitos deletérios de uma mutação é de grande interesse porque poderá resultar em novos tratamentos.

¹ Edward O. Wilson, “Systematics and the Future of Biology”, *Proc Natl Acad Sci*, vol. 102, sup. 1, 2005, p. 6520-6521. (Este trabalho é resultante do Colóquio Arthur M. Sackler da National Academy of Sciences, “Systematics and the Origin of Species: On Ernst Mayr’s 100th Anniversary”, ocorrido em 16-18 dez 2004, no Arnold and Mabel Beckman Center of the National Academies of Science and Engineering in Irvine, CA.).

Pessoas com a mesma mutação responsável por uma doença genética podem apresentar quadros clínicos totalmente diferentes, assim como, em outra escala de tempo, na espiral da evolução, ancestrais comuns deram origem a espécies bem diversas. A fonte primária que origina a diversidade é a mutação, isto é, a alteração da sequência do DNA, que pode ser promovida por eventos que ocorrem durante a duplicação do DNA ou causada por agentes mutagênicos, como radioatividade, raios ultravioleta (UV), drogas carcinogênicas.

Sobre as novas sequências, geradas por mutação, atua a seleção natural: a diversidade das formas de vida na Terra originou-se a partir de mutações selecionadas pela maior capacidade reprodutiva no tempo. Do DNA da célula original surgiu a infinidade de formas de vida com as quais compartilhamos a Terra, por meio dos mecanismos de mutação e recombinação.

A dimensão temporal – a história evolutiva – nos mostra como todos os seres vivos são, em maior ou menor grau, aparentados entre si. Algumas porcentagens de semelhança entre as sequências do genoma humano e de outras espécies são impressionantes: temos 95% em comum com chimpanzés, 89% com camundongos; 45% com moscas-das-frutas e até 9% com *Escherichia coli*, a bactéria dos nossos intestinos.² Essa semelhança é indicação da origem comum de todos os seres vivos e possibilita a análise das divergências de uma espécie para outra.

² As porcentagens apresentadas neste texto foram obtidas na exposição científica *Genomic Revolution*, concebida pelo Museu de História Natural de Nova York e adaptada para exibição no Brasil pelo Instituto Sangari (*Revolução genômica*). No entanto, as porcentagens obtidas pela comparação de genomas na maioria das vezes não podem ser diretamente comparadas. Isso porque as comparações dos genomas de diferentes organismos (genômica comparada) são feitas em diferentes níveis, dependendo, em geral, do tempo em que os dois organismos comparados divergiram de seu ancestral comum. As comparações não são portanto equivalentes. Muitas vezes são feitas inferências sobre os resultados brutos de sequência para tornar as comparações mais equivalentes. No entanto, para fins de informação do grande público, os detalhes de como as comparações são feitas costumam ser deixados de lado. Uma explicação detalhada dos tipos de comparações feitas pode ser obtida em Ross C. Hardison, "Comparative Genomics", *Plos Biology*, vol. 1, nº 2, 2003, p. 156. Para as fontes de comparação complementares, cf. M.D. Adams, "The Genome Sequence of *Drosophila melanogaster*", *Science*, vol. 287, 2000, p. 2185; Frederick R. Blattner et al., "The Complete Genome Sequence of *Escherichia coli* K-12", *Science*, vol. 277, 1977, p. 1453; Eric S. Lander et al., "Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome", *Nature*, v. 409, 2001, p. 860; Laurie J. Mullins, "Insights from the Rat Genome Sequence", *Genome Biology*, vol. 5, 2004, p. 221; Gerald M. Rubin et al., "Comparative Genomics of the Eukaryotes", *Science*, vol. 287, 2000, p. 2204; "The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium: Initial Sequence of the Chimpanzee Genome and Comparison with the Human Genome", *Nature*, vol. 437, 2005, p. 69-87; Ajit Varki e Tasha K. Altheide, "Comparing the Human and Chimpanzee Genomes: Searching for Needles in a Haystack", *Genome Research*, vol. 5, 2005, p. 1746-1758; John Craig Venter et al., "The Sequence of the Human Genome", *Science*, vol. 291, 2001, p. 1304.

O sequenciamento do genoma é uma maneira de "ler" a ordem em que as bases ("letras") se dispõem na molécula. Conhecida a sequência de bases – a mensagem contida na molécula – tem início um longo e complexo estudo para analisar e entender seu significado. Computadores e programas especiais são utilizados pelos bioinformatas para prever a localização dos genes, ou seja, os trechos da sequência correspondentes à informação para a síntese de proteínas.

O passo seguinte é prever a função dos genes, o que é feito pela comparação da nova sequência obtida com organismos-modelo bem estudados. A comparação de genes de espécies diferentes permite também inferir o parentesco entre essas espécies, estabelecer as relações evolutivas entre elas e determinar a importância dos genes essenciais, conservados através da evolução. Tal comparação ainda pode ser feita entre indivíduos da mesma espécie, porém com funções diferentes, como insetos sociais organizados em castas – formigas e abelhas, por exemplo.

Algumas espécies chegam a constituir um superorganismo formado por organismos interdependentes, que se reúnem para cooperar na resolução de problemas de sobrevivência. A inteligência individual de formigas-correição é mínima, mas juntas elas formam um desses superorganismos. Com inteligência coletiva, marcham na floresta, criando suas próprias vias, matando e devorando tudo à sua frente. No início da noite, amontoam-se de modo a formar um escudo de proteção com as formigas operárias por fora, tendo ao centro as larvas jovens e a rainha. Ao amanhecer, a bola viva se desfaz e o ciclo se reinicia. Não há um controlador central: a inteligência coletiva cria padrões, usa informações e evolui. Nesse caso, a sequência de DNA de cada formiga é a mesma, mas os indivíduos de cada casta assumem características distintas, a partir de alterações epigenéticas, isto é, o DNA adquire "marcas" e alguns genes podem ser silenciados ou ativados.

Os seres humanos também convivem com uma população gigantesca de microrganismos (bactérias, fungos e vírus), a microbiota. Temos dez vezes mais micróbios do que células que já nascem conosco e nos acompanham durante a vida e que também formam conosco um "superorganismo". O papel da microbiota, que influencia muito nossa saúde, tem sido objeto de inúmeras pesquisas. Compreender as relações entre a informação contida no DNA (genótipo) e o fenótipo (característica) é um objetivo central na genética. O maior desafio está na nossa capacidade de manipular, interpretar e traduzir, em modelos preditivos, a quantidade enorme de dados gerados pelas novas tecnologias de análise molecular (*next generation sequencing*). Isso requer o desenvolvimento da bioinformática e a criação de gigantescos bancos de dados.

Em um futuro próximo, a bioengenharia permitirá fabricar ou “consertar” órgãos em laboratório. (...) Teremos “oficinas” de reparo de órgãos.

Com o desenvolvimento do conhecimento e da capacidade de analisar, a ciência pode ir muito além do diagnóstico. A experiência de clonagem da ovelha Dolly em 1996, por pesquisadores escoceses, demonstrou pela primeira vez que uma célula adulta de mamífero poderia ser reprogramada, voltar ao estágio embrionário e dar origem a uma cópia – um clone – daquele animal. A grande revolução pós-Dolly abriu caminho para as pesquisas com células-tronco (CT), o futuro da medicina regenerativa.

Células-tronco adultas, encontradas no tecido adiposo, cordão umbilical, polpa dentária e medula óssea, entre outros, têm o potencial de formar gordura, cartilagem e osso. Quando injetadas em modelos animais, elas têm se mostrado clinicamente benéficas por seu papel imunomodulador, diminuindo a inflamação, melhorando a circulação sanguínea e melhorando o ambiente tecidual do organismo receptor.

Mais que isso: células adultas maduras, retiradas de humanos ou outros animais, podem ser reprogramadas para se transformar em células-tronco pluripotentes induzidas (iPS). Elas têm a capacidade de dar origem a todos os tipos de tecidos. São muito semelhantes às células-tronco embrionárias, mas não iguais, pois guardam “memória” de onde foram retiradas.

Em um futuro próximo, a bioengenharia permitirá fabricar ou “consertar” órgãos em laboratório. Pessoas com problemas cardíacos, por exemplo, poderão ter seu coração retirado, “recauchutado” com tecidos e/ou válvulas regenerados a partir de células-tronco e, então, recolocado. Teremos “oficinas” de reparo de órgãos.

Na lavoura, o melhoramento genético das plantas cultivadas já dá uma enorme contribuição à produção de alimentos e ao reforço da resistência contra adversidades climáticas, salinidade, pragas ou doenças. A genética agora trabalha para acelerar esses processos, por meio de marcadores moleculares, transgênicos, clonagem e mesmo genomas sintéticos.

Ao manipular os genomas nesse nível, os bioengenheiros lidam com dezenas de milhares de genes que compõem o DNA de cada ser. Em nosso organismo, cerca de 20 mil genes permitem fabricar todas as proteínas. No entanto, juntos, eles ocupam apenas 2% da molécula de DNA humano. O resto, até muito recentemente, era tratado como “DNA-lixo”: sequências genéticas “inúteis”, cuja função era desconhecida.

Entretanto, de lixo ele não tem nada. Muito pelo contrário. Foram publicados mais de trinta artigos pelo consórcio internacional Encode (Enciclopédia de Elementos de DNA), demonstrando a existência de milhões de “interruptores” nesses 98% do genoma humano. Eles não codificam proteínas, mas servem para ligar e desligar os genes conforme o tipo de célula e a fase do desenvolvimento dos órgãos e tecidos em que se encontram. Compõem um megapainel de controle, ditando quando, onde e em que quantidades os genes devem fabricar as proteínas. Sem esses elementos reguladores da atividade genética, os nossos 20 mil genes seriam apenas fragmentos inertes.

Como vemos, o conhecimento pode dar saltos e nos apresentar chaves inesperadas para decifrar os segredos das funções biológicas. O fato deveria nos tornar mais humildes: mesmo sabendo muito sobre o código da vida, isso só nos dá uma pálida ideia das infinitas possibilidades de lidar com os labirintos do DNA. ●

HUMANIDADE E BIODIVERSIDADE: O RISCO DA EXTINÇÃO DAS ESPÉCIES NO ECOSSISTEMA TERRESTRE

040 ...

POR MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES

MARIA ALICE DOS SANTOS ALVES é professora associada do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pesquisadora do CNPq, Cientista do Nosso Estado da Faperj e procientista da Uerj. É graduada em ciências biológicas pela Universidade de Brasília (UnB), mestre em ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), doutora em ecologia pela University of Stirling e pós-doutora pela Duke University. Integrou a diretoria da Sociedade Brasileira de Ornitologia, foi membro do Comitê de Assessoramento do CNPq (ecologia-limnologia) e do Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

Nosso planeta Terra, único neste imenso Universo sobre o qual temos conhecimento da existência de vida, contém uma enorme multiplicidade de seres vivos à qual chamamos biodiversidade, ou diversidade biológica. Para se ter uma ideia dessa riqueza, basta pensar nas estimativas que apontam cerca de 10 milhões de espécies vivendo atualmente na Terra, excluindo micróbios e subestimando espécies de pequeno tamanho, assim como as que vivem em locais de difícil acesso para os humanos, como os oceanos. Já o total de espécies identificadas e com nomes científicos gira em torno de 1,5 milhão, sendo que algumas estimativas recentes indicam 1,75 milhão (incluindo cerca de 100 mil vertebrados terrestres, plantas com flores e invertebrados com asas ou conchas). Desse total, as aves e os mamíferos são relativamente bem conhecidos, contando cerca de 10 mil e 4,3 mil espécies, respectivamente, e novas espécies continuam sendo descobertas. Quanto às espécies marinhas, apenas 250 a 300 mil foram descritas e ainda há muito para descobrir.¹

Quanto a nós, os seres humanos, embora tenhamos aparecido recentemente na escala de tempo evolutivo neste planeta, temos ocupado praticamente todos os ambientes terrestres. O processo de mudança econômica e social da Revolução Industrial (nos séculos XVIII e XIX), que teve como consequência a ampliação da produtividade alimentar e da expectativa de vida, também desencadeou um elevado crescimento populacional. Nas últimas décadas, essa maior presença dos humanos na Terra provocou uma intensificação da ação humana sobre a natureza, incidindo em acelerada remoção e degradação ambientais, que se traduzem em fortes pressões para a perda da biodiversidade.

Se considerarmos os últimos quinhentos anos, 844 espécies foram consideradas extintas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature – IUCN). Dessa soma, ainda que nas últimas duas décadas as extinções também tenham ocorrido com frequência no continente, a maioria das extinções registradas ocorreu em ilhas oceânicas.²

Para constatar uma extinção local, não precisamos ir muito longe. Um exemplo no estado do Rio de Janeiro é o sabiá-da-praia, *Mimus gilvus*, conhecido por seu canto, muito apreciado pelos humanos. Por ocasião da colonização do Brasil, essa ave era encontrada ao longo de toda a costa do estado, mas atualmente tem populações estabelecidas em apenas quatro áreas de restinga da região, onde a espécie está ameaçada pela perda do seu habitat (restinga) e por captura ilegal.³

Cientistas consideram que a atual taxa de extinção de espécies é, em média, entre cem e mil vezes maior que em níveis pré-humanos, e caminha para ser, em média, 10 mil vezes mais elevada.⁴ Esses valores, considerados muito altos, indicam que a situação nos últimos anos é de extinção rápida, com tendência à aceleração. Diante dessa realidade, pode-se dizer que a extinção de espécies, embora seja um evento que ocorra naturalmente e que é irreversível, tem se dado em uma escala sem precedentes por pressão humana.

A atual taxa de extinção de espécies é, em média, entre cem e mil vezes maior que em níveis pré-humanos, e caminha para ser, em média, 10 mil vezes mais elevada. Esses valores, considerados muito altos, indicam que a situação nos últimos anos é de extinção rápida, com tendência à aceleração.

¹ Para as estimativas mencionadas, ver Stuart Leonard Pimm et al., "What is Biodiversity?", in Eric Chivian e Aaron Bernstein (orgs.), *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*, Oxford: Oxford University Press, 2008, p. 3-27. ² Idem. ³ Mariana S. Zanon et. al., "Missing for the Last Twenty Years: The Case of the Southernmost Populations of the Tropical Mockingbird *Mimus gilvus* (Passeriformes: Mimidae)", in *Zoologia*, vol. 32, 2015, p. 1-8. ⁴ Stuart Leonard Pimm et al., op. cit.

Além dos já frequentes tsunamis, tornados e furacões, temos testemunhado cada vez mais mudanças climáticas resultantes dessas alterações ambientais propiciadas pelos seres humanos, que ocasionam desastres como enchentes e secas extremas. Há também, além da perda do habitat (com sua consequente fragmentação) e das mudanças climáticas que ameaçam várias espécies (particularmente as endêmicas),⁵ um outro fator agravante, de elevada ameaça no presente: as espécies exóticas e invasoras. Estas podem ter um impacto muito negativo para a sobrevivência de várias espécies, particularmente as nativas e com uso restrito do habitat.

Como se sabe, um ecossistema é criticamente dependente da biodiversidade, ou seja, das suas espécies e populações constituintes, e seu bom funcionamento é vital para a manutenção de espécies no planeta, pois determina que estas possam prover bens e serviços ambientais. Quando uma espécie se extingue, é provável que o mesmo aconteça com muitas outras, as quais interagem nos ecossistemas formando teias alimentares, por exemplo.

Para entender o que é um ecossistema, deve-se levar em conta não só o conjunto de seres vivos mas também as interações que estes estabelecem entre si (como os efeitos que as diversas populações causam umas sobre as outras) e com o ambiente físico (como temperatura, precipitação ou chuva e vento). Em outras palavras, os ecossistemas são constituídos por todas as partes do mundo físico e biológico com que interagem.

Entre essas interações, as que se dão entre organismos podem ser consideradas positivas ou negativas no sentido de aumentar ou diminuir os tamanhos populacionais, respectivamente. Portanto, as interações entre espécies (como competição, predação, parasitismo, mutualismo e comensalismo) são múltiplas e permitem que haja uma rede entre elas. São moldadas pela evolução e ocorrem de maneira natural em um ecossistema.

Na maioria das vezes, as intervenções positivas humanas buscam reverter ou neutralizar intervenções negativas realizadas direta ou indiretamente pelos próprios seres humanos, como a destruição e a degradação ambiental, que levam espécies à ameaça de extinção e, portanto, à perda da biodiversidade.

⁵ Espécies endêmicas são aquelas restritas a determinado habitat e, portanto, mais suscetíveis a extinção.

Também intervenções externas, como as que têm sido feitas pelos seres humanos, podem ser positivas ou negativas. No entanto, a realidade é que, na maioria das vezes, as intervenções positivas humanas buscam reverter ou neutralizar intervenções negativas realizadas direta ou indiretamente pelos próprios seres humanos, como a destruição e a degradação ambiental, que levam espécies à ameaça de extinção e, portanto, à perda da biodiversidade. Um exemplo de intervenção positiva com que se tenta reverter esse quadro negativo é o manejo, que permite incrementar o tamanho populacional de alguma espécie ameaçada, ou ainda diminuir ou controlar uma espécie exótica ou invasora.

Se olharmos para o futuro, situando-nos diante do cenário atual de ameaça à biodiversidade por ação humana, podemos prever para os próximos 50 anos mudanças que podem ser graduais ou bruscas. Entre as mudanças que podem ocorrer de maneira gradual estão as alterações de distribuição de espécies em função de mudanças climáticas, como o aumento da temperatura. Além disso, mesmo para espécies com ampla distribuição, pode haver perda de biodiversidade nos limites de suas distribuições, por meio de extinção local (de parte das populações de uma espécie, com consequente perda de diversidade genética). Como a maioria dos serviços ambientais ou ecossistêmicos (benefícios proporcionados pela natureza) depende da biodiversidade, a perda de populações locais pode levar a uma redução desses serviços, tais como a polinização e a dispersão de sementes realizadas por diferentes grupos animais, como aves e mamíferos.

Quanto às mudanças bruscas, nas próximas cinco décadas poderemos perder boa parte das espécies ameaçadas e com distribuição muito restrita. Isso pode ocorrer principalmente por perda de habitat, mas também por introdução de espécies exóticas e invasoras (cujos efeitos podem ser devastadores) e mudanças climáticas (aumento de temperatura e consequente aumento do nível dos oceanos).

Embora previsões de extinção de espécies sejam de difícil realização devido a inúmeras variáveis envolvidas, pesquisadores têm mostrado que mudanças climáticas globais resultarão em extinção de um número considerável de espécies nas próximas décadas. Para diversos grupos de plantas e animais investigados, há estimativas de 15% a 37% de as espécies se extinguirem como resultado dos efeitos diretos ou indiretos (alteração do habitat) do cenário de aquecimento previsto para 2050.⁶ Algumas espécies de flora e fauna, particularmente endêmicas e restritas a pequenas porções de ambientes costeiros, por exemplo, podem ser passíveis de extinção nesse período.

Uma das questões surgidas diante desse cenário está em saber até quando nossa espécie viverá de maneira sustentável neste planeta se continuarmos alterando a natureza da forma como o fazemos no presente. Para reverter esse quadro seriam necessárias ações como atividades de sensibilização da sociedade quanto a essas ameaças, programas governamentais para o monitoramento de espécies – particularmente as ameaçadas e/ou endêmicas – e também atividades de manejo de espécies exóticas e invasoras.

À pergunta “como será o amanhã?” podemos responder que ele será consequência do que fizermos hoje. Se reduzirmos as pressões negativas atuais, poderemos evitar os cenários mais pessimistas das previsões científicas. Atitudes como pensar, planejar e agir localmente podem se refletir em ações globais. Conscientizar o ser humano para que ele se sinta como mais um entre os demais seres vivos é vital para que possamos preservar o patrimônio mais precioso que temos no planeta, que é a biodiversidade da qual somos parte. ●

⁶ Chris D. Thomas et al., “Extinction Risk from Climate Change”, *Nature*, vol. 427, 2004, p. 145-148.

A BAÍA DE GUANABARA, UM OLHAR SOBRE A HISTÓRIA

044 ...

POR ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO

Testemunha viva de nossa história, a baía de Guanabara guarda registros que remontam a milhares de anos. A descoberta de sítios arqueológicos nas proximidades das suas margens são indícios de que essas águas podem ter sido utilizadas pelo homem pré-histórico – chamados homens dos sambaquis.¹ Nesses locais se identificaram fósseis de pequenos mamíferos marsupiais, moluscos terrestres, aves e répteis, além de pedras lascadas e cerâmicas, que nos contam um pouco dessa história.

ELIANE CANEDO DE F. PINHEIRO é pesquisadora, graduada em arquitetura e urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pós-graduada em planejamento urbano e regional pelo Institute for Housing Studies, Rotterdam, Holanda, e pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da UFRJ. Autora de diversos livros sobre a cidade do Rio de Janeiro, trabalhou em programas municipais de reurbanização de favelas, foi analista ambiental na Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente, coordenadora do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara e subsecretária de estado de Meio Ambiente do Rio de Janeiro.

Outras pesquisas realizadas por geógrafos e geólogos concluíram que, há milhares de anos, o nível do mar estava em torno de 130 metros abaixo do atual.² Nessa época, portanto, em grande parte da plataforma continental hoje submersa, existiam restingas, falésias e dunas onde vivia uma exuberante megafauna, composta por animais como mastodontes, tigres-dentes-de-sabre, tatus gigantes, megatérios e preguiças que chegavam a ter mais de seis metros.³ A causa do desaparecimento desses animais ainda é incerta: pode ter sido pela falta de alimento decorrente da era glacial ou por não haverem sobrevivido ao afogamento marinho que fez as águas do oceano Atlântico inundarem toda a zona costeira da plataforma continental. De todo modo, sabe-se que foi com esse evento de inundação, ocorrido há cerca de 12 mil anos, que nasceu a baía de Guanabara.⁴

¹ Alberto Ribeiro Lamego Filho, *O homem e a Guanabara*, Rio de Janeiro: Biblioteca Geográfica Brasileira, IBGE, 1964. ² Francis Ruellan, "A evolução geomorfológica da baía de Guanabara", *Revista Brasileira de Geografia*, ano IV, nº 4, out-dez 1944, apud Alberto Ribeiro Lamego Filho, op. cit. ³ Elmo Amador, *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e natureza*, Edição do Autor, 1997. ⁴ Colomb e Houlbert, *La geologie* apud Alberto Ribeiro Lamego Filho, op. cit.

No entanto, inúmeras modificações no traçado inicial da orla da baía foram sucessivamente provocadas por eventos climáticos e ambientais acompanhados por sucessivas alterações no nível do mar, até que ela afinal tomasse a forma encontrada pelos primeiros portugueses que aqui chegaram em 1502.⁵ Já estávamos na Idade Moderna e os europeus se preocupavam em fazer registros de suas descobertas. Desde então a história da baía pode ser reconstituída com maior facilidade. Desenhos, mapas, textos e pinturas produzidos pelos colonizadores facilitaram o trabalho dos historiadores que vêm reconstituindo sua trajetória ao longo dos últimos cinco séculos, registrando as transformações pelas quais ela continuou passando.

A baía atual não se compara àquela de águas límpidas, contornada e adornada por pequenas enseadas, praias e manguezais, tendo como fundo a densa floresta tropical: uma visão de paraíso extasiante para os navegantes portugueses que a contemplaram pela primeira vez. Eram viajantes que, cumprindo ordens do rei d. Manuel, o Venturoso, empreendiam uma missão de reconhecimento do litoral brasileiro quase dois anos depois do descobrimento. Ao cruzarem a barra, ladeada por seus esplêndidos maciços de granito, julgaram estar na foz de um grande rio. Como era dia 1º de janeiro, batizaram-no Rio de Janeiro.

Passada a decepção de não ser aquele o braço de mar que tanto almejavam para atingir o oceano Pacífico e dali o Oriente, logo perceberam que estavam em um lugar luxuriante, diferente de tudo que conheciam. A partir de então, viajantes de todo o mundo não se cansaram de celebrar as belezas daquele paraíso virgem, de águas límpidas e cheias de peixes. O mar aberto e a baía pontilhada de ilhas e ilhotas, as belas praias e as exuberantes flora e fauna tropicais ajudavam a compor o cenário de uma paisagem com a qual, àquele tempo, os europeus costumavam sonhar como sendo os jardins do Éden.

Um imponente maciço montanhoso coberto por densa floresta tropical dominava a paisagem, tocando, em suas fraldas, o oceano Atlântico. Entre o mar e o maciço afloravam, aqui e ali, pequenas colinas rodeadas de pântanos, lagoas e manguezais. Árvores gigantescas, orquídeas, borboletas imensas e muita água: no mar, na baía, nas lagoas, nos rios e nas cachoeiras. O denso manto verde da floresta parecia, de tempos em tempos, querer alcançar o céu através das copas das palmeiras que emergiam do oceano de folhas.

Os tons fortes e o perfume inebriante das flores e das frutas emprestavam mais vivacidade à misteriosa natureza. A diversidade da vegetação típica de regiões de clima quente e úmido encantou os viajantes, acostumados às dificuldades do inverno e do frio europeus. A atenção se dispersava ante a visão caleidoscópica de cores e formas: ninfeias que boiavam placidamente nas lagoas; ananases, pitangueiras e cajueiros que milagrosamente vicejavam nas restingas; frondosas jabuticabeiras repletas de uma espécie de cereja negra e muito doce; e até gravatás que teimavam em brotar nas *itaporapuãs*, nome dado pelos indígenas às grandes pedras redondas que afloravam, de forma inesperada, no meio das matas, das águas e dos areais.

Papagaios, tucanos, garças, araras e guarás voavam em grandes bandos, pintando o céu de inúmeras cores. Felinos e outros mamíferos de pequeno porte – onças, porcos-do-mato, capivaras, pacas, antas, veados, macacos e saguis – se aproximavam calmamente e sem medo, para beber as águas límpidas que desciam das montanhas, por entre a mata virgem, de onde sobressaíam, por seu colorido, as acácias, os jequitibás, as imbaúbas, os ipês e as quaresmeiras.

⁵ Elmo Amador, op. cit.

Nos meses
de inverno podiam
ser vistos grupos
de dezenas de
baleias deslizando
mansamente
nas águas da
baía, depois de
ultrapassarem a
barra em busca de
águas costeiras
mais quentes
para aí parir
seus filhotes.

Grandes cardumes de sardinhas, corvinas, robalos, tainhas, xereletes e outros peixes que viviam na baía atraíam ao seu interior, até as proximidades da ilha de Paquetá, grupos de golfinhos em busca de alimento. Nos meses de inverno podiam ser vistos grupos de dezenas de baleias deslizando mansamente em suas águas, depois de ultrapassarem a barra em busca de águas costeiras mais quentes para aí parir seus filhotes. Nas praias e nos manguezais abundavam camarões, siris, caranguejos, mexilhões, ostras, samanguiás, sernambis e berbigões.⁶

Os primeiros relatos escritos pelos viajantes que aqui aportaram no século XVI descrevem, numa linguagem geralmente superlativa, o ambiente paradisíaco da natureza que se estendia ao longo de toda a costa brasileira, onde vivia, na mais perfeita sintonia com o meio ambiente, uma população indígena bastante homogênea em termos linguísticos e culturais: era a grande nação tupi-guarani.

Este talvez ainda fosse o cenário de hoje, caso os europeus não tivessem aportado no Brasil e os tupinambás continuassem a habitar as ilhas e a orla da baía, mantendo-a preservada e garantindo que sua beleza selvagem permanecesse quase intocada. O processo histórico foi, entretanto, inexorável. A ocupação do território recém-descoberto se deu, como não poderia deixar de ser, de acordo com os padrões da época. Coube ao colonizador, como em qualquer outra parte do mundo, tirar partido das riquezas das terras descobertas.

No Brasil, como em inúmeras outras colônias, o extrativismo foi a forma econômica praticada nos primeiros séculos sob o domínio português. A extração do pau-brasil, para o fabrico de tintas, e a caça às baleias, cujo organismo podia ser totalmente aproveitado, desde a alimentação até a construção civil, eram atividades corriqueiras. Além disso, os europeus julgavam necessário subjugar a natureza local, que, embora deslumbrante, era extremamente ameaçadora e acoitava inúmeros perigos e desconfortos: índios inimigos, animais ferozes e venenosos, tempestades assustadoras, calor escaldante, insetos incômodos e transmissores das desconhecidas doenças tropicais.

Passados pouco mais de cinco séculos, desapareceram os cardumes de baleias e botos que ali deslizavam mansamente. Das tribos indígenas que viviam às suas margens, restaram os relatos, uns poucos sambaquis e a nomeação primitiva da língua tupi-guarani que continua a identificar os acidentes geográficos e lugares em suas margens, a começar por seu próprio nome, Guanabara, ou seio do mar: como Niterói, Jurujuba, Icaraí, Itapuca, além das suas muitas dezenas de ilhas, como Jurubaíba, Paquetá, Brocoió e outras.⁷

A expansão das cidades brasileiras seguiu um padrão de urbanização semelhante ao de quase todos os países submetidos ao regime colonial. A não ser pelo aumento da população dos habitantes originais, os indígenas, durante muito tempo a colônia conviveu com um crescimento populacional estrangeiro modesto e disperso pelas pequenas vilas do litoral e pelos aldeamentos de extração de minério do interior.

Aumentava devagar a população portuguesa na região em torno da baía mas crescia, cada vez mais vertiginosamente, a população formada pelos negros escravizados trazidos da África. Os números para o Rio de Janeiro mostram que, entre os séculos XVII e XIX, os residentes de origem africana ultrapassavam em muito os de origem europeia, todavia a cidade exibia números ainda modestos se comparados à população média dos centros urbanos europeus. A situação se manteria assim até o último quartel do século XIX, quando diversas leis que culminariam por abolir a escravidão em 1888 e incentivar a imigração estrangeira provocaram uma verdadeira explosão populacional nas cidades, principalmente no Rio de Janeiro.⁸

Logo após a abolição da escravatura, um enorme contingente humano se tornou dispensável e começou a migrar das regiões rurais para os centros urbanos, buscando novas possibilidades de trabalho. Os principais centros, embora já dispusessem de alguns serviços de infraestrutura, estavam completamente despreparados para abrigar esse fluxo contínuo de população que, apenas para citar o caso do Rio de Janeiro, havia chegado ao final do século XVIII com aproximadamente 50 mil moradores, saltara para cerca de 500 mil habitantes em meados do século XIX e para quase 1 milhão nos primeiros anos do século XX.

Esse processo viria a se intensificar ainda mais a partir da década de 1930, com o início da industrialização, e se consolidou, entre 1950-60, quando o país adotou definitivamente o modelo industrial de crescimento em detrimento do desenvolvimento agrícola. Invertia-se a relação campo-cidade com predominância da população urbana sobre a rural. As cidades, sobretudo as maiores, se viram ocupadas por imensos bolsões de pobreza. Os novos habitantes, na falta de alternativas, passaram a ocupar as áreas consideradas de risco e/ou insalubres, tais como encostas instáveis, margens de rios e zonas inundáveis.

De um modo ou de outro, assistiu-se, durante quinhentos anos, a um lento mas contínuo processo de uso e ocupação do território, como se os recursos naturais fossem infinitos e toda aquela abundância, eterna. Florestas inteiras foram quase totalmente dizimadas, como a Mata Atlântica; sistemas hídricos, alterados; desmontes de morros, realizados; mangues e faixas de mar, aterrados; rios, canalizados e dejetos, lançados nos corpos d'água (como lagos, lagoas e praias). Tudo isso teve influência predatória sobre a natureza, menosprezando as características do sítio original e não levando em conta a importância de preservar seus recursos naturais.

⁷ Lysia M.C. Bernardes e Maria Therezinha de S. Soares, *Rio de Janeiro: cidade e região*, Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, 1987. ⁸ Francisco S. Verissimo et al., *Vida urbana: a evolução do cotidiano da cidade brasileira*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

A história, entretanto, poderia ter seguido outro rumo? O homem, que durante todo esse tempo se sentia o centro do mundo, embriagado pela capacidade de expansão de suas conquistas territoriais e por sua capacidade de acumular riquezas, poderia ter mudado de trajetória ou ter sido substituído por um outro ser, mais preocupado com a harmonia do Universo? Não havia ainda percebido que a natureza sobre a qual avançava para ajustá-la à sua visão de mundo era, na realidade, um sistema complexo, frágil e diversificado cujo equilíbrio, ao ser irremediavelmente rompido, poderia acarretar enormes prejuízos aos sistemas produtivos e, principalmente, sérias ameaças à sua própria sobrevivência?

O homem dominador se impunha sobre a natureza, mas é importante lembrar que, apesar de circunscritas a pequenos grupos de cientistas e estudiosos, algumas questões relacionadas ao desequilíbrio do meio ambiente já vinham, há séculos, sendo estudadas. Considera-se que Teofrasto de Éfeso, morto em 287 AEC (Antes da Era Comum), sucessor imediato de Aristóteles, teria sido o primeiro ser humano a se preocupar com a ecologia, embora essa palavra só viesse a ser utilizada após cerca de 1.600 anos. Foi ele quem descreveu as relações dos organismos entre si e deles com o meio.

Muitos séculos depois, novos registros foram encontrados. No período seiscentista, por exemplo, descobriu-se importante pesquisa sobre como se dá a sucessão de espécies após as queimadas. No curso de tais estudos dispersos pelo mundo foi emergindo, aos poucos, a ideia de que não existiam comunidades separadas de plantas e animais, formando todas elas, de forma integrada, um único e singular sistema vivo. De acordo com a *Encyclopaedia Britannica*, apenas em 1866 o vocábulo *ecologia* foi finalmente criado pelo naturalista alemão Ernst H. Haeckel para designar “ciência do convívio”, conceito muitos anos depois ampliado para “ciência que estuda as relações dos seres vivos entre si e com o meio ambiente” ou “sociologia da natureza”.⁹

Os principais centros, embora já dispusessem de alguns serviços de infraestrutura, estavam completamente despreparados para abrigar esse fluxo contínuo de população que, apenas para citar o caso do Rio de Janeiro, havia chegado ao final do século XVIII com aproximadamente 50 mil moradores, saltara para cerca de 500 mil habitantes em meados do século XIX e para quase 1 milhão nos primeiros anos do século XX.

⁹ Eliane Canedo de F. Pinheiro, *Baía de Guanabara: biografia de uma paisagem*, Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2005.

Muito mais tarde, entretanto, apenas na segunda metade do século XX, o tema ecologia entrou no domínio público e passou a integrar a pauta de preocupações de quase todos os países. E isso só ocorreu porque, associados ao tão sonhado progresso civilizatório proporcionado pelos avanços tecnológicos, ao intenso processo de industrialização e às vantagens do mundo urbanizado, sinais evidentes de desequilíbrios ambientais começaram a ser percebidos, cujos danos, ultrapassando limites político-territoriais, atingiam regiões inteiras até assumir proporções de caráter global.¹⁰

Foi a partir desse contexto, na época ainda muito incipiente, que em 1972 se promoveu a I Conferência Internacional das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano, em Estocolmo, Suécia. Reunindo representantes de todos os países, o encontro conseguiu chamar a atenção para os riscos aos quais o planeta estaria sujeito, caso a questão ambiental não se tornasse uma prioridade a ser assumida não apenas pelos dirigentes políticos mas, em conjunto, por toda a sociedade.

A iniciativa das Nações Unidas surtiu resultados quase imediatos. Vários temas, como poluição atmosférica, chuvas ácidas, mudanças climáticas, processo de desertificação, contaminação de rios e oceanos e ameaça nuclear, antes debatidos apenas por uma minoria, passariam a aparecer com insistência na mídia, nas universidades e nas manifestações de grupos ambientalistas. A partir daí as questões ligadas ao meio ambiente se ampliaram até as discussões mais cotidianas, tornando-se constantes na vida moderna e se incorporando aos meios políticos e aos temas dos órgãos executivos, como plataformas eleitorais e políticas públicas.

É rememorando esse longo passado histórico que devemos voltar os olhares para a baía de Guanabara, procurando com atenção perceber desde o movimento de suas águas até suas nuances de cor. Se observarmos com muita calma, poderemos perceber um discreto ondular na superfície de suas águas, que indica a proximidade de um cardume. Com sorte, talvez vejamos bandos de aves sobrevoando a região, em busca de peixes para se alimentar. Deslizemos o olhar ao longo das margens e imaginemos como seriam no passado, sucessivamente ocupadas por palhoças de índios, por fortalezas, por aldeias coloniais e aí por diante, até chegar à megalópole na qual vivemos.

Sim, vale a pena dedicar atenção à baía de Guanabara. Mesmo tendo sofrido inúmeras agressões decorrentes do processo de colonização e de urbanização iniciado no século XVI, ela resiste bravamente. Ainda mantendo a majestade, consegue ser generosa o suficiente para cumprir seu papel de abrigar o segundo mais importante porto do país, base de atividades econômicas que geram trabalho e renda para a população fluminense. Mantendo-se viva, vem exercendo a função de criadouro de fauna e flora marinhas, responsável por prover muitas famílias de pescadores que vivem nas suas margens. E ainda, democraticamente, oferece alguns recantos de sua paisagem a todos os que queiram descansar à sombra de uma árvore e tomar sol em suas praias.

São muitas as razões que fazem da baía de Guanabara muito mais do que um mero acidente geográfico com o qual convivemos indiferentes, sem perceber que ela, como um corpo vivo e pulsante, está adoecendo, aos poucos perde seu encanto e pode fenecer.

É importante conhecer melhor esse lugar, reviver sua história, entender como são complexos e fascinantes os mecanismos de funcionamento da natureza, porque esse lugar, essa história e esse ambiente determinam a vida e o futuro das pessoas que ali moram e trabalham. A baía reflete as condições de vida da sociedade instalada à sua volta. Lutar para que ela volte a ser brilhante, luminosa e cheia de vida significa, portanto, investir no nosso amanhã. ●

¹⁰ *The Study on Recuperation of the Guanabara Bay System: Main Report.* Kokusai Kogyo Co, mar 1994.

VIVENDO COM MICRORGA- NISMOS

050 ...

POR HENRIQUE LINS DE BARROS

Somos mais de 7 bilhões de seres humanos vivendo na superfície da Terra, nosso único habitat. Apesar das diferenças de gênero, crenças, cultura e hábitos, somos todos iguais, e ao mesmo tempo cada um de nós é único. Somos capazes de nos adaptar às mudanças, de sentir os estímulos do meio em que vivemos, e apesar de dizer que temos apenas cinco sentidos (visão, audição, olfato, tato e paladar), na realidade temos muito mais. Pode ser que não percebamos conscientemente, mas de alguma maneira sentimos as nuances. Dizemos que nossos olhos são sensíveis a uma gama de cores que vai do vermelho profundo ao violeta, as “sete cores” do arco-íris, porém nosso corpo sente radiações infravermelhas e ultravioleta. Nosso sistema auditivo, assim como o olfato, o tato ou o paladar, é extremamente sensível e nos dá informações sobre o ambiente ao redor. Estamos em permanente interação com o mundo, trocando matéria, energia e informação.

HENRIQUE LINS DE BARROS é físico, pesquisador titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), professor credenciado do Instituto Carlos Chagas e do Centro de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Possui graduação e mestrado em física atômica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e doutorado pelo CBPF. Foi diretor do Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) e publicou artigos em revistas e livros de circulação nacional e internacional nas áreas de biofísica e história da técnica. Recebeu as comendas da Ordem Nacional do Mérito Científico (2001) e da Ordem do Mérito Aeronáutico (2004), entre outros prêmios.

Cada ser vivo que habita a Terra está conectado com o mundo que o cerca. Não existe vida sem relação com todo o resto. O corpo humano não está isolado do ambiente em que vive e necessita dele para manter sua individualidade. Como todos os seres, os humanos estão alterando o mundo, e para continuar vivos precisam adaptar seu corpo e manter sua integridade num meio em constante transformação. Assim, o corpo humano também vive em permanente desequilíbrio interno, ou melhor, em um equilíbrio dinâmico.

Temos alguns trilhões de células que se desenvolveram a partir de uma única célula inicial, fertilizada quando um espermatozoide encontrou o óvulo materno, transformando-o no zigoto. Todas as células do nosso corpo, que se renovam constantemente, vêm do zigoto, essa célula primordial.

Cada um de nós é o habitat para um grande número de organismos microscópicos (microrganismos ou micróbios), que habitam nosso corpo e são vitais para nós. Sem eles não viveríamos, pois eles regulam muitos de nossos processos fisiológicos. Cada um desses microrganismos mede cerca de um milésimo de milímetro de diâmetro – um volume cerca de mil vezes menor que o de uma de nossas células –, mas a quantidade deles num ser humano é tão grande que pesa em torno de dois quilos.

Esses diminutos organismos produzem proteínas indispensáveis para a nossa sobrevivência, participando da digestão de várias substâncias e favorecendo o nosso sistema imunológico. São eles que produzem vitaminas do complexo B-12, fibras solúveis; são eles que limpam nossa pele, os olhos, e estão presentes em vários outros processos vitais. Todo dia eliminamos bilhões desses microrganismos e os substituímos por outros, uma vez que a taxa de crescimento deles é espantosamente alta. Essa enorme população de bactérias, arqueias etc. constitui o nosso “microbioma”, o nosso ecossistema interno. São milhares de espécies diferentes que convivem conosco, distribuídas em diferentes partes de nosso corpo, como a boca, o nariz, os ouvidos, a garganta.

Diminutos organismos produzem proteínas indispensáveis para a nossa sobrevivência (...). Diariamente eliminamos bilhões desses microrganismos e os substituímos por outros, uma vez que a taxa de crescimento deles é espantosamente alta. Essa enorme população de bactérias, arqueias etc. constitui o nosso “microbioma”, o nosso ecossistema interno.

Esses microrganismos tiveram um importante papel na história da evolução. A vida na Terra surgiu alguns milhões de anos após o resfriamento do planeta, há 3,4 bilhões de anos, a partir da combinação dos elementos químicos existentes. Não há um elemento específico da vida, mas sim a organização, num ambiente propício, de estruturas moleculares complexas. Os primeiros organismos eram microscópicos, com uma única célula: precursores das bactérias, eram capazes de metabolizar elementos inorgânicos, transformando-os em moléculas complexas. Há cerca de 1,5 bilhão de anos surgiram os primeiros organismos multicelulares. Assim, a evolução da vida ocorreu através de vários saltos de crescente complexidade.

Essa história é pontuada por diversos períodos de grandes extinções que ameaçaram a vida em nosso planeta.¹ A mais conhecida, mas não a maior, ocorreu há cerca de 65 milhões de anos, pondo fim ao reinado dos dinossauros, possivelmente em razão do impacto de um meteorito na península de Yucatán, no México. Outras extinções ocorreram em diversas ocasiões, mas as causas não são totalmente conhecidas. Estima-se que as mudanças no ambiente se devam a atividades vulcânicas, terremotos, aumento ou redução da temperatura, redução do oxigênio nos oceanos, à deriva continental que alterou por completo a superfície planetária e levou a um novo meio não adequado para algumas espécies, que não conseguiram se adaptar. Várias hipóteses têm sido levantadas e uma delas diz respeito à mudança do campo magnético terrestre.

A Terra possui um campo magnético que a protege das partículas eletricamente carregadas, provenientes do Sol, que incidem sobre o planeta: o vento solar. Esse campo serve de blindagem e sem ele a Terra sofreria os efeitos dessa radiação de forma intensa, e a vida em sua superfície não seria possível.

A descoberta de bactérias que produzem cristais magnéticos diminutos e se orientam em direção ao campo magnético terrestre é um exemplo da interação entre os seres vivos e as condições ambientais. Os trabalhos nessa área mostraram que existem organismos multicelulares procariotos, ou seja, bactérias multicelulares, o que corrobora a ideia de que a evolução se dá aos saltos na direção de um aumento da complexidade da organização biológica, essencial para a manutenção das condições adaptativas.

Estamos imersos num mundo de variados estímulos, e o nosso bioma se adapta ao meio para manter nossa saúde. Dessa forma, sentimos as variações de diferentes fatores que interagem conosco, e o campo magnético da Terra pode estar nos dando informações importantes para nosso equilíbrio dinâmico.

As pesquisas realizadas com grandes telescópios, sondas espaciais e um instrumental sofisticado têm mostrado a existência de uma centena de planetas que orbitam estrelas distintas do Sol, muitos com características semelhantes às da Terra. Essas observações levam à hipótese de se encontrar vida em outros mundos. Estruturas organizadas, capazes de se duplicar, de metabolizar, de manter sua forma, apesar das incertezas do meio, talvez tenham aspecto muito diverso das que conhecemos, e podem ser consideradas vivas: mas uma outra vida.

Toda vez que nos aprofundamos numa área de conhecimento, abre-se um novo campo de maior complexidade, numa sequência que parece não ter fim. A própria origem da vida na Terra é uma questão aberta. Para alguns pesquisadores, dadas as condições propícias a vida brota em pouco tempo. Para outros, a vida é por demais complexa e não surge ao acaso de uma combinação e organização dos elementos disponíveis e, nesse sentido, a vida não se produz facilmente.²

Uma das questões fundamentais é que não sabemos caracterizar um organismo vivo. Ele está imerso no entorno e luta por manter sua individualidade.

¹ Henrique Lins de Barros, *Biodiversidade em questão*, Rio de Janeiro: Claro Enigma/Fiocruz, 2011. ² Cf. Charbel Niño El-Hani e Antônio Augusto Passos Videira (orgs.), *O que é vida?* Rio de Janeiro, Relume Dumará, 2000.

Após uma
longa história,
muitas espécies
desapareceram,
dando lugar
a outras, pois
o ambiente já
não era adequado
à sua existência.
A vida, porém,
continua.
É a grande
diversidade de
formas vivas
que garante sua
continuidade.

Não sabemos, portanto, definir o que é vida. Para alguns pesquisadores, seria um sistema capaz de se renovar, de regular a própria composição e conservar seus limites.³ Ou seja, o ser vivo seria um sistema que mantém a individualidade durante sua existência, apesar das mudanças no ambiente. Assim, após uma longa história, muitas espécies desapareceram, dando lugar a outras, pois o ambiente já não era adequado à sua existência. A vida, porém, continua. É a grande diversidade de formas vivas que garante sua continuidade.

Nós, que nos autodenominamos *Homo Sapiens Sapiens*, aparecemos no cenário da Terra há menos de 100 mil anos, o que é muito pouco se comparado ao tempo de existência de muitas outras espécies animais que habitaram o planeta por algumas dezenas de milhões de anos. Nos últimos séculos, desde a segunda Revolução Industrial, as mudanças no meio ambiente causadas pelo uso indiscriminado de tecnologias têm produzido alterações na composição do ar, das águas, no regime da temperatura, na incidência da radiação solar que chega à superfície do planeta, o que pode levar a um ambiente inadequado para nós e pôr em risco nossa sobrevivência. Talvez estejamos condenados a ser uma das espécies que tiveram pouco tempo de existência.

Se podemos afirmar que somos indivíduos, dotados de um corpo único, é preciso lembrar que somos um composto de muitos organismos invisíveis aos nossos olhos, os quais nos dão sustentação. O microbioma que cada um de nós é também se adapta às condições exteriores e está em permanente transformação, num processo dinâmico, mutável e elástico, mas que tem seus limites. Se o mundo que nos cerca sofrer alterações maiores, poderemos deixar de ser viáveis. É assim a vida na Terra: ela nos conta uma história, porém não sabemos qual será o seu fim. ●

³ Cf. Lynn Margulis e Dorion Sagan, *O que é vida?*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

TODO AMANHÃ EMERGE NA CULTURA

054 ...

POR LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE

LUIZ FERNANDO DIAS DUARTE é antropólogo e professor de antropologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Graduado em direito pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestre em antropologia social e doutor em ciências humanas pelo Museu Nacional/UFRJ. Fez pós-doutorado no Groupe de Sociologie Politique et Morale, da École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris. Entre outros cargos acadêmicos, foi diretor do Museu Nacional da UFRJ de 1998 a 2001. Foi professor visitante nas Universidades de Brasília (UnB), Paris X – Nanterre, Buenos Aires, Liège e Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Entre suas principais publicações destacam-se *Da vida nervosa nas classes trabalhadoras urbanas* (Jorge Zahar, 1986), e *Três famílias: identidades e trajetórias transgeracionais nas classes populares, em colaboração com Edlaine Gomes* (FGV, 2008).

O que significa ser humano no século XXI? Para que a imaginação de nosso futuro próximo não seja acanhada, é necessário que incorpore uma visão aberta, abrangente e reflexiva sobre o contexto mais amplo da cultura ocidental moderna – esta em que vivemos.

Ela depende, no que tem de melhor, da racionalização do sentido da experiência humana, da expectativa de que a reflexão sistemática, continuada, pública, sobre tudo o que nos afeta possa levar a horizontes da condição humana mais amplos do que aqueles a que todos estamos acostumados.

A ciência tem sido o principal caminho dessa reflexão sistemática desde o século XVII. Suas informações e propostas buscam, desde então, o lastro da experiência empírica baseada numa racionalidade formal, universalista. Isso é relativamente fácil de realizar no que se refere à estrutura do mundo físico e ao funcionamento do mundo orgânico – do que dá prova o vertiginoso desenvolvimento do sistema tecnocientífico, ou seja, o desenvolvimento das ciências físicas e naturais dedicadas à transformação das possibilidades de conhecimento e uso humano dos recursos do mundo.

Não é tão fácil, porém, no que toca às condições específicas da experiência social da vida humana, enovelada na complexidade dos pensamentos, das emoções, dos valores, da história. As ciências humanas se desenvolveram tardiamente em relação às ciências *hard* por enfrentar desafios muito peculiares: elas devem compreender como se organizam e se processam as condições simbólicas e pragmáticas da vida, naquilo que escapa à determinação direta dos fundamentos físicos e orgânicos dos seres humanos. O próprio estatuto dessa autonomia relativa do pensamento, da linguagem, da vontade, da ação, dos sentimentos é matéria de debate, já que – para muitos cientistas – tudo isso não poderia ser senão uma emanção direta, linear, das propriedades biológicas dos sujeitos (como outrora pensavam os mecanicistas sobre os fenômenos da vida orgânica). As ciências humanas exploram e analisam os modos como se manifestam e funcionam essas propriedades “emergentes”, isto é, aquelas que, embora dependam da existência da realidade material subjacente, apresentam características específicas, funcionam segundo lógicas próprias, envolvem a intervenção da cognição, da imaginação e da vontade no rumo da história.¹

Ao fazê-lo, devem as ciências humanas enfrentar outro enorme desafio: sua matéria de análise não se encontra distanciada, na lente de uma lupa, de um telescópio ou de um espectrômetro de massa; mas, sim, entranhada na vida imediata de toda a humanidade (tanto dos leigos quanto dos pesquisadores). Estudam fenômenos como a família e o parentesco, a religiosidade e os rituais, o gosto artístico e a disposição científica, os modos de fazer política e os de praticar esportes, os cuidados com a saúde e as atividades bélicas, as formas da sexualidade e as da violência, a experiência do tempo e a organização do espaço. Sobre tudo isso cada cultura, cada coletividade social, tem suas próprias concepções, seus próprios procedimentos – frequentemente muito distintos dos nossos.² É da interpretação e da comparação entre essas formas de manifestação dos fenômenos exclusivos do humano que se constroem os saberes sociológico, antropológico, histórico, psicológico.

Esses saberes não se prestam facilmente a um aparelhamento tecnológico, a uma construção de alavancas para o futuro. Sua maior força e sua utilidade residem na crítica que ensinam; ao revelar como se articulam os projetos humanos e como são levados a cabo, em contextos de hierarquia ou de poder, de diálogo ou de dominação, de harmonia ou de predação, de acolhida ou de exclusão.

No contexto de um compromisso com os desenhos do futuro, o papel das ciências humanas deve ser mais o de propiciar uma consciência geral das condições que desencadeiam tal ou qual transformação na vida humana que de oferecer soluções técnicas ou práticas para esses desafios. As violentas mudanças climáticas que já acossam as populações de todas as partes serão certamente aceleradas em nosso amanhã, já que não se alteram as condições de uso dos recursos energéticos nem se moderam as condições do desenvolvimento e da produção econômica. Mas as condições tecnocientíficas para enfrentar esse desafio já existem e estariam disponíveis, caso a consciência política global e a disposição para uma reestruturação econômica radical parecessem viáveis. Os fatores cruciais para o enfrentamento dessa crise são, portanto, tipicamente humanos, mais amplos do que a racionalidade formal poderia esperar: narcisismos nacionais, ganâncias de classe, competição por poder, consumismo e hedonismo.

¹ Marshall Sahlins, *Cultura e razão prática*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003. ² Roque Laraia, *Cultura: um conceito antropológico*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

As profundas alterações na biodiversidade que nos cerca evoluem no mesmo processo das modificações climáticas. O peso da atividade humana na evolução da biosfera contemporânea levou inclusive à proposta de definição de uma nova era geológica: o Antropoceno. Entre o extinto pássaro dodô e o hipercontagioso vírus do ebola se distende a marca do desequilíbrio provocado pela ação humana, exacerbada pela potência tecnocientífica contemporânea. O que se poderia contrapor a isso? Apenas uma mudança dos valores, uma radical reestruturação das formas da reprodução social humana, poderia permitir um amanhã menos devastador.

Entre as características das novas condições de reprodução da humanidade avultam o crescimento absoluto da população e a obtenção de taxas crescentes de longevidade. É claro que esse fenômeno dependeu até hoje dos desenvolvimentos tecnocientíficos gerais – e sobretudo dos da biomedicina. Mas ele não teria atingido as proporções atuais se não tivesse sido perseguido e promovido sistematicamente pelas políticas nacionais desde o século XVIII, interessadas na ampliação numérica e na sanidade qualitativa de suas populações – condições essenciais para o prestígio dos Estados.³ Atingidos os patamares atuais, desafios imensos se apresentam para além das vaidades do poder político: capacidade de alimentação, de moradia e de saneamento; manutenção de sistemas de seguridade social viáveis a longo prazo; segurança pública – entre tantos outros desafios, bem próximos de nós.

**Entre o extinto pássaro
dodô e o hipercontagioso
vírus do ebola se
distende a marca do
desequilíbrio provocado
pela ação humana,
exacerbada pela
potência tecnocientífica
contemporânea.
Apenas uma mudança
dos valores, uma radical
reestruturação das
formas da reprodução
social humana, poderia
permitir um amanhã
menos devastador.**

Os avanços tecnocientíficos propiciaram uma aceleração notável nas condições de articulação entre as diferentes unidades organizacionais humanas, permitindo uma intensidade nas trocas sociais (econômicas, informacionais, culturais) absolutamente incomparável às do passado. Não ocorre a ninguém diminuir a importância do advento da comunicação digital e virtual, que catapultou as possibilidades de comunicação a níveis exponenciais. Mas também a ninguém ocorre minimizar a escalada na produção de diferenças e confrontos que tem acompanhado o trajeto da modernização planetária. Essa tensão entre aproximação e distanciamento é muito conhecida dos antropólogos, que a descreveram como princípio da organização social das sociedades tribais africanas e melanésias ainda nos anos 1930.⁴ O desafio é compreender como essa dinâmica se processa no mundo contemporâneo, em que a preeminência dos valores da igualdade, do diálogo e da tolerância, que parecia ter sido tão amplamente reconhecida, é com frequência negada. Pelas vias da política, da religião, da raça, e até da arte e da cultura de massa, tudo parece conspirar para produzir confronto e beligerância, ali onde as condições técnicas e racionais poderiam fazer esperar pela prevalência de uma paz universal.

É a esse quadro de desafios e dúvidas cruciais, que não podem ser respondidos pela racionalidade científica convencional, que a experiência das ciências humanas pode levar alguma contribuição – apontando para as propriedades universais da condição humana, descrevendo suas formas de apresentação culturalmente específicas e sugerindo que tipo de valores pode permitir o enriquecimento das condições da convivência humana nas próximas décadas. Nenhuma solução mágica, nenhuma bala de prata serve para isso – pois a experiência humana não se altera rapidamente, da água para o vinho. Tudo nela depende da socialização original de cada geração, ela própria dependente da troca entre sucessivas gerações, num trabalho que exige a atenção a cada momento da formação de cada sujeito – ele próprio neto e filho de seus ancestrais; pai e avô de seus descendentes.

³ Michel Foucault, “A política da saúde no século XVIII”, in *Microfísica do poder*, Rio de Janeiro: Graal, 1979. ⁴ Alfred Reginald Radcliffe-Brown, *Estrutura e função na sociedade primitiva*, Petrópolis: Vozes, 1973.

Numa cultura
como a nossa,
comprometida
com valores
individualistas
e utilitaristas,
é cada vez
mais imperativa
a pergunta
“estar junto –
como se faz?”,
que induz à reflexão
sobre valores
como liberdade,
igualdade, tolerância
e solidariedade
– também,
contraditoriamente,
construídos em
nossa cultura.

Na reflexão sobre as condições culturais de construção do futuro, há três categorias-chave, sem as quais nada se pode compreender da vida humana: sua “variedade”, “complexidade” e “sistematicidade”. A variedade ou diversidade cultural – por exemplo – das formas do parentesco e da família, a complexidade das tramas relacionais em que os sujeitos se instalam ao nascer, a sistematicidade dos padrões e processos em que esses fenômenos (que nos parecem tão privados e singulares) ocorrem são condições inseparáveis da vida social presente ou futura. Nunca será demasiada a ênfase na reflexão sobre o valor da “convivência” humana (das pessoas entre si, e entre elas e seus ambientes). Numa cultura como a nossa, comprometida com valores individualistas e utilitaristas, é cada vez mais imperativa a pergunta “estar junto – como se faz?”, que induz à reflexão sobre valores como liberdade, igualdade, tolerância e solidariedade – também, contraditoriamente, construídos em nossa cultura.⁵ Decerto nem todas as culturas comungam desses nossos valores, mas, se bem aplicados, poderão vir a ensinar uma convivência pacífica, útil para todos – mesmo entre as diferenças que continuarão a proliferar.

Compreender como se faz o “estar junto” envolve, enfim, pensar a variedade, a complexidade e a sistematicidade das formas de associação humana (os princípios da troca simbólica, econômica e matrimonial, instauradora do estado de humanidade – por exemplo), de interação (as línguas naturais, as diferentes formas e estratégias da comunicação) e de simbolização (a integração cultural, o compartilhamento de valores, a invenção técnico-mágica e a criação artística). E isso não pode nos permitir esquecer a construção das formas de “mal-estar junto”, as trocas negativas envolvidas no conflito, na violência, na dominação, no sofrimento psicossocial – fenômenos tão variados, complexos e sistemáticos como os do bem-estar (além de muito mais frequentes).

Enfim, apenas se tratando de tudo isso – e de muito mais coisas que a nossa razão concebe e põe em prática graças à imaginação social – o futuro a ser desenhado poderá ser realmente o que queremos, ou seja, quando soubermos um pouco mais como e por que queremos o que queremos. A partir de reflexões sistemáticas sobre a emergência do amanhã, as ciências humanas poderiam desempenhar um papel mais significativo para efetivar a vontade humana no mundo. Nosso comum amanhã depende dos valores, dos sentimentos, das disposições culturais que fazem a humanidade, aqui e ali, herdar, inventar, desvirtuar, destruir ou aperfeiçoar tal ou qual instrumento, recurso, arma, maquinário, *gadget*, ídolo, brinquedo... ●

Antropoceno

HOJE

ONDE

ESTAMOS?

COMPREENSÃO

IMPACTO
GLOBAL

ALTERAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

MUDANÇAS
CLIMÁTICAS

SEDIMENTAÇÃO
DOS RIOS

ALTERAÇÃO
DA ATMOSFERA

EXPANSÃO
HUMANA

EXPANSÃO DEMOGRÁFICA
E LINGUÍSTICA

EXPANSÃO DO CONSUMO

CRESCIMENTO DAS CIDADES

CONHECIMENTO

Nunca tantas mudanças ocorreram em tão pouco tempo: nos últimos 250 anos as transformações sofridas pelo mundo foram maiores do que as registradas nos 200 mil anos desde o surgimento do *Homo Sapiens*. Nossa espécie é o pivô desse movimento sintetizado pela expressão “a grande aceleração”. Foram poucas centenas de gerações desde o domínio da agricultura e o surgimento das cidades, mas nesse curto prazo logramos nos tornar um contingente de bilhões de indivíduos, empregando recursos naturais em escala crescente e gerando uma imensa quantidade de resíduos. O impacto de nossa presença sucedeu de modo muito desigual: poucos consumindo muito, muitos consumindo pouco. A capacidade de nossa espécie de afetar o sistema Terra em escala global caracteriza, segundo os cientistas, uma nova era geológica do planeta: o Antropoceno. Nessa etapa da jornada, o visitante se vê diante de um monumento com seis menires, em cujas superfícies se apresenta um resumo das características que definem esse novo período da História, e no interior de quatro deles o visitante pode encontrar mais informação sobre suas causas e as evidências que o sustentam. Não viveremos no mesmo planeta que nossos ancestrais, e sim num mundo profundamente modificado por nossa própria atividade.

VIVENDO NO ANTROPOCENO: INCERTEZAS, RISCOS E OPORTUNIDADES



POR JOSÉ AUGUSTO PÁDUA



Em entrevista concedida em 2005, quando já contava 96 anos de idade, o antropólogo Claude Lévi-Strauss, da Academia Francesa, fez uma observação que permite captar de maneira muito concreta a dramática singularidade do momento histórico que estamos vivendo. Indagado sobre o futuro da humanidade, ele respondeu:

Estamos num mundo ao qual já não pertencemos. O que conheci, o que amei, tinha 2,5 bilhões de habitantes. O mundo atual conta com 6 bilhões de seres humanos. E o do amanhã, povoado por 9 bilhões de homens e mulheres – mesmo se for o pico da população, como nos asseguram para nos consolar –, proíbe-me qualquer previsão.¹

JOSÉ AUGUSTO PÁDUA é professor do Instituto de História da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde é um dos coordenadores do Laboratório de História e Natureza. É graduado em história pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e doutor em ciência política pelo Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ), com pós-doutorado em história pela University of Oxford (Inglaterra). Foi coordenador da área de florestas/biodiversidade do Greenpeace na América Latina (1990-1996) e presidente da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (2010-2015). Como especialista em história ambiental e política ambiental, deu cursos, proferiu conferências e participou de trabalhos de campo em mais de quarenta países. Participa do Comitê Editorial de Periódicos Nacionais e Internacionais e já publicou diversos artigos e livros, entre os quais *O que é ecologia*, *Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista* (Zahar, 2002) e *Environmental History: As If Nature Existed* (Oxford University Press, 2010).

A perspicácia de Lévi-Strauss vai muito além da nostalgia que se poderia esperar de um homem velho que lamenta o presente no confronto com os bons tempos da juventude. Não se trata, tampouco, de um discurso de saudosismo genérico, que caberia em diferentes momentos da história. Em sua visão, o antropólogo aponta para uma questão bem mais profunda: no período da sua vida, da vida de um único indivíduo, o mundo mudou de forma radical e continuará a mudar nas próximas décadas. A velocidade e a escala das transformações são tão intensas que qualquer tentativa de previsão fica marcada pela incerteza. De fato, estamos vivendo uma época radicalmente diferente de tudo o que o ser humano viveu até aqui.

¹ Claude Lévi-Strauss, *Longe do Brasil*, São Paulo: Unesp, 2011, p. 57.

O tamanho da população é apenas uma das variáveis a serem consideradas nesse contexto, apesar de muito significativa. A marca de 1 bilhão de habitantes foi atingida globalmente por volta de 1810, após cerca de 200 mil anos de história da nossa espécie, com o surgimento do chamado *Homo Sapiens*. Ela subiu para 3 bilhões em 1950. Este foi, de maneira aproximada, o mundo em que Lévi-Strauss viveu e o qual amou plenamente. Em 2005, momento da entrevista, a população avançava célere da marca de 6 para 7 bilhões (entre 2000 e 2010), com previsões de atingir 9 bilhões em 2050 e depois, possivelmente, se estabilizar nesse nível (sendo que alguns analistas falam na possibilidade de existirem 12 bilhões de pessoas por volta de 2100).²

Mas é preciso, como foi dito antes, considerar outras variáveis. A população não existe no vazio, mas sim no contexto de espaços geográficos, sistemas econômicos e tecnológicos, instituições, culturas. O mundo que Lévi-Strauss amou, sempre tomando 1950 como marco, tinha cerca de 40 milhões de veículos motorizados, a população urbana era próxima de 30% e o número de cidades com mais de 1 milhão de habitantes era de 76. Atualmente, a quantidade de veículos subiu para mais de 1 bilhão, a porcentagem da população urbana está em 54% e 417 cidades contam mais de 1 milhão de habitantes.³

É importante observar as consequências sistêmicas das novas escalas da vida humana no planeta. A produção e circulação de veículos, por exemplo, consome grandes quantidades de aço, zinco, chumbo, borracha, alumínio e petróleo. O metabolismo das grandes cidades – que constantemente interagem, em termos materiais e informacionais, com extensos espaços não urbanos de agricultura, exploração florestal, mineração – passa pelo consumo colossal de água, ferro, madeira e outros recursos renováveis e não renováveis. O lixo produzido nas áreas urbanas, por outro lado, incluindo enormes quantidades de plástico, papel, dejetos orgânicos e substâncias químicas, retorna para os ecossistemas do planeta, cobrando seu preço em termos de degradação ecológica. De maneira geral, o estabelecimento de uma civilização urbano-industrial em escala global requer a renovação cotidiana de gigantescos fluxos de matéria e energia. Fluxos que não podem cessar, pois sua interrupção, mesmo momentânea, geraria uma sucessão de crises dotadas de diferentes graus de complexidade.

A partir da década de 1970, começou-se a falar com mais intensidade na multiplicação de “problemas ambientais” em diferentes regiões do planeta (poluições, acidentes industriais, desmatamentos, erosão de paisagens).⁴ Hoje está ficando claro que tais problemas não devem ser entendidos como disfunções ou acidentes isolados. Eles representam sintomas ou sinais de algo bem mais profundo: estamos vivendo uma nova fase na história, uma mudança no patamar da presença humana na Terra. O crescimento explosivo da população, que nos levou ao presente marco de 7 bilhões de pessoas, com a atual projeção de 10 bilhões em meados do século XXI, é uma realidade histórico-social de pouco mais de duzentos anos.

Estamos vivendo uma nova fase na história, uma mudança no patamar da presença humana na Terra. O crescimento explosivo da população, que nos levou ao presente marco de 7 bilhões de pessoas, com a atual projeção de 10 bilhões em meados do século XXI, é uma realidade histórico-social de pouco mais de duzentos anos.

061 ...

² Dan Smith, *The State of the World Atlas*, Oxford: New Internationalist, 2013, p. 22-23. ³ Paul Crutzen et al., “The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, nº. 369, 2011, p. 844; “United Nations, World Urbanization Prospects – the 2014 Revision: Highlights”, Nova York: United Nations, 2014, p. 13. ⁴ Um marco na difusão desse debate foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (Suécia) em 1972.

A ideia de “Antropoceno” – difundida desde o início do presente século por Paul Crutzen (Prêmio Nobel da Química, 1995) – vem se transformando no principal instrumento conceitual para o entendimento dessa mudança histórica. Em artigo publicado em 2000 no boletim da rede científica denominada “International Geosphere-Biosphere Programme”, em colaboração com Eugene F. Stoermer, Crutzen afirmou ser o Antropoceno uma “nova época geológica” que enfatiza o historicamente recente “papel central da humanidade na geologia e na ecologia”.⁵ Em outras palavras, o termo pode ser entendido como a época em que a espécie humana deixa de ser um animal como outro qualquer, que vive da apropriação de uma fração relativamente pequena dos fluxos naturais de matéria e energia existentes no planeta, e passa a ser um agente geológico global. A partir da mudança de patamar aludida, a presença humana passou a impactar o “Sistema Terra” como um todo, sobretudo a atmosfera, a biosfera (o conjunto dos seres vivos), o ciclo das águas e alguns ciclos biogeoquímicos em escala planetária (como os ciclos do nitrogênio, do fósforo e do enxofre).

É importante situar a emergência do Antropoceno nos quadros de uma macrovisão global da história humana. Uma cronologia abrangente vem sendo proposta por historiadores como John McNeill,⁶ para quem essa nova época pode ser visualizada em três etapas.

A primeira vai de 1800 a 1945, com a formação da era industrial. A base energética para essa grande transformação, que continua a ser amplamente dominante no presente, foi a expansão maciça no uso dos combustíveis fósseis (especialmente carvão e petróleo). Daí o fato de esse novo momento da história ser chamado por alguns de “Era Fossilista”. A extração de combustíveis fósseis localizados no interior da Terra permitiu uma enorme expansão das forças produtivas, promovendo um crescimento simultâneo e de intensidade inédita da população, das estruturas urbano-industriais e do consumo dos recursos naturais. Do ano de 1800, quando o sistema industrial começou a expandir-se para além da Inglaterra, até o ano 2000, a produção econômica global aumentou cinquenta vezes e o consumo de energia, quarenta vezes.

Foi o uso dos combustíveis fósseis, de fato, que permitiu o rompimento das escalas que antes delimitavam o espaço da presença humana no planeta. O crescimento da população humana na Terra, portanto, não pode ser visto como um processo regular, homogêneo e meramente cumulativo, ou seja, como um processo apenas biológico. Ele passou por rupturas radicais que estão relacionadas com fortes mudanças nos planos socioeconômico, tecnológico e cultural.

É importante demarcar, porém, uma segunda fase no Antropoceno, que começa por volta de 1945 e ainda está em plena vigência. Ela vem sendo chamada de “a grande aceleração”. Essa fase foi gestada no contexto do pós-Segunda Guerra Mundial, quando a disponibilidade de petróleo abundante e barato – associada com a ascensão dos produtores árabes – foi determinante para a difusão de tecnologias inovadoras. O processo resultou na explosão do consumo de massa (automóveis, telefones, televisores). Posteriormente, novas ondas tecnológicas continuaram contribuindo para ampliar ainda mais o consumo em grande escala, como no caso dos computadores e dos telefones celulares. Alguns dos indicadores dessa “grande aceleração” já foram discutidos acima, pois manifestam exatamente a passagem do mundo que Lévi-Strauss amou para o mundo onde ele não mais se reconhecia.

⁵ P. Crutzen e E. F. Stoermer, *The Anthropocene*, IGBP Newsletter 41, mai 2000, p. 17-18. ⁶ P. Crutzen et al., “The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, nº. 369, 2011, p. 847-856.

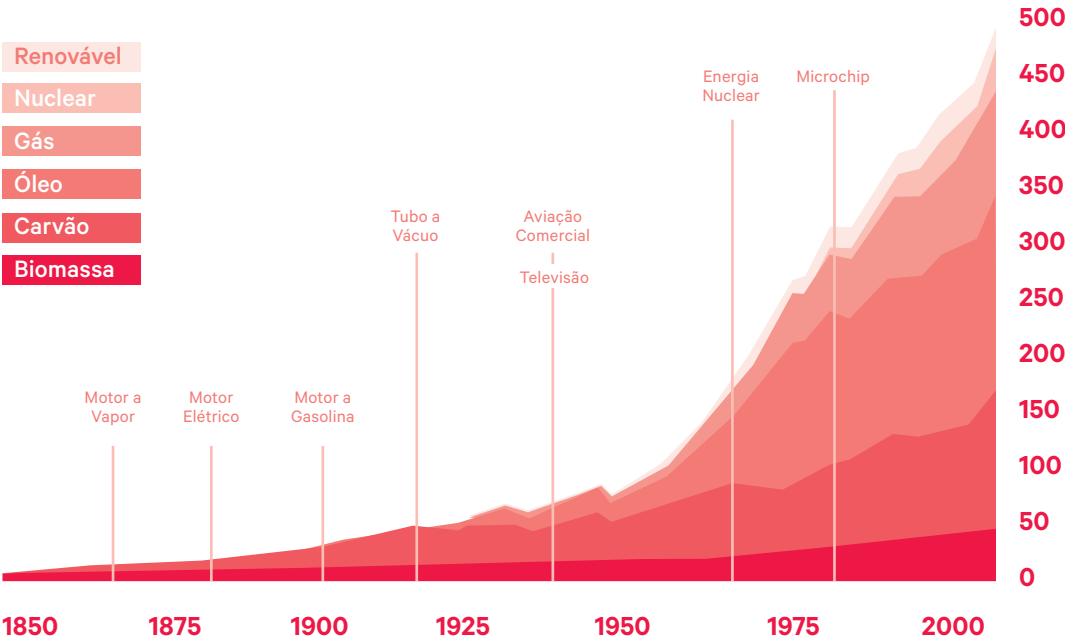
Em relação à história da era industrial ou fossilista, cujas fundações estruturais continuam em vigor, a fase da “grande aceleração” deve ser destacada pela enorme expansão quantitativa da produção e do consumo (e consequente mudança qualitativa da presença humana na Terra). A imagem é como a de uma ventania desdobrada em um furacão: os ventos das revoluções industriais – que por sua vez já representavam uma grande mudança em relação aos padrões pré-industriais de produção e consumo – se tornaram rajadas capazes de multiplicar radicalmente as consequências socioambientais da ação humana. A concentração de CO₂ na atmosfera é um claro indicador dessa mudança no ritmo do Antropoceno: o crescimento foi relativamente modesto entre 1900 e 1957, passando de 297 para 316 ppm (partes por milhão). Em 2010, no entanto, ela já havia saltado para 395 ppm!⁷

Uma visão sintética dessa mudança de patamar ocorrida em meados do século XX pode ser visualizada no quadro abaixo do consumo global de energia entre 1850 e 2009.⁸ Pode-se observar o extraordinário avanço no consumo de energia a partir de 1950, capitaneado pela explosão no uso do petróleo e pela entrada em cena de novas fontes (como no caso da energia nuclear e do crescimento no uso da hidroeletricidade). Mas é importante observar que, no contexto da “grande aceleração”, até mesmo fontes que marcaram fortemente o passado – como a biomassa no mundo pré-industrial e o carvão mineral nos processos de industrialização do século XIX – continuaram a apresentar um crescimento notável no seu consumo ao longo do século XX.

Diante desse conjunto radical de mudanças, que desafios se apresentam para o futuro da humanidade no tempo do Antropoceno? É nesse ponto que entra em cena uma terceira fase, que poderia ser chamada de “Antropoceno consciente de si mesmo”. Seria o momento em que a opinião pública global, no contexto da própria emergência do conceito, pudesse reconhecer que houve uma mudança na escala da presença humana no planeta. O reconhecimento dos riscos inerentes a essa mudança – que se manifestam, por exemplo, nas potenciais consequências dramáticas do aquecimento global e da perda da biodiversidade – demandaria um debate consciente sobre o nosso futuro. Seria preciso refletir coletivamente sobre a nova responsabilidade ética dos seres humanos, ao mesmo tempo em que se buscam os caminhos possíveis para a sustentabilidade e o desenvolvimento social nos diferentes contextos socioeconômicos e culturais existentes no mundo. Não existe uma saída única e monolítica. O enfrentamento realista e duradouro da crise global precisa passar pela coordenação inteligente de uma diversidade de estratégias e políticas.

⁷ Christian Pfister, “The ‘1950s Syndrome and the Transition from Slow-Going to a Rapid Loss of Global Sustainability”, in Franck Uekötter (org.), *The Turning Points of Environmental History*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2010, p. 90. ⁸ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, “*The Great Green Technological Transformation*”. Disponível em <www.un.org/en/development/desa/policy/wess_current/2011wess.pdf>. Acesso em 26 set 2015. ⁹ Idem.

HISTÓRICO DO CONSUMO DE ENERGIA POR FONTES NO MUNDO ⁹



O grande objetivo que se apresenta para o futuro é o enfrentamento conjunto da crise ambiental e da desigualdade social em escala planetária.

É preciso ter claro, ainda, que essa terceira fase representa sobretudo uma vontade ou uma possibilidade. Em termos concretos, estamos vivendo em plena vigência da “grande aceleração”. O volume total de bens transportados pelos oceanos, incluindo grãos, petróleo e minérios, cresceu de 2,6 bilhões de toneladas em 1970 para 9,1 bilhões em 2012.¹⁰ Além disso, levando em conta que os riscos da “grande aceleração” se tornam cada vez mais presentes no debate internacional, especialmente no plano ambiental, é também notória a dificuldade em se criar e implementar instituições, leis e políticas de fato eficazes no rumo da sustentabilidade. Mesmo assim, embora não seja hoje uma realidade dominante, essa próxima fase já está sendo gestada nos inúmeros encontros, estudos e debates que se multiplicam ao redor do planeta em busca de um futuro sustentável. E também nos incontáveis conflitos relacionados com a resistência de comunidades ou grupos sociais diante do avanço da devastação ambiental. Um fato positivo é que essa mobilização não se limita à resistência, mas também promove uma grande quantidade de projetos e experimentos sociais em prol de formas sustentáveis de vida e trabalho.

Enfim, é preciso reconhecer que estamos enfrentando realidades e problemas realmente inéditos. O equacionamento político do novo cenário, por esse mesmo motivo, ainda está coberto de incertezas. É o caso das dúvidas existentes na comunidade científica internacional sobre o ritmo e as consequências biofísicas do aquecimento global – mesmo que a esmagadora maioria dos cientistas reconheça que ele existe e que a ação humana tem um peso importante na sua manifestação.

O grande objetivo que se apresenta para o futuro é o enfrentamento conjunto da crise ambiental e da desigualdade social em escala planetária. Graças ao forte avanço na coleta e processamento de informações, temos hoje uma radiografia bastante precisa da realidade desigual das sociedades humanas. Existem diferentes castas globais no que se refere ao consumo de bens, recursos e energia. Um grupo de 2 bilhões de pessoas com renda muito alta ou alta consome anualmente mais de 80% dos recursos naturais transformados em bens econômicos, enquanto 4 bilhões de pessoas vivem na pobreza e 1 bilhão na miséria.¹¹ Desatar o nó dessa desigualdade insustentável, fazendo ao mesmo tempo as reformas estruturais, tecnológicas e existenciais necessárias para enfrentar a crise ambiental global, será o enorme desafio das próximas décadas.

064 ...

¹⁰ United Nations Conference on Trade and Development, *Review of Maritime Transport 2013*, Nova York e Genebra: United Nations, 2013, p. 7.

¹¹ “The World of Seven Billion Map”, *National Geographic*, mar 2011.

Diante da conjugação das tantas crises sociais e ambientais que hoje observamos no mundo, o potencial de caos e desagregação da ordem internacional é bastante concreto. Existem, no entanto, possibilidades e fatores novos que podem modificar os termos da equação: um deles é o que sociólogos como Anthony Giddens e Ulrich Beck chamam de “modernização reflexiva”.¹² Um dos pontos essenciais desse conceito diz respeito ao número cada vez maior de pessoas alfabetizadas associado à velocidade dos meios de comunicação e ao estabelecimento de inúmeros espaços para o confronto de opiniões – elementos que vêm contribuindo para a formação de sociedades capazes de discutir cada vez mais o seu presente e o seu futuro, tanto no nível internacional quanto no interior de cada país e região. Nunca existiu um número tão expressivo de pessoas habilitadas a ler e a escrever, e com facilidade para processar informações e participar ativamente das discussões sobre o destino das sociedades. Em nível global, 82% da população é considerada capaz de ler e escrever, mesmo que em grande parte de forma rudimentar. Na camada de 1 bilhão de pessoas mais ricas da humanidade, a taxa de alfabetização chega ao nível de 98%. No entanto, para surpresa de muitos, a alfabetização básica já atinge o nível de 66% na faixa de 1 bilhão de pessoas mais pobres.¹³

Esse aumento notável da circulação de informações e da capacidade humana para incorporá-las no seu pensar e no seu agir é um dos aspectos positivos do contraditório processo histórico que deu origem ao Antropoceno. Talvez seja também um dado decisivo, além de inédito, para o estabelecimento de uma nova dinâmica política internacional.

O conflito coletivo da humanidade com o planeta, mesmo que diferenciado por classes e regiões, é uma realidade nova e um desafio que nos coloca na encruzilhada da nossa própria história.

Com os avanços na produção de conhecimentos e nas tecnologias de armazenamento e distribuição de informações, podemos falar hoje em “humanidade” de uma maneira muito mais concreta do que fizeram os primeiros filósofos da modernidade (como Locke, Smith e Marx). Podemos saber, com muito mais precisão, como nos distribuímos no espaço do planeta; onde estão os ricos, os pobres e os miseráveis; como se repartem os meios técnicos e o consumo de energia e matéria entre os indivíduos e classes sociais. Ademais, apesar de todas as incertezas, temos a disponibilidade de um conhecimento muito mais apurado sobre os sistemas ecológicos planetários e sobre as consequências potenciais das nossas ações.

O conflito coletivo da humanidade com o planeta, mesmo que diferenciado por classes e regiões, é uma realidade nova e um desafio que nos coloca na encruzilhada da nossa própria história. No tempo em que vivemos – e em especial nas próximas décadas –, precisamos tomar decisões cruciais para o futuro da nossa espécie. A possibilidade de enfrentar essa tarefa de maneira consciente pode representar um verdadeiro salto de qualidade no estabelecimento de uma nova política, tanto em nível internacional quanto no dos diferentes países, que se revele digna dos desafios éticos que o viver no Antropoceno apresenta para toda a humanidade. ●

¹² Anthony Giddens et al., *Modernização reflexiva*, São Paulo: Unesp, 2012. ¹³ “The World of Seven Billion Map”, op. cit.

O SER HUMANO DE TODOS OS TEMPOS: O IMPERATIVO DA SUSTENTABILIDADE COMO CAMINHO PARA UM FUTURO POSSÍVEL

066 ...



POR SÉRGIO BESSERMAN

SÉRGIO BESSERMAN é economista e ambientalista, presidente do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, professor do Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), membro do conselho diretor do WWF-Brasil e presidente da Câmara Técnica de Desenvolvimento Sustentável e Governança Metropolitana do Rio de Janeiro. Comentarista de sustentabilidade da GloboNews e da cidade na Rádio CBN, foi presidente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1999, época em que também era membro da Comissão Interministerial de Mudança Climática. Antes, ocupou diversos cargos no BNDES a partir de 1987, quando foi chefe de Gabinete da Presidência, superintendente de Planejamento e diretor da Área de Planejamento.

¹ Sigmund Freud, “A pszichoanalízis egy nehézségéről” [Uma dificuldade no caminho da psicanálise], Nyugat, Budapeste, jan 1917. ² Stephen Jay Gould, “Conseguiremos concluir a revolução darwiniana?”, in *Dinossauro no palheiro*, São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Sigmund Freud certa vez disse que a humanidade cresce quando cai do pedestal, quando é atingida em suas feridas narcísicas.¹ Segundo ele, isso havia acontecido com Galileu Galilei (a Terra é um pequeno ponto entre bilhões e bilhões de galáxias), com Darwin (somos parte da história da evolução pela seleção natural) e com ele mesmo, Freud (o inconsciente nos move mais que os processos mentais conscientes).

Stephen Jay Gould, o grande paleontólogo e divulgador da ciência no século XX, acrescentou: “Agora está na hora de cairmos de um outro pedestal, com a descoberta do tempo longo.”² De fato, a humanidade é muito poderosa no seu tempo curto, mas não tem poder algum no tempo longo da natureza ou no tempo longuíssimo do Cosmos. Na escala temporal do planeta, de centenas de milhões de anos, a humanidade é completamente impotente para gerar dano significativo à natureza. Para ilustrar, basta lembrar que há 65 milhões de anos, quando o asteroide caiu na península de Yucatán, no México, dando o golpe final no processo de extinção de espécies iniciado alguns milhões de anos antes, gerou um impacto muitas e muitas vezes superior a todo o arsenal nuclear hoje existente.

Mas essa não foi a única perda de biodiversidade em grande escala na história: entre as várias existentes, cinco são conhecidas como as grandes extinções. Esta a que nos referimos foi a grande extinção do término do Cretáceo,³ famosa por ter tido sua principal causa descoberta, o asteroide, e também pelo conhecido fim dos dinossauros – exceto de seus descendentes voadores, as aves. Agora, se compararmos os poderes destrutivos da humanidade à grande extinção do fim do Permiano, por exemplo, que há cerca de 235 milhões de anos causou o desaparecimento de 10% das espécies marinhas e 70% dos vertebrados terrestres, nota-se como a força humana fica ainda mais reduzida.⁴

E se acrescentarmos o fato de estarmos no topo da cadeia alimentar, deduz-se facilmente qual seria o desfecho da humanidade no caso hipotético de que ela presenciasse qualquer um desses eventos. Mesmo com todas as forças e poderes de que dispomos hoje, certamente não sobreviveríamos. Assim, mesmo que a humanidade tenha desenvolvido um ingênuo sentimento de onipotência, graças ao aumento do seu poder sobre a natureza, na escala do tempo longo o *Homo Sapiens* não tem força ou capacidade para gerar um dano notável ao planeta. Provocaríamos, no máximo, mais uma grande extinção, ao final da qual uma nova era, com uma nova biodiversidade, surgiria (calcula-se entre 5 e 10 milhões de anos o tempo de recuperação da natureza após cada uma das cinco grandes extinções).⁵

A consciência e a preocupação com o meio ambiente não deveriam, portanto, ser vistos como mera decorrência de uma postura paternalista em relação ao meio natural, mas, ao contrário, como fruto do reconhecimento de nossa impotência e dependência com relação à casa onde moramos, a Terra.⁶ O risco de extinção que pesa sobre o futuro diz respeito menos à natureza do planeta que à humanidade.

Se nos perguntamos qual a extensão e a profundidade do risco a que está sujeita a civilização, a resposta é limitada: até onde é possível saber, não se configura uma perspectiva de apocalipse ou catástrofe insuperável. Mas é justamente por não se saber ao certo “até onde é possível saber” que não podemos nos tranquilizar.

A incerteza deveria ser o indicativo suficiente de que estamos num caminho insustentável para o desenvolvimento da espécie humana. A avaliação que permitiria entender se o rumo atual da humanidade é ou não sustentável deveria ser feita no contexto de uma análise de risco essencialmente igual à que cada indivíduo utiliza no seu dia a dia, ou à que empresários utilizam ao tomar decisões relacionadas a seus negócios.

A perspectiva da insustentabilidade se confirmaria não apenas pelo que sabemos, mas, sobretudo, pelo que não sabemos. Em sua dimensão conhecida, as estatísticas tornam a crise ambiental do século XXI evidente. Indicadores sugerem cenários com forte tendência à degradação da capacidade de renovação natural dos serviços fundamentais à qualidade da vida humana em velocidade condizente com as taxas previstas para sua utilização (clima, água doce, solos férteis, biodiversidade).

Entretanto, pouco sabemos sobre a liberação de metano que o aquecimento global pode provocar no solo congelado da Sibéria, conhecido como *permafrost*, onde são imensos os estoques desse poderoso gás de efeito estufa. Tampouco conhecemos a fundo a dinâmica dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártida, o que é determinante para os cenários de elevação do nível do mar. Da mesma forma, somos ignorantes sobre a resiliência do atual equilíbrio ecológico e a taxa brutal de extinção das espécies. Como se vê, podemos estar gerando processos irreversíveis que trariam consequências potencialmente catastróficas para a civilização e a espécie humana. Para qualquer mentalidade racional, o princípio da precaução é imperativo aplicável.

De outro lado, pode-se afirmar que o modelo de desenvolvimento atual é insustentável, pois não apenas desconhecemos o verdadeiro significado do conceito de “desenvolvimento sustentável” como não sabemos medir a noção de sustentabilidade com precisão. Há muitos esforços importantes sendo despendidos para que nos aproximemos de melhores mensurações da ideia de sustentabilidade. A medição do Produto Interno Bruto (PIB) dos países está sob implacável crítica por suas grandes fragilidades. A forma insuficiente e equivocada com que os recursos naturais são considerados nas contas nacionais é uma das principais razões dessa crítica. Também a Comissão de Estatística das Nações Unidas tem promovido, com instituições nacionais, a elaboração de uma família de indicadores de desenvolvimento sustentável. Enfim, muitos indicadores sintéticos e outras formas de avaliar a sustentabilidade do desenvolvimento atual estão sendo aprimorados.

³ O Cretáceo é o último período da era Mesozoica e está compreendido entre 145 milhões e 65 milhões e 500 mil anos atrás, aproximadamente. ⁴ Peter Ward, *O fim da evolução: extinções em massa e a preservação da biodiversidade*, Rio de Janeiro: Campus, 1997. ⁵ Ibid., p. 321. ⁶ Sérgio Besserman, “Darwin e a consciência no século XXI”, in *Charles Darwin: em um futuro não tão distante*, São Paulo: Instituto Sangari, 2009.

Por esses motivos, uma reflexão profunda sobre a expressão “desenvolvimento sustentável da humanidade” é a maior riqueza que os seres humanos podem ter hoje em suas mentes e corações. Caberia a nós problematizar essa expressão em todos os seus termos – humanidade, desenvolvimento e sustentável –, uma vez que o conceito ainda soa como uma rica incógnita a ser explorada.

Do termo “humanidade” deve-se dizer que esta só existe em abstrato. O que existe na realidade concreta e faz parte da constituição, inclusive genética, do *Homo Sapiens* são os clãs, as tribos, as nações. Um homem que pense, tome decisões e aja em função do destino futuro, não imediato, da humanidade já será um humano diferente, reconstruído pela cultura em relação aos humanos de hoje.

Quanto a “desenvolvimento”, lembremos que a identificação entre esse termo e crescimento econômico, avaliado quantitativamente, foi apenas o produto de uma época histórica em fase de superação. A inclusão de objetivos mais amplos na perspectiva humana, como expresso no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH – criado pelo Prêmio Nobel de Economia Amartya Sen), é um grande avanço, mas ainda não incorpora os desafios maiores da questão do desenvolvimento sustentável.

Finalmente, o significado de “sustentável” vai além de algo apenas duradouro, como o senso comum costuma entender, e significa muito mais que o compromisso com as futuras gerações. Do mesmo modo que a consciência humana, o termo “sustentável” diz respeito ao tempo, não o tempo curto – o da espécie humana –, mas todos os tempos, inclusive o longo – o do Cosmos. E o que distingue os humanos na natureza senão a consciência?

A onipotência de uma humanidade que vive ainda sua infância e que desconhece, como sociedade, a existência de limites, precisaria ser superada. A civilização humana precisaria ser mais “consciente”.

Até pouco tempo, a expectativa de vida dos seres humanos era baixa e nosso impacto ecológico era restrito tanto no que se refere ao espaço quanto ao tempo. No período anterior à Revolução Industrial, quando se deram os primeiros impactos relevantes da ação humana sobre o planeta, as consequências foram locais: espaços insalubres, rios poluídos, o ar das cidades contaminado. Com o crescimento econômico, as consequências se tornaram regionais: toda uma bacia hidrográfica prejudicada, um bioma inteiro (como a Mata Atlântica) devastado. Há cerca de cinco décadas essa escala se alterou e as agressões ambientais tornaram-se planetárias. Agora nosso impacto é global e suas consequências se estendem por séculos. Hoje, por tamanha alteração na paisagem do planeta decorrente das ações humanas, consagra-se na ciência o termo Antropoceno para designar a atual era geológica.

Se nos últimos trezentos anos houve um desenvolvimento extraordinário que aumentou a expectativa de vida, reduziu a mortalidade infantil, educou populações, diminuiu a violência e fez aumentar em muito o bem-estar do ser humano, devemos estar atentos aos numerosos problemas não resolvidos: a pobreza de bilhões de pessoas, a enorme desigualdade, a permanência de inúmeras agressões aos direitos humanos fundamentais, a existência de países onde não há liberdade democrática e, ainda, a permanência da discriminação étnica, por orientação sexual ou de ideias, incluindo crenças religiosas ou ausência de crenças.

Em resumo, nessa balança, em que pesam avanços extraordinários e questões fundamentais não resolvidas, acrescenta-se, afinal, o outro tema que estará no centro da história do século XXI: a crise ecológica global e o desafio de se construir uma civilização fundada no desenvolvimento sustentável.

Há muitos esforços importantes sendo despendidos para que nos aproximemos de melhores mensurações da ideia de sustentabilidade. A medição do Produto Interno Bruto (PIB) dos países está sob implacável crítica por suas grandes fragilidades.

A escolha é nossa
e deve ser feita
agora: ou seremos
uma humanidade
que permanecerá
na desmedida
e no egoísmo
da “infância”
ou ampliaremos
nossa consciência
no tempo, gerando
uma revolução
do pensamento tal
como aquela que
o Renascimento
representou
para a história.

Por conta do impacto da crise ecológica global sobre a economia mundial e, principalmente, sobre o bem-estar e a liberdade das pessoas, em especial das centenas de milhões mais pobres, vulneráveis e sem recursos de defesa, a espécie humana enfrentará nas próximas duas décadas desafios que podem ser considerados inéditos, se tivermos em vista os termos do horizonte temporal em que serão feitas nossas escolhas. Em quanto aqueceremos a temperatura média do planeta no futuro (entre 2 e 5 graus Celsius)?; provocaremos imensas mudanças climáticas?; que percentual (entre 10% e 30%) das espécies vivas no planeta serão extintas para sempre?

A escolha é nossa e deve ser feita agora: ou seremos uma humanidade que permanecerá na desmedida e no egoísmo da “infância” ou ampliaremos nossa consciência no tempo, gerando uma revolução do pensamento tal como aquela que o Renascimento representou para a história.

O conceito de sustentabilidade nos remete assim à necessária expansão das fronteiras do tempo, à ampliação das categorias temporais com que costumamos considerar as gerações do futuro, mesmo as mais distantes. Como observou notavelmente o escritor Jean-Claude Carrière, o termo “desenvolvimento” é etimologicamente inequívoco em várias línguas.⁷ Desenvolver não significa apenas “ampliar, crescer”, mas sim “des(fazer) o que está envolvido”; ou “des(arrolar) o que está arrolado”; ou ainda, em francês e inglês, “développer/to develop”, isto é, “des-envelopar”. Trata-se, portanto, de um processo no qual um potencial que está contido, preso em determinadas circunstâncias da história, é libertado. Ou seja, trata-se de um processo definido pelo tempo.

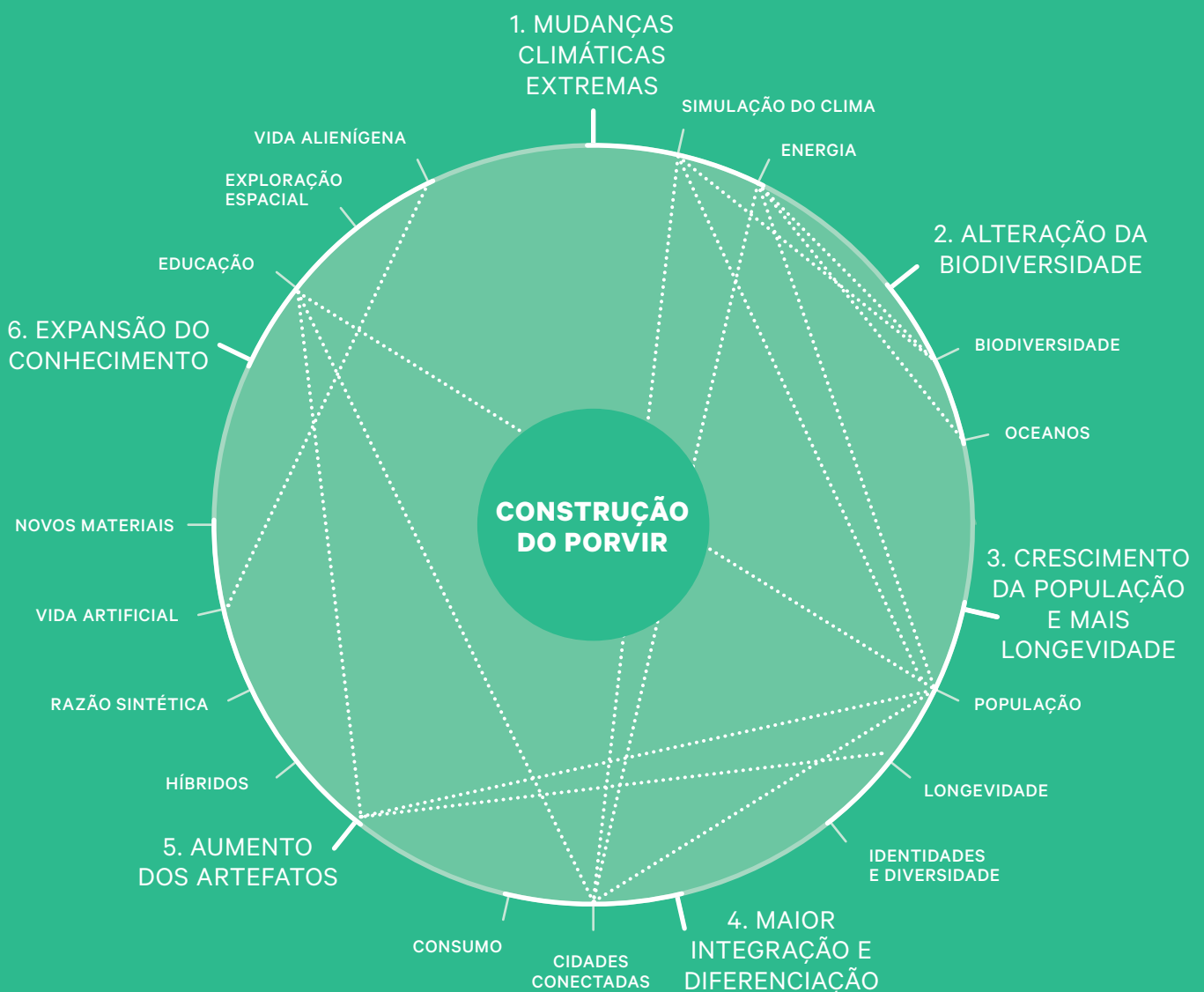
Para Santo Agostinho existiriam três tempos: o tempo presente das coisas presentes, o tempo presente das coisas passadas e o tempo presente das coisas futuras.⁸ À nossa espécie caberia agora o maior desafio do século XXI: construir um ser humano capaz de ser, ver e agir por todos esses tempos.

A questão do desenvolvimento sustentável se confunde então com a questão da consciência humana. A pergunta “O que é o desenvolvimento sustentável?” poderia ser lida também na pergunta “Quem é o ser humano?”. E a resposta para a pergunta sobre o que poderá ser o desenvolvimento sustentável poderia ser também a resposta sobre quem será o humano do amanhã que o próprio ser humano construirá. ●

069 ...

⁷ Jean-Claude Carrière, *Entrevistas sobre o fim dos tempos*, Rio de Janeiro: Rocco, 1999. ⁸ Santo Agostinho, *Confissões*, trad. J. Oliveira Santos e Ambrósio de Pina, col. Os Pensadores, São Paulo: Nova Cultural, 1996.

PARA ONDE VAMOS?



Amanhã

Como será o mundo daqui a cinquenta anos?

As ciências contemporâneas nos permitem identificar algumas grandes tendências que deverão moldar nosso estar no mundo nas próximas décadas.

Seremos mais numerosos e viveremos por mais tempo num planeta com o clima em modificação e um ambiente natural menos diverso. Os oceanos deverão ser a próxima fronteira agrícola, mas seus sistemas biológicos básicos já exibem preocupantes sinais de desgaste. Como esse paradoxo afetará nossa vida? Nossas cidades crescerão e as culturas e povos estarão ainda mais conectados; por essa mesma razão, grupos recusarão essa proximidade e buscarão reafirmar os fundamentos de suas identidades particulares. Viveremos mais próximos ou mais afastados? Cada vez mais avançados, os artefatos técnicos se tornarão mais abundantes, mais cooperativos e mais integrados a nossos corpos e mentes. Seremos ainda as mesmas pessoas?

O Sistema Solar instiga nosso espírito de investigação e expansão. Como a humanidade receberia a notícia de que foi descoberta vida alienígena, organismos fora da Terra? As escolhas que fizermos em cada passo do caminho vão definir o cenário futuro que alcançaremos. Jogos interativos permitem ao visitante relacionar o impacto de decisões individuais e coletivas, de escolhas éticas e políticas sobre as condições de vida no planeta. Como queremos viver?

NOVAS PIRÂMIDES POPULACIONAIS: AS DESAFIADORAS RECONFIGURAÇÕES DE 1961 A 2061, UM SÉCULO DE TRANSIÇÕES

POR ALEXANDRE KALACHE

ALEXANDRE KALACHE é copresidente da Aliança Global dos Centros Internacionais de Longevidade (ILC) e presidente do ILC-Brasil. Fez graduação em medicina pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e mestrado e doutorado em Saúde Pública na University of Oxford (Inglaterra), onde também lecionou. Dirigiu, entre 1995 e 2008, o Departamento de Envelhecimento e Curso de Vida da Organização Mundial da Saúde (OMS) e foi o fundador da Unidade de Epidemiologia do Envelhecimento na London School of Hygiene and Tropical Medicine, onde lecionou de 1984 a 1995. Entre suas publicações, destacam-se *Epidemiology in Old Age* (British Medical Journal Books, 1996) e *Active Ageing: A Policy Framework* (World Health Organization, 2003).

O mundo vive hoje contrastes demográficos extraordinários que se intensificarão ao longo dos próximos cinquenta anos. Se por um lado há países que vão envelhecer com uma rapidez sem precedentes, outros verão sua população aumentar de forma vertiginosa. Essas realidades dissonantes terão repercussão em todos os aspectos da sociedade.

Em 1960, a Noruega era o país com a mais alta expectativa de vida ao nascer (73,49 anos), seguida pelos outros países escandinavos e da Europa do Norte, Austrália e Canadá.¹ Todas as demais nações não alcançavam o marco simbólico da expectativa de vida de setenta anos hoje alcançado por mais de 121 países, grande parte deles considerados em desenvolvimento.

Atualmente, mais de 25 países têm expectativa de vida acima de oitenta anos, cabendo ao Japão a mais alta (83 anos).² No entanto, segundo projeções, podemos afirmar que em 2060 alguns países já terão ultrapassado o marco de noventa anos de expectativa de vida, como é o caso da Coreia do Sul e de Hong Kong. Outros países – como Japão, Suíça, Cingapura, Austrália e Espanha – terão crianças que, nascidas daqui a cinquenta anos, esperarão viver, em média, mais de 88 anos.

¹ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Prospects: The 2012 Revision*, DVD Edition, 2013. ² Idem.

Quanto à expectativa de vida aos sessenta anos (EV60), ou seja, a média do tempo que se vive após essa idade, esta também aumentou significativamente nas últimas cinco décadas. Em 1961, um sexagenário não vivia mais de vinte anos em nenhum país; hoje a perspectiva ultrapassa os 23,8 anos nos dez países com mais alta perspectiva estimada, chegando a 25,51 anos no Japão.³ Certamente ganhos adicionais são previsíveis, mas com os progressos da tecnologia para a saúde (através do diagnóstico precoce das doenças não transmissíveis) e métodos de tratamento cada vez mais eficazes (como intervenções cirúrgicas e novos medicamentos), as projeções para daqui a cinquenta anos se tornam particularmente arriscáveis.

Em 1960, entre os dez países mais envelhecidos do mundo não havia surpresas: todos se situavam na Europa Central e do Norte – com a Noruega aparecendo mais uma vez em primeiro lugar. Já em 2010, embora o Japão tenha se tornado de longe o país mais envelhecido, com mais de 30% de sua população formada por pessoas com mais de sessenta anos, países europeus relativamente pobres, como Bulgária, Grécia, Letônia, Croácia e Portugal, passam a figurar entre os dez mais envelhecidos.⁴

Um dado comparativo interessante está no fato de o Japão ter sido o primeiro país em que a proporção de idosos ultrapassou a de menores de quinze anos – uma realidade a partir de 1960. Entre outros países de grande população, a Alemanha e a Rússia repetiram essa experiência em 1980 e 2000, respectivamente. Os Estados Unidos deverão atingir essa mesma proporção em 2015, seguidos da China (2025) e do Brasil (2030) – enquanto a Índia o fará em 2055, ano em que a experiência tende a se tornar global.⁵

Em contraste com o envelhecimento da grande maioria dos países em que o crescimento populacional nos próximos cinquenta anos será pequeno ou desprezível – se não negativo –, os países do Oriente Médio e da África continuarão a experimentar um aumento de suas populações em até mais de seis vezes.

Mas o envelhecimento populacional de um país não depende somente do número de pessoas que chegam à “velhice” (sessenta anos de idade, segundo a definição das Nações Unidas). Sua rapidez depende ainda mais do declínio das Taxas Totais de Fecundidade (TTF), isto é, o número médio de filhos que uma mulher espera ter ao final de sua vida reprodutiva. Há cinquenta anos, apenas cinco países (Estônia, Letônia, Japão, Hungria e Ucrânia) haviam chegado a uma TTF abaixo do limiar de reposição – menos de dois filhos por mulher (2,1), o que significa na prática não haver reposição do casal que os gerou. Por volta de 1980, havia apenas vinte países nessa condição. Atualmente há mais de oitenta, e em 2060 estima-se que o total seja de 153 países.

Se hoje um crescente número de países (como Japão, Alemanha, Itália, Espanha, Rússia e outros do Leste Europeu) se preocupa com o encolhimento da população, nos anos 1960 a discussão predominante entre demógrafos e a sociedade centrava-se na chamada “explosão demográfica”. Essa inversão de perspectiva repercutiu em alterações na lista dos países com as dez maiores populações mundiais. Assim, Paquistão e Nigéria substituíram a posição da Alemanha e do Reino Unido, e em 2060 se projeta a saída da Rússia e do Japão, dando lugar a Etiópia e Filipinas. Indica-se que o ranking também se alterará com a Índia ultrapassando a China (em mais de 300 milhões de habitantes) como o país de maior população, e a Nigéria mais que triplicando sua população – passando a 537 milhões. Enfim, deve-se ainda mencionar o caso da Etiópia, que poderá vir a ter quase tantos habitantes quanto o Brasil, sendo, no entanto, um país muito menor que o nosso.⁶

³ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Population Prospects: The 2012 Revision*, DVD Edition, 2013. ⁴ Idem. ⁵ Idem. ⁶ Idem.

Em contraste com o envelhecimento da grande maioria dos países em que o crescimento populacional nos próximos cinquenta anos será pequeno ou desprezível – se não negativo –, os países do Oriente Médio e da África continuarão a experimentar um aumento de suas populações em até mais de seis vezes. Comparando a demografia dos dez países da África subsaariana com maior população nos anos 2010 com a projeção feita para 2060, não há dúvida de que a população dessa região cresceu quase quatro vezes entre 1960 e 2010, passando de pouco mais de 220 milhões para algo em torno de 831 milhões.⁷ Assim, as estimativas das Nações Unidas para 2060 nessa região são de um crescimento um pouco menor, de cerca de três vezes – prevendo-se uma população de quase 2,5 bilhões. Se tal número se confirmar, as implicações sociopolítico-econômicas serão imensas, pois justamente a região mais pobre do mundo estaria submetida a uma pressão demográfica de imensa magnitude.

Mas muito pode acontecer em cinco décadas, e assim como não se previu, em 1960, um declínio tão acelerado das Taxas Totais de Fecundidade em tantos países, pode-se igualmente especular que as projeções para a África e o Oriente Médio não se confirmem, tal como aconteceu com o Brasil nas últimas décadas e como já assinalam alguns países daquelas regiões, como Egito, Tunísia, África do Sul, Gana e Botsuana.

**Há não muito tempo,
o envelhecimento
populacional contava
uma história bem
diferente da atual:
países desenvolvidos
enriqueciam primeiro
para depois, ao longo
de um período mais
longo do que vemos
hoje, envelhecerem.
Já países como o Brasil
estão envelhecendo
muito rapidamente e
em um contexto de
relativa pobreza.**

Há não muito tempo, o envelhecimento populacional contava uma história bem diferente da atual: países desenvolvidos enriqueciam primeiro para depois, ao longo de um período mais longo do que vemos hoje, envelhecerem. Já países como o Brasil estão envelhecendo muito rapidamente e em um contexto de relativa pobreza. Uma comparação com o Canadá mostra isso com clareza. Atualmente o Canadá tem uma proporção de idosos (24%) cerca de duas vezes maior que a do Brasil, mas até 2060 os canadenses deverão ter uma proporção de pessoas com mais de sessenta anos menor que a nossa.

Em 1960 a população total do Brasil não chegava a 73 milhões. Cinquenta anos depois, chega a mais de 195 milhões – atingindo um total 2,5 vezes maior. As estimativas para 2060 são de 228 milhões de pessoas – ou seja, menos de 20% de aumento. Isso reflete a acentuada queda das Taxas Totais de Fecundidade. O Brasil, em cinquenta anos, saiu de um contexto de explosão demográfica para o de um de baixo crescimento populacional, devendo começar um processo de diminuição da população nos próximos trinta anos.⁸ Em paralelo, a proporção de idosos aumentou de 5,4% em 1960 para 10,2% em 2010 – devendo ultrapassar os níveis do Japão atual (país mais envelhecido) antes de 2060, quando a estimativa é de que tenhamos 32,9% de idosos – um de cada três habitantes terão mais de sessenta anos. Ainda mais pronunciado será o aumento da população com mais de oitenta anos: de somente 0,4% em 1960, e cerca de 1,5% em 2010, a projeção atual é de 9% em 2060. Assim, o país jovem de 1960, quando 43,3% da população tinha menos de quinze anos, verá a proporção dessa faixa etária cair a 14,5% em 2060.

⁷ Idem. ⁸ As TTFs passaram de 6,2, em 1960, a 1,9 em 2005. E a última estimativa, feita em 2013, indicava 1,77, devendo, segundo as projeções atuais, permanecer nesse nível até 2060.

Em regiões semidesérticas, como prover água potável para tantos? Que contribuições trará a tecnologia – desenvolvendo, por exemplo, técnicas menos caras para a dessalinização da água do mar?

Um ponto interessante na decrescente natalidade no Brasil é a possibilidade de que um novo modelo social venha a ser gerado em prol da valorização do idoso como mão de obra qualificada, promovendo uma revitalização da sociedade. Envelhecer é revitalizar-se – desde que a sociedade assim o permita.

Merecedor de destaque é o conceito de “capacidade funcional” ou “idade funcional” em contraposição à idade cronológica.⁹ Chegar aos 85 com vitalidade e produtividade será cada vez mais comum. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o envelhecimento ativo é o processo de otimizar as oportunidades de saúde, educação continuada, participação e segurança de modo a aumentar a qualidade de vida à medida que se envelhece. Cidades “amigas do idoso” devem evitar o declínio rápido dos indivíduos para abaixo do limiar de incapacidade funcional, mantendo-os ativos física, intelectual e economicamente o maior tempo possível. A solidariedade intergeracional deverá gerar uma meta de longevidade produtiva desde a infância para a obtenção de melhores resultados na terceira idade (incluindo a proteção para aqueles que, por motivos de saúde, caíam abaixo do índice de capacidade funcional). Ter saúde e conhecimentos é garantia à participação plena na vida da comunidade.

A tecnologia também tem papel decisivo para ajudar a todos no envelhecimento ativo e na compensação para os que necessitem de suporte (seja referente ao uso de artefatos que aumentem o índice de capacidade, seja à manipulação do genoma que poderá diminuir drasticamente o número de portadores de, por exemplo, doença de Alzheimer ou de Parkinson). Assim, é importante introduzir o conceito de Health Adjusted Life Expectancy¹⁰ (HALE, indicador sugerido pela OMS). Em contraste com a expectativa de vida convencional, que considera todos os anos como iguais, no cálculo do HALE os anos de vida são ponderados pelo estado de saúde e de qualidade de vida do indivíduo. Afinal, é preciso levar em conta que os idosos, por terem acumulado uma enorme variedade de experiências ao longo da vida, apresentam uma heterogeneidade maior do que, por exemplo, um grupo de adolescentes.

Assim, inúmeras questões se impõem para os próximos anos. Quais as implicações para o meio ambiente de uma África subsaariana com uma população enormemente mais densa? Em regiões semidesérticas, como prover água potável para tantos? Que contribuições trará a tecnologia – desenvolvendo, por exemplo, técnicas menos caras para a dessalinização da água do mar? Bastaria esse exemplo para ilustrar as interconexões necessárias entre os estudos da ciência e tecnologia e da população e do meio ambiente. Mas a lista é imensamente maior e podemos nos perguntar que pressões haverá nas regiões que já estão experimentando a diminuição de populações nos países vizinhos.

Sob o ponto de vista populacional, qual será o aumento em termos internacionais da população de imigrantes, que em 2010 chegava a 250 milhões? Se o Japão, por exemplo, adotasse políticas que estimulassem proporcionalmente a entrada de tantos imigrantes *per capita*, como a Austrália ou o Canadá, como seria sua pirâmide etária em 2060? A economia dos países muito envelhecidos continuará a crescer? Quais as políticas necessárias para que isso possa ser posto em prática? Por outro lado, as mulheres estão participando ativamente do mercado de trabalho remunerado em um número crescente de países e as economias deles passarão a depender ainda mais dessa contribuição. A sustentabilidade entre países ficará mais interdependente? Como desenvolver e estimular uma cultura de contratos sociais intergeracionais, sociedades mais solidárias?

Uma das grandes contribuições do século XX foi somar mais de trinta anos à expectativa de vida da população na maioria dos países. A do século XXI será trazer maior qualidade de vida para todas as idades. Afinal, é preciso reconhecer que a pirâmide populacional de cada país não é rígida e que a demografia não é um destino dado, mas sim uma realidade atual a partir da qual podemos criar soluções que tenham como meta o bom planejamento do futuro. ●

⁹ Alexandre Kalache e Ilona Kickbusch, *A Global Strategy for Healthy Ageing*, World Health, vol. 5, 1997, nº 4, p. 4-5. ¹⁰ Expectativa de Vida Ajustada para a Saúde.

CIDADES CONECTADAS: A POLINIZAÇÃO HUMANA

POR ROGÉRIO DA COSTA

ROGÉRIO DA COSTA é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), onde dirigiu a área de tecnologia de 2004 a 2005. Doutor em história da filosofia pela Université de Paris IV (Paris-Sorbonne), mestre em filosofia pela Universidade de São Paulo (USP) e graduado em engenharia de sistemas e computação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), hoje dirige o Laboratório de Inteligência Coletiva (LinC). Entre 2010 e 2011 integrou o Conselho de Orientação Artística e Cultural do Museu da Imagem e do Som de São Paulo (MIS-SP).

As metáforas são inúmeras: as cidades como formigueiro, labirinto, fortaleza, um superorganismo, cérebro, rede de redes, caos... Enfim, elas são tudo isso ao mesmo tempo, mas no futuro precisarão ser, sobretudo, inteligentes.

As grandes cidades foram se organizando, ao longo da história, na forma de redes e sistemas cada vez mais complexos, como fruto de interconexão de pessoas, transações comerciais, tecnologias, informações. Elas são atravessadas por redes de comércio e transporte, de infraestrutura, máquinas, além de sistemas de energia elétrica e de comunicação.¹ Uma frase do historiador Lewis Mumford, em seu livro *A cidade na história*, nos lembra que os aglomerados urbanos não podem deixar de ser vistos como “uma estrutura especialmente equipada para armazenar e transmitir os bens da civilização”.² Mas esses bens só puderam ser produzidos porque as cidades se tornaram, nas palavras do cientista Steven Johnson, uma espécie de interface que permitiu aos indivíduos pôr suas inteligências em contato, num tipo de *polinização cruzada*.³ Isso possibilitou não apenas o incremento do fluxo de ideias, mas igualmente a preservação daquelas que seriam essenciais ao desenvolvimento da civilização. Já no decorrer dos primeiros séculos das antigas populações urbanas é possível encontrar invenções que se mostraram cruciais ao desenvolvimento de nossa civilização, tais como o cultivo de grãos, o arado, a roda do oleiro, o veleiro, o tear, a metalurgia do cobre, a matemática abstrata, a observação astronômica, o calendário. As cidades armazenam e transmitem novas ideias para toda a população, assegurando que, uma vez inventadas, as novas tecnologias não desaparecerão.

¹ Federico Casalegno e William J. Mitchell, *Connected Sustainable Cities*, Massachusetts: MIT Press, 2008. Disponível em <<http://mobile.mit.edu>>.

² Lewis Mumford, *A cidade na história*, São Paulo: Martins, 2001.

³ Steven Johnson, *Emergence*, Nova York: Scribner, 2001, p. 107.

Mas, se as cidades podem ser vistas como fonte de recursos e informação, também não deixam de ser um espaço privilegiado de moradia e convivência. Ocorre que os padrões atuais de crescimento econômico têm gerado um enorme descompasso entre a busca sempre crescente dos indivíduos por recursos e informação e, simultaneamente, a capacidade de toda a infraestrutura das cidades em suportar essa demanda. Isso acaba por impactar as várias dimensões da vida e do meio ambiente. Os processos migratórios, o crescimento demográfico, a produção, a distribuição e o consumo de bens materiais industrializados e o de recursos naturais são fatores que afetam diretamente o equilíbrio das cidades. Junto a isso, o modelo de gestão das metrópoles, baseado em administrações centralizadas, tem sido o mesmo por séculos. Contudo, já é visível, sobretudo nas megalópoles, o esgotamento do modelo de governança que conhecemos, tal a complexidade atingida por esse superorganismo no início do século XXI e, com isso, os enormes desafios de gestão de todos os seus processos humanos e materiais.

As cidades evoluíram de estruturas simples para organismos complexos. Mas esses organismos, apesar de terem chegado ao final do século XX dispondo de um avançado “sistema nervoso” digital, representado pela informática e a internet, ainda não haviam alcançado a produção metafórica do “pensamento”. Isso significa que as cidades, no futuro próximo, não apenas serão capazes de armazenar e transmitir informações para sua população de indivíduos – suas “células” –, como também serão capazes de formar uma ideia a respeito de si mesmas, uma espécie de *consciência* de seu estado atual. As coisas, os lugares, a atmosfera, os transportes devem ganhar uma camada digital que passará a veicular informações a respeito da forma como as pessoas estão interagindo com tudo à sua volta, e de como cada uma dessas coisas pode trocar sinais para indicar sua situação presente. Com isso, elas devem precisar cada vez menos (mas não prescindir) de um sistema de gestão centralizado. Progressivamente, devem-se atingir níveis de autogestão dos vários processos que circulam por suas vias: alocação de recursos como água e energia, emissão de poluentes na atmosfera, de resíduos no meio ambiente, deslocamento de pessoas na cidade, logística de entrega de mercadorias. Ao mesmo tempo, os indivíduos poderão, por seu lado, estar cada vez mais conscientes dos efeitos de suas ações sobre a cidade como um todo. Eles conseguirão perceber os impactos causados por suas decisões pessoais em níveis ambientais, sociais e políticos.

Exemplos de cidades inteligentes já podem ser encontrados em alguns países. Um deles é New Songdo, projeto em andamento na Coreia do Sul. Hoje com 70 mil habitantes, nela o lixo das casas segue diretamente por uma rede de túneis subterrâneos para estações de tratamento. Os carros possuem chips conectados a uma central, que detecta se muitos farão percurso semelhante, e toma providências para evitar engarrafamentos. Outro exemplo de cidade inteligente é Dongtan, na China, país onde se prevê que em 2050 serão 1,12 bilhão de habitantes em áreas urbanas. Ela conta com energia renovável, transportes com emissão zero de carbono, tratamento e reciclagem da água, entre outras iniciativas sustentáveis. Um terceiro exemplo é Masdar City, em Abu Dhabi, cidade projetada para ser totalmente sustentável, com 100% de energia renovável, zero de emissão de carbono e um sistema de transporte elétrico que opera no subsolo.

O número de migrantes climáticos seria de pelo menos 200 milhões até 2050, podendo chegar a 700 milhões nos piores cenários. Se nada for feito, essa poderá ser a maior migração humana já registrada na história. Sem grandes investimentos em questões ligadas à migração, como moradia, educação e serviços de saúde, os problemas da integração dos migrantes em outros países serão mais agudos que hoje.

Mas se as visões de futuro apontam para cidades sustentáveis, com sistemas de autorregulação de seus processos espalhados por todo lado, com áreas verdes equilibrando os espaços construídos, enfim, com tudo que seria possível imaginar de inteligente para um espaço urbano, o que os vários relatórios de organizações internacionais nos mostram como previsão para a cidade de amanhã não segue essa direção.

Os fluxos migratórios que atingem as estruturas das cidades e, simultaneamente, as tornam multiculturais estão entre os fatores que mais devem contribuir para o aumento da complexidade das megalópoles. Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD),⁴ o crescimento da população global esperado para 2050 deve alcançar cerca de 9,3 bilhões de pessoas, sendo que 97% desse aumento se encontra em países em desenvolvimento. Nesse mesmo ano, mais de 70% da população mundial estará vivendo em centros urbanos. Migrantes que cruzam fronteiras em busca de trabalho e de uma vida melhor podem exceder os 400 milhões, ou 7% da população atual do globo, até 2050. As informações constam de um relatório divulgado pela Organização Internacional para a Migração (IOM),⁵ com sede em Genebra, que afirma ser esse aumento uma tendência inexorável e inevitável, com números crescentes de pessoas disputando poucos empregos em países em desenvolvimento e fugindo dos efeitos da mudança do clima.

Nesse último caso, um relatório da mesma instituição aponta que os movimentos populacionais já começaram e podem ser bem maiores do que se estimou originalmente. O número de migrantes climáticos seria de pelo menos 200 milhões até 2050, podendo chegar a 700 milhões nos piores cenários. Se nada for feito, essa poderá ser a maior migração humana já registrada na história. Sem grandes investimentos em questões ligadas à migração, como moradia, educação e serviços de saúde, os problemas da integração dos migrantes em outros países serão mais agudos que hoje.

Todo esse deslocamento humano, fruto de migrações resultantes de fatores os mais diversos, acaba por favorecer o crescimento das metrópoles rumo à formação de megarregiões, ou o surgimento da chamada “cidade sem fim”, fenômeno que parece irreversível na atualidade. Nos dias de hoje, mais da metade da população global vive em regiões urbanas. Como já apontado, em 2050 70% da população estará vivendo em zonas urbanizadas. Nessa tendência da *cidade sem fim*, de acordo com o relatório de 2010 da Agência para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat), intitulado “State of the World’s Cities”,⁶ as megacidades mundiais estão se fundindo para formar vastas “megarregiões” que podem se estender por centenas de quilômetros entre os países, acumulando mais de 100 milhões de pessoas. Tal fenômeno poderia ser um dos mais significativos em relação ao desenvolvimento – e aos problemas – da forma como as pessoas vão viver e as economias deverão crescer nos próximos 50 anos.

As maiores megarregiões, que estão na vanguarda da rápida urbanização que assola o mundo, são Hong Kong-Shenzhen-Guangzhou, na China, onde vivem cerca de 120 milhões de pessoas; Nagoya, Osaka-Quito-Kobe, no Japão, que deve chegar a 60 milhões de pessoas em 2015; e Rio de Janeiro-São Paulo, região com 43 milhões de pessoas no Brasil. O crescimento das megarregiões e municípios está provocando uma inédita expansão urbana, com o surgimento de novas favelas, o desenvolvimento desequilibrado e a desigualdade de renda, já que mais e mais pessoas estão se mudando para cidades-satélites ou dormitórios. Esse fenômeno, decorrente das aglomerações urbanas, deve se acentuar nos próximos quarenta anos, já que a tendência da formação de megalópoles é considerada irreversível.

Por fim, é preciso ressaltar o complexo desdobramento cultural que o fluxo populacional, junto com a enorme expansão urbana prevista para as próximas décadas, trará consigo, possibilitando uma ampla interconexão cultural. Um relatório da Unesco⁷ sobre as tendências no século XXI aponta importantes aspectos que devem pesar na relação entre as diversas culturas do planeta. A intolerância, a xenofobia, o racismo e a discriminação voltam a aparecer, às vezes de forma violenta, até com genocídios, e são justificados em nome da pertença religiosa, nacional, cultural e linguística.

As maiores megarregiões, que estão na vanguarda da rápida urbanização que assola o mundo, são Hong Kong-Shenzhen-Guangzhou, na China, onde vivem cerca de 120 milhões de pessoas; Nagoya, Osaka-Quito-Kobe, no Japão, que deve chegar a 60 milhões de pessoas em 2015; e Rio de Janeiro-São Paulo, região com 43 milhões de pessoas no Brasil.

O crescimento urbano, que deve envolver a maioria das megalópoles e das metrópoles em 2050, pode acarretar enormes impactos na vida urbana, no consumo de recursos e bens, mas também, do ponto de vista social, no acesso ao trabalho, na exclusão de minorias e nos direitos humanos. Nesses vários cenários para a vida urbana em 2050, devemos nos perguntar se caminhamos rumo ao choque ou à miscigenação cultural e étnica. Na cidade do amanhã, haverá hegemonia de uma cultura sobre as outras? Quer seja nas cidades inteligentes ou nos formigueiros humanos, devemos sempre nos perguntar se a cidade favorecerá o pluralismo cultural, o diálogo e o encontro entre as culturas. ●

079 ...

⁶ Cf. UN-Habitat, Relatório sobre Megarregiões. Disponível em <<http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2562>>.

⁷ Cf. Unesco. Disponível em <<http://www.unesco.org>>.

COMO SEREMOS AMANHÃ?

POR BENILTON BEZERRA JR.

Somos os únicos seres naturais cuja existência não é determinada unicamente por normas e limites da ordem vital, pois incorporamos continuamente à nossa própria natureza os efeitos de tudo aquilo que fazemos. Criamos objetos, tecnologias, valores morais e regras culturais que configuram o ambiente físico e social em que vivemos, expandem as capacidades de nosso organismo e moldam nossa subjetividade. À medida que se alteram as condições materiais e simbólicas que sustentam nossa vida cotidiana, modifica-se a percepção que temos do mundo, dos outros e de nós mesmos. Aquilo que somos está em constante mutação, e é nessa abertura em nossa própria natureza que consiste nossa marca essencial.

Algumas das transformações que nos afetarão nas próximas décadas podem ser entrevistas no horizonte, outras não. O impacto produzido pela internet dificilmente poderia ter sido antecipado, por exemplo, e em poucos anos mudou profundamente nosso modo de ser no mundo. A percepção do espaço e do tempo, a maneira de lidarmos com a informação e a memória, a organização do trabalho, as redes de nossas relações pessoais, as relações entre o local e o global, o individual e o coletivo são exemplos de padrões que vêm sendo profundamente alterados pela relação do homem com a tecnologia.

BENILTON BEZERRA JR. é psicanalista, psiquiatra e professor associado no Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pesquisador do Programa de Estudos e Pesquisas sobre Ação e Sujeito (Pepas) do IMS/Uerj.

A internet se tornará ubíqua, invisível, deixando de ser percebida como tecnologia que afeta a vida para assumir uma dimensão da própria realidade, na qual nós e os objetos estaremos imediata e permanentemente inseridos, sem que precisemos nos conectar.

Como ocorre com toda tecnologia, claro, seus efeitos são complexos. Se por um lado a internet transformou o mundo num lugar mais acessível, compartilhado e solidário, por outro também precipitou o surgimento de modalidades inéditas de violência e criminalidade, controle e opressão – ataques digitais a sistemas de segurança, espionagem cibernética, golpes dirigidos a indivíduos, censura estatal de informações, por exemplo.¹ Nesse sentido, devemos nos lembrar de que o progresso científico e tecnológico precisa ser acompanhado de reflexões éticas e ações políticas que balizem seus efeitos e os ponham a serviço de nossos ideais.

Em poucos anos a internet se tornará ubíqua, invisível, deixando de ser percebida como tecnologia que afeta a vida para assumir uma dimensão da própria realidade, na qual nós e os objetos estaremos imediata e permanentemente inseridos, sem que precisemos nos conectar.

Combinadas com tecnologias de realidade virtual, a internet e as redes sociais nos manterão interligados não só pela palavra e pela imagem, mas também sensorialmente² – por exemplo, pelo compartilhamento de experiências táteis ou olfativas, ou de vivências de imersão em ambientes virtuais compartilhados.³

Partes crescentes da vida cotidiana acontecerão nesse espaço virtual. Por isso podemos imaginar que o acesso a essa esfera da existência venha a entrar para a lista dos direitos universais. Nesse processo, as populações que permanecerem excluídas da revolução digital dificilmente evitarão a marginalidade econômica e social.

Entre os incluídos, novos padrões de relacionamento pessoal já emergem no horizonte. A experiência psicológica e social de distância e proximidade está deixando de ser ancorada exclusivamente no espaço físico. O fator geográfico tende a ter um papel cada vez menor na constituição de relações de trabalho, redes de amizade, parcerias amorosas e associações políticas e científicas. Ninguém estará condenado à marginalização por se encontrar fisicamente distante ou psicologicamente fora dos padrões da maioria. Nesse cenário, uma quantidade extraordinária de informações estará mais acessível para cada indivíduo. Por outro lado, o segredo, a solidão e o silêncio precisarão ser conquistados.⁴

¹ Marc Goodman, *Future Crimes: Everything Is Connected, Everyone Is Vulnerable and What We Can Do About It*, Nova York: Doubleday, 2015.

² Adrian David Cheok e James Teh Keng Soon, *Haptics and Touch for Novel Internet Multisensory Communication*, S.l.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. ³ European Commission, Community Research and Development Information Service, "Enabling Audiovisual User Interfaces for Multisensorial Interaction". Disponível em <http://cordis.europa.eu/project/rcn/188128_en.html>. ⁴ John Fredette et al., "The Promise and Peril of Hyperconnectivity for Organizations and Societies", in *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World*, World Economic Forum, 2012. Disponível em <<http://reports.weforum.org/global-information-technology-2012/>>.

Junto com a internet, o avanço exponencial das tecnologias de comunicação e computação ampliará os espaços de exercício de poder por parte dos indivíduos. O acesso cada vez maior à informação de todo tipo atenuará diferenças entre experts e leigos. O barateamento progressivo das tecnologias digitais e a universalização da internet prometem viabilizar saltos na difusão do conhecimento para todos, resultando num maior poder de influência de indivíduos e grupos organizados.⁵ Atos locais terão cada vez mais a possibilidade de produzir efeitos globais. Um único indivíduo, onde quer que esteja, poderá ser visto e ouvido por milhões em todo o planeta. O exercício da autonomia individual poderá se expandir. Barreiras linguísticas serão progressivamente transponíveis com o desenvolvimento de dispositivos de tradução instantânea cada vez mais eficazes.⁶ Assim, além de as tecnologias serem instrumentos fantásticos de difusão universal do conhecimento, poderão servir à promoção da tolerância e da equidade em escala global e, em consequência, à maior tolerância entre diversas culturas.

A expansão acelerada das biotecnologias está deixando para trás os limites naturais da condição humana (...); o conceito e a experiência de paternidade, maternidade, parentesco e filiação se tornarão significativamente mais complexos e incertos, exigindo redefinições culturais constantes.

Por outro lado, a redução da privacidade e o controle sobre os indivíduos tendem a se expandir exponencialmente. Informações sobre correspondências pessoais, movimentações financeiras, registros médicos, preferências estéticas, políticas, morais, estilos de vida, redes de contato, deslocamentos geográficos, quase tudo será registrado por sistemas de vigilância e monitoramento pelo Estado, pela medicina e pelas corporações comerciais. Entre os temas que devem ocupar lugar crucial na agenda política por vir, certamente estarão a tensão entre a busca de segurança e a preservação da liberdade, e a luta pelo controle das informações sobre os indivíduos.

A expansão acelerada das biotecnologias está deixando para trás os limites naturais da condição humana.⁷ Com as múltiplas variedades de contribuição biológica dos genitores, e o surgimento de inéditas formas de parcerias conjugais e familiares, o conceito e a experiência de paternidade, maternidade, parentesco e filiação se tornarão cada vez mais complexos, incertos, exigindo redefinições culturais constantes.

Com a ampliação das possibilidades de intervenção sobre a anatomia e a fisiologia, a polarização tradicional entre masculino e feminino cederá mais espaço, no imaginário social, a visões espectrais da sexualidade: um leque plural de configurações corporais e identidades de gênero se tornará cada vez mais acessível e legitimado.

Com a biônica, a nanotecnologia, a bioengenharia genética e as interfaces entre cérebros e máquinas, outras clássicas polarizações – entre natural e artificial, entre biológico e cultural – sofrerão uma redução progressiva de sua relevância. As formas biológicas, inclusive a humana, serão cada vez mais moldadas biotecnologicamente em função de escolhas e decisões humanas – morais, estéticas, políticas, comerciais. Produziremos interfaces entre organismos e dispositivos tecnológicos crescentemente complexos e amigáveis, o que ampliará em muito nossas capacidades cognitivas, sensoriais, comunicacionais, a maneira de percebermos nosso corpo e de nos constituirmos como sujeitos sociais, como já se previa há alguns anos.⁸

⁵ Lauren Rhue e Arun Sundararajan, "Digital Access, Political Networks and the Diffusion of Democracy", *Social Networks*, vol. 36, jan 2014.

⁶ Amy Neustein e Judith A. Markowitz (orgs.), *Mobile Speech and Advanced Natural Language Solutions*, Nova York: Springer, 2013; Douglas Jones et al., "Machine Translation for Government Applications", *Lincoln Laboratory Journal* (MIT), vol. 18, nº 1, 2009. ⁷ Francis Fukuyama, *Nosso futuro pós-humano*, Rio de Janeiro: Rocco, 2003. ⁸ Donna J. Haraway, *Simians, Cyborgs and Women. The Reinvention of Nature*, Nova York: Routledge, Chapman and Hall Inc., 1991.

A possibilidade de superação de limites e imposições naturais por meio de práticas de aprimoramento de vários aspectos da vida biológica e psicológica dos indivíduos (memória, humor, cognição, sono, apetite, sexo) vem ganhando o imaginário social.⁹ Já não se discute se, mas *como* se fará uso das tecnologias de regulação da vida psíquica e social e aperfeiçoamento da performance corporal e subjetiva.

Novas formas híbridas de vida, ao mesmo tempo naturais e artificiais, virão à luz. O controle e a regulação tecnológica das condições biológicas, psicológicas e sociais da vida trarão inúmeros desafios éticos e políticos. As fronteiras entre a normalidade, a mera diferença, e a anormalidade ou patologia, nos campos do funcionamento biológico, psicológico e social, serão objeto de intensas disputas culturais e científicas.¹⁰ O mal-estar, traço inerente à condição humana, poderá se manifestar de formas inéditas: novas modalidades de sofrimento, novos sintomas, referidos aos novos ideais e às novas exigências de bem-estar surgidos nesse cenário futuro.

A aceleração do processo de globalização aumentará a interação entre diferentes populações e sociedades, seja pelo comércio, pela circulação da informação ou pelos movimentos migratórios. Esse processo poderá criar condições para um maior conhecimento e acolhimento da variedade das culturas humanas, promovendo a expansão da tolerância e a preservação de tradições antes ameaçadas pelo isolamento. Por outro lado, provavelmente acarretará pressões na direção de uma homogeneidade cultural cujo desenvolvimento talvez resulte no agravamento de conflitos interétnicos, interculturais e interreligiosos.¹¹

Que cenários o futuro nos reserva, podemos apenas especular. A combinação de transformações políticas, movimentos culturais, descobertas científicas e avanços tecnológicos por certo modificará profundamente nossa maneira de viver, mas o mundo que resultará dessa combinação ainda está por ser definido. Será mais equânime e inclusivo ou mais injusto e excludente? Conseguiremos criar um mundo mais tolerante e compartilhado ou veremos a desigualdade e a violência persistirem em formas inéditas?

Não temos como dizer com certeza como seremos amanhã. Mas podemos e precisamos dizer com clareza como *queremos ser* amanhã, porque essa é a maneira de nos engajarmos na construção do que virá. A melhor maneira de lidar com o futuro é nos darmos conta de que começamos a inventá-lo com as intenções e os gestos que produzimos no mundo hoje. ●

⁹ Steven Hyman, "Cognitive Enhancement: Promises and Perils", *Neuron* nº 69, 24 fev 2011. ¹⁰ Nicolas Rose, *The Politics of Life Itself: Biomedicine, Power, and Subjectivity in the TwentyFirstCentury*, Princeton: Princeton University Press, 2007. ¹¹ Amartya Sen, "How to Judge Globalism: Global Links Have Spread Knowledge and Raised Average Living Standards. But the Present Version of Globalism Needlessly Harms the World's Poorest", *The American Prospect*, vol. 13, 1 jan 2002; Amy Chua, *World on Fire: How Exporting Free-Market Democracy Breeds Ethnic Hatred & Global Instability*, Nova York: Anchor Books, 2004.

AONDE NOS LEVAM AS ROTAS TECNOLÓGICAS DA ENERGIA?



POR NEILTON FIDELIS, LUIZ PINGUELLI ROSA
E MARCIO GIANNINI PEREIRA

NEILTON FIDELIS DA SILVA é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (Ifern). Possui graduação em engenharia elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e licenciatura em eletricidade pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mestrado em engenharia elétrica pela UFRN e doutorado em planejamento energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente assessora a Secretaria Executiva do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e atua como pesquisador do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG/Coppe-UFRJ).

LUIZ PINGUELLI ROSA é professor do Programa de Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde dirige o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, e é secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. É graduado em física pela UFRJ, mestre em engenharia nuclear pela Coppe/UFRJ e doutor em física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Ex-presidente da Eletrobras, foi ainda membro do Conselho do Pugwash e tem participado do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC).

MARCIO GIANNINI PEREIRA é pesquisador do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Eletrobras Cepel), consultor/palestrante na área de sustentabilidade e energia, membro do conselho editorial da *Revista Brasileira de Tecnologia e Negócios em Petróleo* (TN Petróleo) e *Fellow Research* da University of California (Berkeley – Renewable & Appropriate Energy Laboratory – RAEL). Possui graduação em economia pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e mestrado e doutorado em planejamento energético pela Coppe/UFRJ. Publicou diversos artigos em periódicos especializados e trabalhos em anais de eventos nacionais e internacionais. Redige o blog Energia, Sociedade e Mudanças Climáticas.

Imagine o mundo com a população atual de 7,3 bilhões de pessoas, mas sem a diversidade de fontes de energia de que hoje dispomos. Se ainda vivêssemos na era do trabalho feito somente à base de nossos próprios músculos e do calor produzido pela queima de biomassa, por certo faltariam alimento e lenha para tanta gente; a expectativa de vida seria bem menor – a população não teria, provavelmente, o contingente de hoje; e nem de longe desfrutaríamos do conforto e da produtividade que a tecnologia nos oferece.

Todo o processo de desenvolvimento humano tem uma relação estreita com a evolução do domínio e uso das fontes de energia dispostas na natureza, e nossa relação com essas fontes se vincula fortemente às estruturas de produção e consumo dos bens e serviços. Desenvolvidas ao longo do tempo, as diferentes tecnologias de conversão de energia condicionaram diversas formas de uso, com distintos rendimentos, que, por sua vez, ocasionaram múltiplos impactos no meio socioeconômico e ambiental.

Hoje nos cabe perguntar como seguir daqui em diante. Que caminhos escolheremos? Quais serão as nossas opções tecnológicas? Movidas a que tipo de energia? Ainda que parte da população mundial aposte em tecnologias de conversão mais eficientes (que ampliam o uso da energia com menor consumo de recursos naturais e menos impactos ambientais), o uso de técnicas anteriores à máquina a vapor é ainda significativo no planeta. Assim, apesar dos avanços tecnológicos recentemente conquistados, e do que ainda está por vir, em várias regiões o futuro energético continua vinculado às escolhas de ontem.

Para compreender essa história, de início é preciso lembrar que, em qualquer tempo ou lugar, o mais complexo sistema conversor de energia do qual o ser humano faz uso reside no próprio corpo humano. Por meio da digestão se processa a conversão da energia química, presente nos alimentos, em calor, energia muscular e cerebral. Ao transferir para além do seu corpo a necessária produção de trabalho, o ser humano dispõe de duas formas básicas de conversão de energia: a orgânica (uso do trabalho animal para produção de energia mecânica, lenha etc.) e a inorgânica (rodas-d'água, cata-ventos, máquinas elétricas, motores de combustão interna, entre outros).

O ser humano evoluiu trocando os conversores orgânicos pelos inorgânicos. A tração humana e animal na produção de bens deu lugar à indústria mecanizada, movida primeiro a vapor, depois a eletricidade. Nas residências, o aproveitamento da biomassa natural para cozinhar e garantir calefação foi progressivamente substituído por fogões, aquecedores e outros aparelhos domésticos, fruto de avanços técnico-científicos que possibilitaram o uso de fontes de energia antes inacessíveis. Ampliou-se enormemente o emprego de carvão, gás, petróleo, eletricidade e energia nuclear. Assim, cada fonte de energia passou a ocupar seu nicho diferenciado, expandindo o uso e o aproveitamento dos recursos energéticos.

Nesse processo, vê-se que a evolução da humanidade se fez pela mecanização e substituição da força de trabalho rural, cujo efeito foi a migração de grande parte dos trabalhadores agrícolas para o setor de serviços, e a ampliação não só das trocas comerciais, mas também dos bens culturais. Essas mudanças geraram enormes ganhos para a população, seja com a redução ou substituição do trabalho fatigante, seja na melhoria da saúde, da educação, no aumento da seguridade, da longevidade e da renda. Além disso, com o aumento na taxa da energia controlada, os avanços extrapolaram tanto o universo doméstico quanto a produção agrícola e industrial, chegando à navegação, às ferrovias, ao transporte individual e coletivo, beneficiando novos setores de produção à base de energia mecânica e térmica.

Como se pode acompanhar na linha do tempo esquematizada ao lado, o consumo da energia cresceu de forma acelerada a partir do final do século XIX e ainda mais intensamente a partir da segunda metade do século XX.

EVOLUÇÃO DO CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA NO TEMPO¹

1700

CONSUMO MUNDIAL
PREDOMINANTEMENTE RENOVÁVEL.
(LENHA E DERIVADOS)

1800

O CONSUMO CRESCER
25% NESSE SÉCULO.

1850

EM MEIO SÉCULO (1800-1850)
O CONSUMO MUNDIAL CRESCER 47%.

1900

ENTRE 1850 E 1900 O CONSUMO
MUNDIAL QUASE DUPLICOU.
LENHA EM QUEDA, CARVÃO SENDO
A MAIOR FONTE COMERCIAL.
PETRÓLEO, GÁS NATURAL
E ELETRICIDADE PASSARAM A COMPOR
A CESTA DAS FONTES COMERCIAIS.
(JUNTAS RESPONDEM POR APENAS 2%)

1950

NO PERÍODO DE 1900 A 1950,
O CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA
CRESCER QUASE DUAS VEZES E MEIA.
PETRÓLEO 24% | GÁS NATURAL 8%

1970

ENTRE 1950 E 1970 O CONSUMO
MUNDIAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL
E ELETRICIDADE QUASE TRIPLICOU.
O CHOQUE DO PETRÓLEO IMPULSIONOU A
PESQUISA DE NOVAS FONTES DE ENERGIA.

1990

ENTRE 1970 E 1990 O CRESCIMENTO
DO CONSUMO FICOU RESTRITO
A POUCO MENOS QUE 35%.
ACIDENTES NAS USINAS NUCLEARES.
AÇÕES SOBRE A DEMANDA E OFERTA
DEVIDO AO CHOQUE DO PETRÓLEO.

2000

O SÉCULO TERMINOU COM OS
COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS TOTALIZANDO
80% DE TODO O CONSUMO ENERGÉTICO.
CONFLITOS (ESCASSEZ E RESTRIÇÕES
AO ACESSO ÀS FONTES).

¹ Jean-Marie Martin, *A economia mundial da energia*, São Paulo: Unesp, 1992.

Numa primeira fase evolutiva, o carvão mineral se tornou o principal combustível das máquinas a vapor, ampliando rapidamente sua fronteira de uso para as mais diversas indústrias. Logo ele se transformou no símbolo energético da Revolução Industrial. A partir daí, a generalização do uso maciço dos combustíveis fósseis pela humanidade constituiu um novo marco no aproveitamento dos processos naturais de acumulação e concentração de energia.

Como sabemos, combustíveis fósseis têm sua origem na energia solar acumulada em plantas e/ou animais submetidos a uma série de processos de concentração e compactação, de milhões de anos de duração. Não há, portanto, possibilidade de recarga na escala de tempo econômico demandado pela sociedade. Assim, quando o uso de carvão mineral se expandiu e levou à utilização do petróleo e do gás natural, a humanidade ingressou na era do consumo de estoques naturais não renováveis de energia.

Na etapa inicial dessa era, o petróleo foi usado apenas na iluminação e na geração de calor, por meio do uso do querosene. Muitas mudanças ocorreram em função de novos domínios tecnológicos, passando o petróleo a ser utilizado para gerar energia mecânica em sua forma direta, tornando-se muito rapidamente a principal fonte de energia para o transporte.

Com o gás natural, a evolução foi mais lenta. Inicialmente ele era considerado um entrave à produção de petróleo. As descobertas de reservas gigantescas e, sobretudo, o contínuo crescimento das necessidades e a multiplicação dos usos energéticos foram decisivos para o desenvolvimento da indústria de gás natural. Superadas as barreiras impostas pelos custos de transporte, o gás natural passou, inclusive, à condição de combustível nobre.

Uma segunda fase evolutiva pode ser apresentada em função do desenvolvimento de uma série de tecnologias surgidas no final do século XIX e início do século XX, que facilitaram a difusão do uso da eletricidade. Ao mesmo tempo, a invenção do gerador elétrico de corrente alternada e dos transformadores elétricos de indução permitiu que o aproveitamento da energia hidráulica fosse novamente considerado no planejamento da expansão do mercado de energia. E as redes de transmissão de energia elétrica tiveram papel importante nessa retomada, ao permitir o transporte a grandes distâncias da energia hidráulica disponível nas barragens.

Todas essas descobertas permitiram a utilização simultânea de múltiplas fontes de energia (lenha, carvão, petróleo, hidráulica) de forma muito flexível, com rendimentos mais elevados e melhor qualidade. Tal diversidade de fontes energéticas disponíveis, combinada com a acumulação de novas tecnologias, viabilizou, portanto, o desenvolvimento de um complexo sistema energético do qual hoje dispomos.

Paralelamente, o domínio do processo de Fissão Nuclear Controlada tornou possível a transformação tecnológica da matéria em energia. Com isso, parecia ter início uma terceira fase no aproveitamento energético, já que, além dos menores custos, se estimava essa fonte de energia como ilimitada. No entanto, embora a energia nuclear responda por 9,7% da oferta de energia primária no planeta, com sistemas instalados e em funcionamento, é recorrente o debate quanto à sua viabilidade, pois se revelaram problemas econômicos e ambientais, com destaque para os riscos que ameaçam a segurança da população.

Embora a energia nuclear responda por 9,7% da oferta de energia primária no planeta, com sistemas instalados e em funcionamento, é recorrente o debate quanto à sua viabilidade, pois se revelaram problemas econômicos e ambientais, com destaque para os riscos que ameaçam a segurança da população.

A sociedade industrial é levada a redescobrir os fluxos energéticos com base nos recursos naturais renováveis e a buscar processos mais harmonizados com a vida humana e com a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Outro destaque importante, e mais recente, é a exploração em larga escala do gás de xisto, um gás natural encontrado no interior de um tipo de rocha porosa conhecida como xisto argiloso. Para retirar o gás da rocha, utiliza-se o processo de fraturamento hidráulico, com injeção de água, areia e produtos químicos. É grande o potencial de contaminação da água de abastecimento da população e há quem associe tal processo à ocorrência de tremores de terra. Apesar do risco, a produção do gás de xisto cresce rapidamente desde o ano 2000, sobretudo nos Estados Unidos, onde a expectativa é de alcançar a marca dos 50% do total americano de gás natural em meados da década de 2030.

O atual cenário mundial é, portanto, marcado por uma extrema dependência da produção e do uso de energia de origem fóssil e por empreendimentos ligados à cadeia energética que impõem elevados impactos ao ambiente natural, alimentando uma crescente desconfiança do consumidor ao uso de fontes não renováveis de energia. Isso tem levado a sociedade industrial a redescobrir os fluxos energéticos com base nos recursos naturais renováveis e a buscar processos mais harmonizados com a vida humana e com a capacidade de suporte dos ecossistemas. Tais fluxos, associados a novos desenvolvimentos tecnológicos e de organização produtiva, podem viabilizar o incremento da oferta de energia, deslocando a dependência mundial de combustíveis fósseis e nucleares.

Entre as novas tecnologias renováveis, registram-se os avanços tecnológicos obtidos em nível internacional com o uso de energia solar térmica, solar fotovoltaica, bioenergia, além dos aproveitamentos eólicos e de resíduos sólidos para geração de eletricidade.

O desenvolvimento das técnicas de produção alternativa de energia baseada em recursos renováveis viabilizará o estabelecimento de sistemas energéticos múltiplos e flexíveis, que aproveitem de forma integral, coordenada e descentralizada, as diversas fontes energéticas e as tecnologias disponíveis, sem dispensar as ações de eficiência energética. Assim, se utilizada dentro de certos parâmetros, a nova produção poderá contribuir para minimizar os impactos ambientais advindos do funcionamento do mercado mundial de energia, alinhando-se às demandas de uma sociedade preocupada com a sustentabilidade.

Por fim, deve-se ainda considerar especialmente o recente debate em torno do registro e dos cenários de elevação da temperatura média do planeta, decorrente do aumento das concentrações dos gases que intensificam o efeito estufa, cuja principal fonte é o uso de combustíveis fósseis. Muitos cientistas tendem a concordar com as evidências de relações estreitas entre a produção e o uso da energia e o denominado aquecimento global.²

Entre outras estratégias, as fontes renováveis de energia oferecem ao planeta a oportunidade de redução das emissões de carbono e de retomada da trajetória de desenvolvimento econômico inclusivo, alinhada ao equilíbrio ambiental que outrora fazia parte do processo civilizatório da humanidade, pois se baseava na geração de energia renovável. ●

² IPCC – The Intergovernmental Panel on Climate Change, *Fourth Assessment Report: Synthesis Report*, Cambridge, Reino Unido e Nova York: Cambridge University Press, 2007.

OCEANOS, A NOVA FRONTEIRA HUMANA

POR DAVID ZEE

Com uma população superior a 7 bilhões de habitantes, a Terra já apresenta sinais preocupantes de superexploração de seus recursos naturais, considerados hoje no limiar do esgotamento. A humanidade busca novas fontes de recursos e consegue “esticar” um pouco mais sua manutenção no planeta usando a tecnologia, a criatividade em seu benefício e, infelizmente, valendo-se também do fator da desigualdade social.

Nesse contexto, diante dos limites dos recursos naturais, o futuro impõe a necessidade imperativa de novas opções de fontes de recursos. Nesse horizonte, os mares despontam como manancial para a manutenção humana, por estarem bem mais disponíveis e alcançáveis do que outros planetas, que precisam ser desbravados.

Para se ter uma dimensão de como os oceanos constituem um verdadeiro universo a ser explorado, basta pensar que o ser humano já chegou mais vezes à Lua do que visitou profundidades oceânicas superiores a 3 mil metros. Mais de 80% da área do oceano Pacífico tem profundidades superiores a esta e pouquíssimas vezes as alcançamos. Estima-se que ainda desconhecemos mais de 750 mil espécies marinhas, ou seja, três vezes mais do que conhecemos atualmente.

DAVID MAN WAI ZEE é professor adjunto da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Possui graduação em engenharia civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, mestrado em Coastal and Oceanographic Engineering pela University of Florida e doutorado em geografia ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É presidente do Conselho Consultivo da ONG Defensores da Terra e vice-presidente da Câmara Comunitária da Barra da Tijuca-RJ.

Uma vez que ainda não sabemos o potencial dos oceanos, a manutenção de serviços ambientais importantes fornecidos pelo mar – como produção de oxigênio, fixação do carbono, produção de alimentos, distribuição do calor no planeta – depende de como vamos conviver com eles. Até o momento, ainda estamos em débito, pois os impactos que produzimos são significativos.

Os próximos cinquenta anos nos parecem decisivos para o ser humano aprender a trilhar caminhos mais amigáveis na sua relação com os oceanos. A humanidade não deve perder a grande chance que tem agora de desenvolver novas tecnologias e de não cometer, no mar, os mesmos erros cometidos nos continentes. O uso dos recursos marinhos com justiça social no futuro depende, portanto, da capacidade humana de saber respeitar os limites de uso e de ciclagem dos elementos naturais.¹

Nos dias de hoje já é possível notar diversas mudanças em curso nos oceanos: a elevação do nível do mar, da temperatura, a acidificação e a poluição das águas costeiras. Essas transformações graduais podem não nos afetar num primeiro momento, mas deve-se levar em conta que as mudanças bruscas são decorrentes destas. A maior frequência e intensidade de marés meteorológicas, ciclones, chuvas intensas, ressacas e zonas mortas em ambientes costeiros evidencia a agressividade potencial dos mares, daí nossa preocupação com a degradação dos oceanos. Nesse sentido, as próximas décadas podem ser vistas como um período decisivo para a recuperação do passivo ambiental acumulado no século passado (entre os diversos elementos que compõem esse passivo estão o efeito estufa, a sobrepesca, o acúmulo gradual e crescente dos poluentes lançados).

Uma melhor compreensão dos ciclos naturais dos oceanos seria fundamental para promover uma mudança de atitude quanto à nossa relação com o mar. Além dos prejuízos – o que quase sempre acontece –, esses fenômenos pontuais e extremos podem interferir na segurança do ser humano e na relação futura com o mar. Somando mais esforços nas pesquisas, por exemplo, seria possível agir nesse sentido, corrigindo os erros do passado e concretizando a implementação de novas tecnologias.

Um dos primeiros passos na direção de uma mudança de atitude seria percebermos quais reações dos oceanos são evidências de danos e portanto merecem maior atenção. Uma observação importante – que atinge edificações costeiras, portos e mesmo plataformas marinhas com a crescente ameaça de colapso – é o fato de o traçado do nosso litoral estar sendo alterado de forma expressiva, pois eventos de assoreamento ou erosão são observados em vários locais. Também já é uma realidade o risco de inundações nas planícies costeiras, provocadas por flutuações bruscas e pontuais do nível do mar em razão de ressacas e marés meteorológicas.

Para se propor uma nova atitude, as normas técnicas de construção e de segurança precisam ser atualizadas de acordo com o novo cenário climato-oceanográfico que se forma. A médio prazo também se deve atentar para a agressividade da maresia salina (salsugem), que deteriora as edificações costeiras de forma mais acelerada.

¹ Justiça social aqui é entendida como a capacidade humana de desenvolver usos múltiplos e concomitantes dos benefícios advindos da pesca, da exploração dos recursos minerais, da navegação, do esporte, das fontes de alimentos, do lazer, da ciclagem da matéria orgânica, entre outros, para um maior número possível de atores sociais presentes no espaço marinho.

Vejam, por exemplo, as praias urbanas, que são ambientes fragilizados pela ocupação humana e pelas flutuações climáticas e oceanográficas. As áreas costeiras do Rio de Janeiro vêm sofrendo um aumento gradual dos impactos decorrentes de ressacas significativas.² Observou-se ao longo de 21 anos (de 1991 a 2011) um aumento substancial do número médio anual de ressacas para períodos de três anos. Da mesma forma foi constatado um aumento do número de dias com ressacas significativas, o que indica uma crescente pressão sobre essas praias.

Em termos da diversidade dos impactos, percebe-se ainda uma saturação ao longo dos anos, estando estabilizada em seu máximo nos últimos anos (de 2006 a 2011). Em função dos impactos observados, recomendam-se procedimentos preventivos para evitar a perda da resiliência das praias como estruturas de proteção contra as ressacas. A renaturalização com a engorda e/ou a regeneração da vegetação é uma estratégia recomendada.

No Brasil, as áreas costeiras fragilizadas do Sul (Santa Catarina), Sudeste (Rio de Janeiro) e Nordeste (Pernambuco), em decorrência da densa ocupação antrópica, vão sofrer impactos significativos.³ Há, portanto, necessidade de adaptação de tais áreas litorâneas para resistir a esse novo cenário climato-oceanográfico. Entre os principais impactos relacionados à erosão costeira estão a redução na largura da praia; o recuo da linha de costa; o desaparecimento da zona pós-praia; a perda de habitats naturais, como praias, dunas, manguezais, restingas; e o aumento da frequência e magnitude de inundações costeiras causadas por ressacas ou eventos de maré muito elevados.⁴

As praias têm como principais tipos de uso o recreativo e o de proteção costeira.⁵ Nesse caso, é necessário estabelecer larguras mínimas de praias para promover uma resistência maior contra a ação erosiva das ondas e evitar sua aproximação dos equipamentos urbanos (calçadão, posto salvamar, quiosque, avenidas litorâneas). Entre as medidas preventivas (anticipatórias), a engorda artificial das praias e a recomposição da sua vegetação de restinga são recomendadas. Macumba e Arpoador, no Rio de Janeiro, são exemplos de praias do litoral carioca que ficaram espremidas entre a ocupação antrópica e o avanço do mar. Nesse sentido, percebe-se a importância da manutenção das praias como elemento de adaptação do litoral em face das mudanças climáticas.

As áreas costeiras do Rio de Janeiro vêm sofrendo um aumento gradual dos impactos decorrentes de ressacas significativas.

Observou-se ao longo de 21 anos (de 1991 a 2011) um aumento substancial do número médio anual de ressacas para períodos de três anos. Da mesma forma foi constatado um aumento do número de dias com ressacas significativas, o que indica uma crescente pressão sobre as praias urbanas.

² Ressacas significativas são eventos oceanográficos extremos que causam algum tipo de transtorno na funcionalidade urbana ou que são dignas de nota. ³ David Man Wai Zee, "Elevação do nível do mar e adaptação em grandes cidades costeiras do Brasil", in *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*, Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2010, p. 52-71. ⁴ Celia Regina de Gouveia Souza, "A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil", *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 2009. ⁵ Alan P. R. Frampton, "A Review of Amenity Beach Management", *Journal of Coastal Research*, vol. 26, nº 6, 2010, p. 1112-1122.

Um dos principais parâmetros levados em consideração para a praia como elemento de proteção é a sua largura.⁶ No caso das praias urbanas, como as do litoral carioca, torna-se fundamental a formulação de políticas públicas de uso do solo, além de intervenções de longo prazo na manutenção desses sistemas costeiros.

Outro elemento importante é o uso e consumo das águas. Atualmente o ser humano usufrui dos oceanos como área de despejo de efluentes antrópicos, exploração do petróleo e fontes de alimentos, além de transporte. Novos usos, como produção de energia, mineração e fármacos, são possibilidades a serem consideradas. Já a salinização do lençol freático nas zonas costeiras – ocorrência possível em razão do desequilíbrio climático – impediria o aproveitamento dos mananciais subterrâneos de água, piorando a situação da falta de água potável.

O cenário oceanográfico que se projeta desafia a humanidade a investir financeira e politicamente em pesquisa de ponta e também em planejamento e desenvolvimento de estratégias para potencializar o aproveitamento dos recursos naturais. Para deixar de perceber o oceano como local de despejo de resíduos, seria interessante desenvolver seus outros usos benéficos e se preparar não para apenas ocupar, mas também pesquisar novas formas de ocupação sustentável.

Uma boa maneira de aumentar a resiliência das cidades do futuro e o ambiente natural do entorno seria o desenvolvimento de estratégias de gestão costeira que visassem ao melhor aproveitamento do uso do solo, respeitando-se as fragilidades litorâneas e usufruindo com sabedoria de suas potencialidades. Outra estratégia fundamental é o monitoramento da evolução e do comportamento dos oceanos para entender melhor as trocas de energia entre diferentes esferas do planeta: hidrosfera (oceanos), litosfera (continente), atmosfera (ar).

Contamos hoje com algum conhecimento a respeito das mudanças do planeta em função da ação do ser humano. Caberá a nós procurar os meios necessários para reverter esse processo degenerativo nas próximas décadas. Nesse sentido, é preciso assumir o ponto de vista questionador, reflexivo e propositivo. Transformar todos esses dados em informação útil e compreensível para a sociedade, incentivando sua participação e responsabilidade no processo, é extremamente relevante, pois favorece a mudança de atitude em relação à natureza.

Quem sabe os oceanos estejam nos dando a oportunidade de acertar a partir dos erros cometidos em terra, e esta talvez seja uma das melhores alternativas para nós? A existência da humanidade no planeta pode se dar de forma sustentável se respeitarmos a natureza e a considerarmos parceira de jornada. Afinal, não se trata de salvar o planeta, nós é que precisamos nos salvar do que cultivamos até hoje. ●

⁶ Alan P. R. Frampton, "A Review of Amenity Beach Management", *Journal of Coastal Research*, vol. 26, nº 6, 2010, p. 1112-1122.

MUDANÇA, INCERTEZA E DESCONHECIMENTO: A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA NO SÉCULO XXI



POR THOMAS LEWINSOHN

Cientistas não possuem bolas de cristal para prever o futuro, mas ainda assim podem fazer previsões ou projeções. Previsões científicas sobre a biodiversidade podem ser produzidas, basicamente, de duas maneiras. É possível examinar a relação de diversos fatores – clima, radiação solar ou outros – com alterações da diversidade no passado e projetar essa relação para as condições desses fatores no futuro. Ou então, supondo como determinados fatores provocam modificações na biodiversidade, podemos construir um modelo de relações de causa e efeito, com o qual fazemos previsões de alterações futuras.

Antes de considerar o futuro da diversidade biológica, pensemos no clima. A qualidade dos serviços de previsão do tempo melhorou muito no decorrer do século XX. Previsões feitas com até cinco dias de antecedência hoje são bem confiáveis. Por outro lado, prever as mudanças climáticas para as próximas décadas é bem mais incerto, e cientistas elaboram diferentes modelos (ou cenários) para explorar alternativas possíveis, sem assegurar que um deles é mais “verdadeiro”, ou confiável, que os demais.

Se existe incerteza quanto ao futuro do clima do planeta, ela é muito maior em relação a fenômenos ainda mais complexos, como os que envolvem a diversidade biológica. É preciso, portanto, entender as razões da incerteza para saber se ela pode ser superada ou contornada.

THOMAS LEWINSOHN é biólogo, professor titular do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), onde coordenou o Programa de Pós-Graduação em Ecologia (2006-2008). É bacharel em ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre e doutor na mesma área pela Unicamp. Foi consultor científico da Fapesp, Capes, CNPq, European Science Foundation e GEF (Banco Mundial). É um dos autores da primeira Avaliação Global de Biodiversidade (ONU) e coordenou a Avaliação do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira para o Ministério do Meio Ambiente. Foi o primeiro presidente da Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação (Abeco).

**Poucos se dão conta de
que a extinção atinge
mais fortemente uma
multidão silenciosa de
pequenos organismos,
pouco visíveis e que vivem
em ambientes restritos.
A dificuldade maior em
avaliar a vulnerabilidade
dessa quase incontável
quantidade de espécies
é que elas vêm
desaparecendo sem que
cheguemos a conhecê-las,
quanto mais incluí-las
nas listas das espécies
ameaçadas de extinção.**

A primeira questão com que nos defrontamos é o desconhecimento. O Brasil é um dos países com maior diversidade biológica do planeta; por isso nosso conhecimento sobre quantas e quais espécies vivem aqui é evidentemente incompleto.¹ Essa ignorância é especialmente grave em relação a animais invertebrados e microrganismos. No entanto, tampouco conhecemos todas as espécies brasileiras dos organismos mais estudados, como os animais de maior tamanho (mamíferos e aves, por exemplo) ou as árvores. O desconhecimento é ainda mais severo em relação à distribuição geográfica das espécies. Não existem mapas completos de distribuição para a sua grande maioria, pois há áreas imensas do Brasil em que nenhum estudo ou levantamento biológico foi realizado, sobretudo no Centro e no Norte.

Outra dimensão da biodiversidade brasileira, cujo desconhecimento é menos visível mas que talvez seja ainda mais sério, é o modo como as espécies se organizam nos ecossistemas. Essa organização precisa ser compreendida para equacionarmos os dilemas ambientais no Brasil atual e também para fazermos escolhas decisivas para o futuro. Sem saber quais animais visitam e polinizam plantas no campo, por exemplo, não poderemos compreender e prever o desenrolar da crise de polinizadores, que já prejudica muitas culturas agrícolas no Brasil e no mundo.²

Além dos problemas de desconhecimento, também nos deparamos com incertezas para projetar tendências do passado para o futuro. Conhecemos menos o passado da biodiversidade brasileira do que sua condição atual – isso vale tanto para os tempos remotos (que inclui grandes mudanças ao longo de eras geológicas) quanto recentes (em que alterações são causadas pela crescente ocupação e modificação humana). Logicamente, é difícil projetar tendências para o futuro a partir de um passado pouco compreendido. Além disso, toda projeção pressupõe que os efeitos futuros serão semelhantes aos do passado, e há boas razões para duvidar que isso aconteça em relação à biodiversidade.

As previsões produzidas a partir de modelos de causa e efeito dependem da identificação dos fatores de maior importância em determinado processo e, em seguida, da formulação de como eles atuam em conjunto. Assim, por exemplo, nas mudanças climáticas previstas para as próximas décadas, é provável que as alterações dos regimes de chuva e seca afetem mais fortemente os ecossistemas brasileiros do que as alterações de temperatura – lembrando, porém, que temperatura e precipitação ou umidade agem em conjunto sobre organismos vivos.

Tais incertezas devem ser incluídas nos modelos científicos, para que sejam avaliadas todas as opções plausíveis de acordo com nosso conhecimento atual. Devemos também considerar faixas de variação para cada previsão, em vez de apresentar projeções supostamente exatas. Essas faixas de variação não indicam incompetência dos cientistas. Pelo contrário, são a maneira apropriada de se lidar com a incerteza inerente aos sistemas tão complexos como os ambientais, a partir de um conhecimento incompleto.

¹ Thomas M. Lewinsohn e Paulo Inácio Prado, "Quantas espécies há no Brasil", *Megadiversidade*, vol. 1, 2005, p. 36-42. ² Brasil – MMA, Funbio, Projeto "Polinizadores do Brasil". Disponível em <www.polinizadoresdo-brasil.org.br/index.php/en/>. Acesso em 25 mar 2015.

Mas, diante dessas considerações sobre as questões climáticas, como abordar o futuro da diversidade biológica? A lista brasileira oficial de espécies ameaçadas de extinção contém 464 espécies de vertebrados terrestres, além de oito espécies dadas como extintas no Brasil.³ Para peixes e animais invertebrados, essa lista é bem mais incompleta, pois há muitos grupos em que o risco de extinção nem pode ser avaliado, dada a falta de conhecimento específico. Já a lista brasileira de plantas inclui agora 2.113 espécies ameaçadas.⁴ Algumas dessas espécies só sobrevivem em populações muito pequenas e dependem de condições especiais de ambientes que também estão desaparecendo. Assim, parece inevitável que uma parte das que constam dessas listas oficiais desaparecerá de fato em um futuro não muito distante.

Não podemos afirmar que cada espécie tenha uma função única no ecossistema. A extinção de determinada espécie de bromélia ou ave, por exemplo, pode não ter consequências evidentes para o funcionamento dos ecossistemas em que vivem. Mas, de toda maneira, torna o mundo um local mais pobre para se viver, mesmo para a vasta maioria dos que moram em grandes cidades e praticamente não têm contato direto com a natureza mais conservada.

**A maioria das espécies
não é capaz de migrar
para lugares distantes,
a não ser passo a passo,
e isso exige ambientes
favoráveis mais ou
menos contínuos.
Campos cultivados,
pastos extensos
e cidades limitam cada
vez mais os ecossistemas
naturais a áreas
pequenas e isoladas.**

Iniciativas para reverter extinções iminentes têm sido bem-sucedidas em alguns casos. O exemplo mais conhecido no Brasil talvez seja o do mico-leão-dourado, que, apesar de ainda ameaçado, saiu da condição crítica em 2003 e suas populações continuam aumentando.⁵ A recuperação de uma só espécie exige enormes esforços, incluindo recursos humanos e materiais, que não poderão ser replicados para cada uma das milhares de espécies listadas como ameaçadas. Porém, poucas pessoas se dão conta de que a extinção atinge mais fortemente uma multidão silenciosa de pequenos organismos, pouco visíveis e que vivem em ambientes e locais restritos. A dificuldade maior em avaliar a vulnerabilidade dessa infinidade de espécies é que elas vêm desaparecendo sem que cheguemos a conhecê-las, quanto mais incluí-las nas listas de espécies ameaçadas de extinção.

Mas, além da preocupação com a extinção de determinadas espécies, devemos esperar outras alterações na biodiversidade brasileira, que de um modo ou de outro atingirão a maioria dos organismos vivos. Modificações de clima forçarão o deslocamento de espécies para regiões em que as novas condições lhes sejam mais favoráveis. Esses deslocamentos poderão envolver desde pequenas distâncias entre habitats adjacentes ou ao longo de encostas até migrações mais extensas.

Mas as coisas não devem se passar de forma simples e fácil: a maioria das espécies não é capaz de migrar para lugares distantes, a não ser passo a passo, e isso exige ambientes favoráveis mais ou menos contínuos. Campos cultivados, pastos extensos e cidades limitam cada vez mais os ecossistemas naturais a áreas pequenas e isoladas. Além disso, novas regiões mais favoráveis, de acordo com o clima alterado, já estão ocupadas por habitações ou áreas cultivadas, impedindo ou dificultando sua destinação para a proteção da biodiversidade, e exigindo um processo de restauração ecológica.

Uma consequência previsível dos deslocamentos de espécies induzidos por alterações climáticas, ou diretamente promovidos por atividades humanas, é a expansão de algumas espécies ecologicamente agressivas ou muito favorecidas por perturbações ambientais. Além de alterar processos importantes nos ecossistemas, o estabelecimento de espécies exóticas em novas regiões torna o mundo ecologicamente mais uniforme, num processo chamado homogeneização biótica.⁶

³ Brasil – MMA, 2014, “Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção”. Portaria 444 de 17 dez 2014. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, sec. 1: p. 121-126. Revisão válida até 2014. ⁴ Brasil – MMA, 2014, “Lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção”. Portaria 443 de 17 dez 2014. Diário Oficial da União, 18 dez 2014, sec. 1: p. 110-121. ⁵ Associação Mico-Leão Dourado (2015). Disponível em <www.micoleao.org.br/images/mico_leao_dourado/ficha_bicho_linhadotempo.jpg>. Acesso em 15 ago 2015. ⁶ Jean Ricardo Simões e Letícia Pavani Pozenato, “Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado”, *Estudos de Biologia, Ambiente e Diversidade*, nº 34, 2012, p. 239-245. Disponível em <www2.pucpr.br/reol/index.php/BS?dd1=7336&dd99=view>. Acesso em 15 ago 2015.

Como já afirmamos, o desaparecimento de espécies interessantes empobrece o mundo. Mas a desorganização do funcionamento de ecossistemas tem consequências mais amplas e graves, por afetar de muitas maneiras a integridade ambiental e a própria qualidade de vida humana. O funcionamento de ecossistemas, e muitos dos serviços que estes prestam ao bem-estar humano, depende principalmente da enorme variedade de pequenos organismos, como insetos, algas ou microrganismos, que existem em todos os ambientes naturais e modificados. Por essa razão, é necessário investir na integridade da biodiversidade, não só preservando os ecossistemas em condições mais naturais em áreas protegidas, mas também atentando para a diversidade e a organização ecológica dos organismos que vivem em paisagens agrícolas e urbanas.

Um exemplo já citado é a importância de espécies nativas de animais como agentes de polinização de culturas agrícolas e pomares. Nesse sentido, a diminuição de populações de abelhas causa preocupação, pois compromete um serviço ecossistêmico de grande importância agrícola e cuja substituição é difícil e cara.

Enfim, um complicador ainda maior envolve a propagação e os desdobramentos dos efeitos das alterações de ecossistemas, que podem interferir em diferentes funções e gerar consequências em outras áreas de grande escala. Assim, não sabemos ainda toda a extensão dos efeitos do desmatamento que voltou a se acelerar no sul e sudeste da Amazônia. Além de alterar os ecossistemas da própria região, é cada vez mais evidente que o desmatamento, combinado à extensa ocupação agrícola da região do Cerrado, tem contribuído para aumentar a temperatura e diminuir as chuvas no Sudeste do país. Entre muitas outras consequências, isso compromete ao mesmo tempo a saúde humana, a produção de energia hidroelétrica, o transporte fluvial e a produção agrícola.

O funcionamento de ecossistemas, e muitos dos serviços que estes prestam ao bem-estar humano, depende principalmente da enorme variedade de pequenos organismos, como insetos, algas ou microrganismos, que existem em todos os ambientes naturais e modificados. Por essa razão, é necessário investir na integridade da biodiversidade.

Por fim, uma última razão multiplica ainda a incerteza quanto ao futuro da biodiversidade brasileira. Esta, porém, nos inspira algum otimismo, mesmo que cauteloso. O Brasil é um dos poucos países que ainda têm uma margem ampla de possibilidades em relação ao seu futuro ambiental, incluída aí a diversidade biológica. Tal fato se deve à combinação de grandes espaços, enorme biodiversidade nativa e população humana relativamente pequena em boa parte de seu território (embora criticamente alta em áreas urbanas de expansão contínua, sobretudo nas regiões da Mata Atlântica e do Cerrado).

Tudo depende de o governo e os cidadãos compreenderem que, em última instância, qualidade de vida e bem-estar, produção sustentável e economia sólida são indissociáveis da integridade e do bom funcionamento dos ecossistemas. A vida será mais segura e sadia, mais protegida de extremos, em paisagens que associem a produção agrícola e a habitação humana à preservação de ecossistemas. Só temos a ganhar com a potencialização dos benefícios dessa preservação para todas as demandas e atividades humanas.

No entanto, o tempo para tomar decisões está se esgotando rapidamente – e, dadas as incertezas, não devemos contar com aviso prévio para o momento em que talvez não haja mais margem de escolha. ●

A FORMA DO FUTURO

POR PAULO VAZ

Ao longo do século XIX e durante a maior parte do século XX, a intensa curiosidade social sobre o futuro era atendida por filósofos e cientistas sociais. Acreditava-se que eles eram capazes de antecipar o futuro da sociedade a partir de acontecimentos do presente. Como a antecipação era predominantemente positiva, pensava-se também que filósofos e cientistas sociais podiam dizer aos indivíduos modernos o que deveriam fazer para construir a “boa sociedade”. Físicos, químicos e biólogos, por sua vez, nada diziam sobre o futuro; preocupavam-se, sim, em formular as leis da natureza, que são de muito maior permanência que as crenças e os valores das sociedades humanas.

Nas três últimas décadas, houve uma mudança na proveniência institucional daqueles que nossa sociedade instituiu como capazes de estimar o que nos acontecerá. A conjunção entre, de um lado, o imenso avanço tecnológico promovido e prometido pela computação, engenharia genética e neurologia e, de outro, a crise da esperança em transformações estruturais no modo como nossa sociedade ordena suas práticas de produção e consumo fez com que raramente vejamos filósofos e cientistas sociais arriscando algum prognóstico sobre nosso futuro.

A formulação de leis da natureza pela ciência moderna permitiu o uso pelos seres humanos de diversos processos naturais. Várias descobertas contribuíram para isso: a da constituição dos átomos e o aparecimento subsequente da energia nuclear; a do código genético orientando a síntese de proteínas; o surgimento de medicamentos que alteram a cognição e o afeto, entre outras. Assim, o que nos faz pensar no futuro hoje não é mais a transformação social violenta, ocasionada por forças políticas, mas o imenso poder da ação humana desencadeado pelos objetos técnicos associados ao nosso conhecimento e controle de processos naturais.

Embora tenha havido uma mudança na proveniência institucional daqueles que são autorizados a falar do futuro, as ciências humanas devem formular algumas questões essenciais sobre as antecipações catastróficas que vêm sendo realizadas pelos cientistas da natureza. De que forma é feita essa antecipação do futuro nos dias de hoje? Em que medida essa forma subestima o papel das ideias e da estrutura social na formação efetiva do futuro? E por que a forma predominante de conceber o futuro limita as possibilidades de ação no presente, em prol de um futuro desejado?

Ao fixarem o debate social na antecipação de um futuro catastrófico, e nos meios ainda disponíveis para se evitá-lo, em vez de nos convidarem a pensar no que seria possível e desejável, muitos cientistas restringem a discussão à necessidade de manter o presente, não encaminhando a possibilidade de mudá-lo. Tendemos assim a suscitar o desejo de permanência do presente e a vincular nosso desejo ao imediato, deixando pouco espaço para a discussão sobre o futuro que podemos e queremos construir.

PAULO VAZ é professor associado da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pesquisador do CNPq. Mestre em filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e doutor em Comunicação pela ECO-UFRJ, concluiu seu pós-doutorado na Universidade de Illinois – Chicago. Seus cursos investigam o papel das tecnologias da informação e da comunicação na passagem da modernidade à pós-modernidade. Entre artigos e livros publicados, destaca-se *O inconsciente artificial* (Unimarco, 1997).

Tendemos a suscitar o desejo de permanência do presente e a vincular nosso desejo ao imediato, deixando pouco espaço para a discussão sobre o futuro que podemos e queremos construir.

A forma predominante dessa antecipação consiste basicamente numa operação de simulação. Esta supõe, em primeiro lugar, a identificação dos campos tecnológicos que apresentam dinamismo para transformar o presente.¹ A partir daí, mede-se o ritmo com que vêm avançando o conhecimento científico e suas aplicações tecnológicas, para então se extrapolar, em projeção, a superação dos limites atuais e mesmo da condição humana.

Calçados na certeza da continuidade e do desenvolvimento da pesquisa científica, os estudiosos tomam nossas limitações como mero obstáculo técnico. Assim, a lógica se dá do seguinte modo: ao se clonar um mamífero, por exemplo, indica-se a aproximação da clonagem de seres humanos; do mesmo modo, com o contínuo aumento da capacidade de processamento de computadores sugere-se que, daqui a alguns anos, as máquinas serão mais inteligentes que os humanos. Também a correlação entre um estado mental e uma disposição de neurônios serve à afirmação de que, no futuro, graças ao avanço da pesquisa, seremos capazes de alterar quimicamente, com precisão, nossos estados mentais.

Essa prática de simulação deve ser problematizada sobretudo ao pensarmos que tais exercícios subestimam a própria sociedade, ou os valores que caracterizam as culturas ocidentais contemporâneas. Valores culturais não podem ser tratados como “meros obstáculos”, uma vez que definem não só quais objetos técnicos² serão aceitos, mas também, e mais profundamente, as decisões sobre o que se irá pesquisar. Dito de outro modo: muitos produtos estão sendo pesquisados, mas quais deles serão aceitos, dados os valores da sociedade? E quais serão pesquisados, se a pesquisa é cada vez mais orientada pelo mercado?

Reconhecendo a importância desse aspecto, podemos destacar cinco valores presentes desde cedo nas culturas ocidentais que ainda hoje orientam a discussão social a respeito da legitimidade do uso de objetos técnicos. Como se verá, as decisões sobre a adoção de tecnologias são relativamente descentralizadas. Seguindo a lógica do mercado, os objetos técnicos são também mercadorias a serem consumidas.

O primeiro valor consiste na separação entre saudável e doentio. A doença é tida como um afastamento da normalidade, sendo ao mesmo tempo um distanciamento do natural. Assim, em poucas palavras, é esse afastamento que requer e autoriza a intervenção artificial para se restabelecer um estado natural.³ Se a legitimidade de uma intervenção tecnológica depende da preexistência de uma anormalidade, pode-se, com alguma ironia, notar que uma sociedade que usa cada vez mais objetos técnicos – e os medicamentos são um objeto técnico – será também aquela que multiplica o número de doenças e de doentes que precisam de intervenção para restabelecer o bem-estar.

O segundo valor é um princípio muito arcaico, provavelmente anterior ao surgimento da cultura ocidental, e consiste na crença de que é preciso esforço individual para se ter prazer, ou que um benefício só é legítimo se implica um custo. Enquanto a anormalidade autoriza uma intervenção, o princípio do esforço ou sofrimento “necessário” toca o uso de objetos que proporcionam “indevidamente” algum bem-estar. Esse valor se encontra aplicado, por exemplo, na crítica de medicamentos que produzem estados mentais agradáveis, e na crítica ao uso das drogas – tidas como paraísos artificiais por proporcionarem o prazer sem esforço. Mas a preocupação com o tema é antiga, e o diálogo *Górgias*, de Platão, já a situava numa formulação inicial bastante precisa:⁴ numa passagem, o autor distingue uma beleza conquistada com ginástica e outra obtida por cosmética; e propõe também que uma punição purificaria uma alma que cometeu um crime. Assim, o esforço para se atingir um objetivo ou o castigo para redimir uma imoralidade são como um sofrimento que, se infligido por “boas” razões, se torna a condição para um benefício.

¹ Como mencionado anteriormente, os campos de maior dinamismo são as tecnologias da informação e da comunicação, a genética e a neurologia. ² Numa definição abrangente, objeto técnico é todo produto que requer intenção, saber e transformação da natureza para sua existência. Desse modo, a definição inclui desde as varetas que chimpanzés hoje usam para “pescar” cupins e as pedras polidas de nossos antepassados até os objetos técnicos que marcaram e marcam as sociedades moderna e contemporânea, como a imprensa, o carro, o avião, a televisão, os medicamentos, os computadores e os celulares. ³ O debate social sobre as cirurgias estéticas esclarece imediatamente o que está em jogo. Tipicamente, uma intervenção cirúrgica corretiva não gera nenhuma reação social contrária. Já as cirurgias eletivas – estéticas, por exemplo – não gozam da mesma sorte. ⁴ Cf. Platão, *Górgias*, 463c-465e; 477a-478c.

O terceiro valor, que também tende a aparecer na crítica ao uso de objetos técnicos, é bastante enraizado culturalmente e se assemelha ao que condiciona o prazer ao sofrimento. Trata-se do valor da igualdade aplicada às condições de uma prova, de uma competição. Em toda e qualquer situação social que possa ser descrita como uma prova que avalia o desempenho dos indivíduos, a igualdade aparecerá como valor empregado para se questionar o uso de objetos técnicos (um exemplo imediato desse tipo de crítica seria o *doping* no esporte). Se observarmos a crítica ao uso de medicamentos que aumentam a performance cognitiva em escolas e universidades, e no trabalho, por exemplo, é possível identificar até mesmo a junção desse valor da igualdade com o anterior, o do prazer sem custo.

O quarto valor é a autonomia e um de seus opostos, a dependência. A autonomia durante muito tempo foi elaborada em termos de independência de um indivíduo em relação a outros seres humanos, sobretudo como capacidade de questionar suas crenças e comandos. No entanto, nos dias de hoje, ela também é pensada na relação entre um indivíduo e os objetos técnicos. Desse valor decorre, por exemplo, a inquietação com o acesso à internet ou uso de droga, passando por diversos medicamentos que afetam nossos humores (como antidepressivos e ansiolíticos) e por *gadgets* que se tornam quase parte integral da vida do indivíduo.⁵

O quinto valor trata do dilema sobre experiências com potencial de afetar a condição humana e articula a matriz cristã da cultura ocidental com o fato de as novas tecnologias terem a capacidade de afetar diretamente o pensamento e a existência da nossa espécie. A suspeita de que seres humanos estejam invadindo o domínio do sagrado ou da Criação gera um temor que poderia ser observado em duas dimensões: a primeira é de aspecto ético e reside na interdição do ser humano se fazer passar por Deus – embora as novas tecnologias nos deem poder sobre o futuro dos seres vivos e até de nós mesmos. Tememos perder o controle desse domínio, levando, por exemplo, a manipulação genética a criar organismos que destruam a vida humana.

A segunda dimensão é por vezes caracterizada como uma quarta ferida narcísica,⁶ esta provocada pelo desenvolvimento da ciência moderna: após Copérnico ter proposto que o mundo não girava em torno da Terra, após Darwin ter mostrado que o ser humano era apenas um animal e após Freud ter concebido que nossas ações não eram ditadas por nossa consciência, temos agora uma angústia com a possível indistinção entre os vivos e as máquinas, provocada pelas novas tecnologias.

Cada vez mais a tecnologia faz acreditar que a vida e o pensamento são mera matéria organizada e que as máquinas cada vez mais se parecem com seres vivos. E, de fato, cada vez mais radicalmente é possível conceber o pensamento como algo programado pela seleção natural, pois tornou-se mais frequente ver que as máquinas são capazes de simular processos mentais antes tidos como apanágio dos seres humanos.

Quando analisamos as concepções contemporâneas sobre origem e destinação do pensamento, a referência imediata é o aparecimento do computador e do DNA. O que nos inquieta agora é nossa capacidade de construir máquinas que simulam nosso pensamento. Embora ainda de maneira modesta, os computadores podem simular processos cognitivos como memória, solução de problemas, escolha e previsão, capacidades mentais que antes nos faziam crer que nossa mente ou era uma esfera metafísica para sempre separada da física, ou que não tinha equivalente no mundo animal por ser fruto da cultura. O que inquieta não é apenas que a máquina pareça ser tão humana; é também o que nos mostram a engenharia genética, a neurologia e as novas teorias sobre o processo de seleção natural: o quanto podemos ser parecidos com as máquinas.

O que inquieta não é apenas que a máquina pareça ser tão humana; é também o que nos mostram a engenharia genética, a neurologia e as novas teorias sobre o processo de seleção natural: o quanto podemos ser parecidos com as máquinas.

⁵ Embora o primeiro *smartphone* tenha surgido em 2002, é comum hoje ouvir pessoas falarem que suas vidas são impensáveis sem esses aparelhos. Em pouco mais de dez anos, esse produto parece ter passado do status de acessório a objeto indispensável para a sociabilidade dos indivíduos. ⁶ Narciso é o personagem da mitologia grega que se apaixona pela própria imagem refletida na água. Para a relação entre conhecimento e autoimagem dos seres humanos, o que importa nesse mito não é o amor a si mesmo em detrimento de compromissos com os outros. Interessa, sim, a indiferença em relação ao que existe, o fato de que, de tudo o que há no mundo, Narciso só enxerga a si mesmo. Como relação de conhecimento, narcisismo significa, então, reduzir o que o mundo pode ser às dimensões do desejo humano, ou ainda, narcisismo é a limitação de nosso conhecimento por fazermos do mundo o mero espelho de nossos desejos. Cf. Bruce Mazlich, *The Fourth Discontinuity*, New Haven: Yale University Press, 1995.

A discussão sobre o pensamento se torna assim, inevitavelmente, um debate ético sobre os limites e a legitimidade da atribuição humana de pensamento aos não humanos. A questão “o que é pensar?” está hoje indissociavelmente vinculada à questão “quem pensa?”. Não basta a introspecção ou o estudo de outras culturas; o que está em jogo é a atribuição de pensamento aos não humanos por um observador humano. Estaríamos sendo antropomórficos ao recusar a existência de pensamento nas máquinas ou nos seres vivos? Ou estaríamos perdendo o distintivo do pensamento – a compreensão ou a experiência qualitativa do mundo propiciada pela consciência – se atribuímos pensamento às máquinas? Devemos continuar a pensar os não humanos a partir da certeza da consciência de si, que nos singulariza em relação aos outros seres vivos, ou devemos aproveitar a oportunidade de estranhar o pensamento humano por aproximar seu funcionamento ao do computador, pensando que em nossa origem estão os robôs, que somos constituídos por robôs e que, sob certo ponto de vista, somos apenas robôs que passaram do “saber como” ao “saber que”?⁷

Grande parte das interrogações e ações que conformarão nosso futuro incluem valores culturais e éticos e se dão em decisões cotidianas em que pesam o interesse e a felicidade de cada indivíduo. A legitimidade, necessidade e atratividade dos objetos técnicos passam, portanto, por discursos sociais que articulam crenças e valores e nos orientam em nossas estimativas sobre o que somos, podemos e devemos ser.

Mas, apesar de todos os esforços intelectuais, pouco sabemos e saberemos sobre o que será o futuro, o que a genética, a neurologia e a computação permitirão aos seres humanos ser e fazer. Há duas razões para esse desconhecimento constitutivo. Uma faz parte da condição humana; há sempre um resto de incerteza no futuro que é impossível de ser erradicado. A outra razão caracteriza nossa cultura. Cada vez mais nossas previsões têm um conteúdo catastrófico e são, portanto, realizadas na esperança de não se concretizarem. Assim, em vez de reduzir, as previsões compõem a incerteza.

As previsões são parciais e efêmeras. Já a forma do futuro é bem mais duradoura, pois se define não por um conteúdo qualquer, mas pelo modo como determinada cultura privilegia um modo de conhecer o futuro, esse lugar da irredutível incerteza, e estipula se seus contornos respondem a desejos utópicos. Nesse sentido, podemos concluir que a forma do futuro é o elemento essencial e determinante do modo como uma cultura se relaciona com o tempo.

Durante cerca de dois milênios, desde Platão até pelo menos o século XVII, a cisão temporal que ordenou a experiência no Ocidente foi a separação entre o efêmero e o eterno. No entanto, desde o final do século XVIII até meados do século XX, a cisão temporal que passou a ordenar a experiência humana está entre o presente e o futuro. Concebida a partir dos conceitos de progresso, revolução e liberação, essa forma cultural de se relacionar com o tempo instituía o presente como algo limitado; o passado como algo a ser ultrapassado; e o futuro se dava, senão como lugar de realização, ao menos como abertura, como possibilidade de deixarmos de ser o que ainda somos, e de nos libertarmos.

Hoje, a forma de visão do porvir – que emergiu na década de 1960 e se tornou hegemônica no final da década de 1980 – também privilegia a cisão temporal entre presente e futuro. Este, porém, é antecipado como catástrofe provável se houver a continuidade de nossas práticas. Além de não se conceber como limitado, nosso presente se vê como aquilo que deve permanecer. A orientação utópica abandona o futuro e se ancora no presente, pensado agora como lugar onde todos os indivíduos podem ser felizes, como lugar onde o sofrimento, de direito, não deveria existir.

A preservação e idealização do que existe é a outra face do futuro como risco. É de nossa responsabilidade incluir o questionamento do presente, a necessidade de refletir sobre o futuro que queremos construir, e reforçar o vínculo, ora enfraquecido, entre o nosso desejo e o futuro. ●

⁷ Essa distinção foi proposta em Gilbert Ryle, *The Concept of Mind*, Londres: Penguin Books, 1963.

O AMANHÃ DE TODOS NO CÉREBRO DE CADA UM

POR SUZANA HERCULANO-HOUZEL

“Quem vive de passado é museu.” A expressão, de teor pejorativo, é usada na nossa cultura para condenar o apego ao passado, a supervalorização daquilo que já passou e a dificuldade de seguir adiante. Para quem costuma usar muito a frase, uma advertência: todos nós vivemos de passado. E isso é positivo. Mais que positivo: a capacidade que temos de revisitar constantemente o passado, a partir de nossas memórias, é fundamental para vivermos o presente e projetarmos o futuro. É de acordo com essa projeção para o amanhã, baseada no ontem, que tomamos melhores decisões hoje.

Essa capacidade de representar o passado, o presente e o futuro é obra do córtex cerebral humano, com seu notável número de neurônios inigualado na natureza e organizado em arquitetura complexa, que nos dota de habilidades cognitivas admiráveis e nos permite muito mais do que reagir a estímulos. Graças a ele, temos não só passado e futuro como ainda somos capazes de representar o outro, seus sentimentos, emoções e intenções, o que nos permite viver em sociedade e vislumbrar um amanhã comum.

Mas qual a base dessas habilidades? Como funcionam? De que maneira as usamos? Com que objetivos e resultados? Que futuro podemos construir a partir delas?

Na linha do tempo, o que temos de mais palpável é o presente, nossa experiência empírica do aqui e agora. O presente é obra dos sentidos, que mantêm o cérebro atualizado sobre o que se passa em nosso corpo e à nossa volta e, assim, lhe permite construir e reconstruir constantemente uma representação do real no tempo presente.

Esse processo ocorre em vários níveis, de forma simultânea. Os órgãos dos sentidos, sensíveis a variações de energia no ambiente e no corpo, processam e transmitem informações sobre elas ao cérebro. As regiões sensoriais representam essas variações construindo verdadeiros mapas do ambiente e do corpo que se combinam a outras regiões do cérebro, para criar um mapa único, que guia nossos movimentos e comportamentos. É assim que nossas ações são bem ajustadas ao momento, às circunstâncias atuais, ao presente. Ainda outras regiões do cérebro lançam mão dessas representações do real para fazer uma “representação da representação”, que é como criamos conceitos de algo: a cadeira para a qual viramos as costas, o rosto de quem acabou de sair. Uma vez que esses conceitos podem ser ativados na ausência do objeto externo, temos aqui a base para o pensamento abstrato e também para a evocação do passado e do futuro.

SUZANA HERCULANO-HOUZEL é neurocientista e professora associada da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde dirige o Laboratório de Neuroanatomia Comparada. Formou-se em biologia pela UFRJ, fez mestrado na Case Western Reserve (EUA), doutorado na Pierre et Marie Curie (França) e pós-doutorado no Instituto Max Planck (Alemanha), em neurociências. É autora de diversos livros para público geral de artigos científicos. Também escreve periodicamente para o jornal *Folha de S.Paulo*.

Nossa “realidade” é uma versão particular, personalizada, do mundo real, construída pelo cérebro conforme ele representa o ambiente sensorial.

As representações que construímos do mundo exterior, contudo, não são perfeitas, posto que necessariamente limitadas pelos próprios sentidos e influenciadas por nossas expectativas e experiências anteriores. Abelhas enxergam luz ultravioleta, à qual nossos olhos são insensíveis. Cobras detectam radiação infravermelha, enquanto nós precisamos de óculos de visão noturna. Campos eletromagnéticos interagem com nosso corpo, mas não os registramos sensorialmente, como fazem peixes elétricos e pássaros. Ou seja, só captamos parte da informação sensorial do mundo exterior. Além disso, a maneira como interpretamos essas informações sensoriais depende de experiência prévia e estado mental. Uma mesma frase pode ser interpretada de maneiras diferentes por pessoas diferentes, dependendo do seu humor e expectativas; um mesmo objeto pode ser reconhecido mais ou menos rápido, e com mais ou menos detalhes, por pessoas diferentes, dependendo da maior ou menor familiaridade com eles.

Além disso, nossas experiências passadas, nosso estado emocional presente e nosso objetivo para o futuro distorcem o mundo real, ao qual nunca temos acesso de fato. Nossa “realidade” é, na verdade, uma versão particular, personalizada, do mundo real, construída pelo cérebro conforme ele representa o ambiente sensorial. Sendo assim, mesmo vivendo em um mesmo mundo, pessoas diferentes compartilham realidades e presentes diferentes.

À primeira vista, o fato de nosso sistema sensorial ser limitado e influenciável pode parecer uma desvantagem. Mas não é. Detectar estímulos do ambiente e a eles responder objetivamente é uma coisa tão simples que até bactérias e amebas podem fazer, e com uma célula só. Mas esse não é o tipo de vida que a gente leva. Nossas ações são direcionadas, e não apenas responsivas. Um indivíduo que só detectasse estímulos e a eles respondesse, ainda que de forma coordenada e organizada, viveria eternamente no presente, incapaz de enxergar para trás ou para a frente no tempo. Não teria a menor capacidade de reviver experiências do passado e muito menos de usar essas experiências a fim de fazer planos para o futuro. Pior ainda, passaria o tempo correndo atrás dos acontecimentos, já que a representação que o cérebro cria a partir das sensações é necessariamente defasada em ao menos um décimo de segundo.¹

A vida é pontuada por uma série de experiências e eventos, alguns mais, outros menos marcantes. Acontece que a própria ativação dos neurônios que representam essas experiências no cérebro modifica os neurônios ativados e suas conexões, sobretudo quando os acontecimentos representados são emocionalmente significativos. A consequência é que o cérebro fica com uma memória daquele evento guardada em seu novo padrão ligeiramente alterado de conexões e ativação. Cada acontecimento tem o potencial de mudar o cérebro. Esse processo de modificação conforme a experiência é o aprendizado; a consequência dele, evidência de que o aprendizado aconteceu, é a memória.

As memórias, contudo, são de vários tipos e possuem tempos diferentes de armazenamento. Muitas, geradas por acontecimentos pouco impactantes e consideradas pouco úteis, se apagam quase instantaneamente, abrindo espaço para novas memórias. Outras, no entanto, sobretudo aquelas que se associam a outros fatores importantes do nosso repertório e são acessadas com mais frequência, podem durar a vida toda. Recordar é mais do que viver; recordar é reforçar as memórias, é nos tornarmos cada vez mais nós mesmos.²

Temos um “passado” graças à capacidade do cérebro de aprender e formar memórias. Mas a memória é muito mais do que um banco de dados. O acúmulo de registros do passado faz de nós indivíduos únicos, dotados de personalidade, autobiografia e valores próprios. Quando perdemos os registros importantes do nosso passado, perdemos a essência da nossa individualidade. Na doença de Alzheimer, por exemplo, o apagamento da memória autobiográfica desfaz a história pessoal e, assim, dissolve o indivíduo. O paciente fica sem um passado do qual viver e sem um futuro para projetar. Resta-lhe apenas um presente sem sentido, em que até os parentes, desprovidos de uma âncora cerebral no passado, deixam de ser familiares.

A capacidade de projetar o amanhã, ou melhor, diferentes possibilidades de amanhãs, dá sentido ao presente e é crucial para direcionar nossas decisões. Evocamos o passado na hora de reagir aos estímulos no presente; passado e presente moldam nossa antecipação dos eventos futuros.

Antecipação é fundamental, pois se esperássemos os eventos acontecerem para só então reagirmos a eles, muitas vezes agiríamos tarde demais. Goleiros de futebol sabem bem disso. Com cerca de meio segundo para reagir a um pênalti, eles precisam se antecipar ao chute do jogador se quiserem agarrar a bola. Um tenista também se antecipa ao saque do adversário, posicionando-se no local onde estima que a bola vá chegar instantes antes do saque. Esse “poder” de antecipação não é exclusividade dos atletas: antecipamos eventos o tempo todo no nosso dia a dia, e como um tenista ou goleiro treinado fazemos isso de forma tão automática que não nos damos conta. Uns chamam de intuição, a neurociência chama de predição do futuro com base no passado.

O acúmulo de registros do passado faz de nós indivíduos únicos, dotados de personalidade, autobiografia e valores próprios. Quando perdemos os registros importantes do nosso passado, perdemos a essência da nossa individualidade.

Temos um cérebro totalmente equipado para desejar um amanhã melhor e agir em prol dele. Mas isso não basta. Sem um plano de ação, um objetivo não passa de um desejo.

Para tomar decisões mais complexas, o cérebro consegue ir além da antecipação automática. Acontecimentos têm valor emocional, que servem como pesos na balança das decisões. O hipocampo, com acesso a várias partes do córtex cerebral, gera uma “memória do futuro” a partir de projeções de memórias passadas. Outras partes do cérebro acessam essas projeções e as representam como objetivos e metas; outras, então, traçam estratégias de ação. No cérebro, o futuro começa no passado.

As chances de um evento terminar mal – com a reprovação em um exame, por exemplo, ou enchentes cada vez mais graves e constantes – nos afligem graças à capacidade que o cérebro tem de apreender e atualizar probabilidades e calcular antecipadamente a chance de erros, problemas e conflitos. Essa apreensão antecipada é a ansiedade: a capacidade que temos de nos preocupar desde hoje com o que talvez venha a ser um problema amanhã. O lado ruim da ansiedade é a chance de perdermos o controle emocional e ficarmos sufocados e paralisados por expectativas negativas. Mas o lado bom é que, antecipando acontecimentos ruins, podemos agir para evitar que se concretizem, ou ao menos nos preparar para lidar com eles de uma maneira melhor se eles de fato acontecerem.

Expectativas positivas, contudo, são realmente motivadoras – inclusive a expectativa de resolver um problema antecipado. Projeções positivas acionam o modo de recompensa do cérebro, responsável pela sensação de prazer que, associada a uma ideia, a transforma em desejo. Os desejos, por sua vez, são a base da formulação dos objetivos. Ou seja, vislumbrar coisas boas nos motiva a agir, a ir atrás dos nossos desejos e passar à ação.³

³ Suzana Herculano-Houzel, *Fique de bem com seu cérebro*, Rio de Janeiro: Sextante, 2007.

Conseguimos nos colocar no lugar dos outros graças à empatia: a capacidade do cérebro de representar automaticamente e sentir as emoções dos outros, o que permite ao nosso cérebro levá-las em consideração.

Temos, portanto, um cérebro totalmente equipado para desejar um amanhã melhor e agir em prol dele. Mas isso não basta. Sem um plano de ação, um objetivo não passa de um desejo. Sem as três coisas bem alinhadas, não somos mais capazes ou livres do que amebas reagindo ao sabor dos acontecimentos. Precisamos de desejos para ter objetivos; de objetivos para guiar nosso comportamento; e de estratégias adequadas para agir hoje em favor do objetivo desejado. Para isso também é fundamental encontrar motivação no amanhã, ou seja, vislumbrar algo de positivo que faça o esforço valer a pena.

Mas ainda há um detalhe: objetivos, estratégias e ações individuais não garantem um amanhã melhor para todos. A sociedade precisa estar em harmonia quanto aos seus desejos e motivações para planejar um futuro comum.

É também graças a um cérebro que processa não apenas nosso estado emocional mas também o dos outros que conseguimos viver em harmonia e preocupados com o amanhã uns dos outros. Nossas decisões levam em conta não apenas o impacto antecipado das nossas escolhas sobre nosso próprio futuro imediato e distante, mas também sobre os outros e suas emoções.

Conseguimos nos colocar no lugar dos outros graças à empatia: a capacidade do cérebro de representar automaticamente e sentir as emoções alheias, o que permite ao nosso cérebro levá-las em consideração. Observar a expressão de emoções no rosto alheio já basta para o nosso cérebro imitar interiormente a emoção do outro e assim identificá-la.

Mas projetar a reação emocional do outro às nossas próprias ações também funciona, ativando as mesmas áreas do córtex que representam emoções nossas e alheias. Aqui, uma diferença – que faz toda a diferença! – é que, enquanto a empatia é automática, colocar-se sistematicamente no lugar do outro antes de tomar uma decisão é algo que podemos nos esforçar para transformar em hábito. Pensar nos outros é algo que nosso cérebro sempre pode fazer, mas fazê-lo de fato é algo que se pode escolher – e facilita enormemente a boa convivência social.

E, com um pouco mais de esforço, podemos ir ainda além. Estruturas localizadas no lobo temporal do córtex cerebral nos tornam capazes de formar uma representação do ponto de vista alheio e, a partir disso, inferir suas intenções: formar uma “teoria da mente alheia”, extremamente importante para o julgamento social (avaliação das ações alheias como certas ou erradas) e para a vida em sociedade de maneira geral. É graças à capacidade de levar as intenções dos outros em consideração que atingimos a tolerância, entendendo por que alguém agiu ou pensou de certa forma, e podemos agir tendo em vista um mesmo objetivo, crendo que outras pessoas compartilham esse objetivo conosco.

Viver em sociedade é complexo – e ainda bem. Pessoas diferentes têm temperamentos, gostos, histórias de vida e crenças morais, políticas e religiosas diferentes. A diversidade é enriquecedora e ainda cria uma multiplicidade de futuros possíveis. Agir em favor de um amanhã harmonioso e positivo para o maior número possível de pessoas envolve necessariamente o cultivo, no presente, de bons hábitos de pensar no próximo, adotar seu ponto de vista e compreender suas intenções. Assim como não vivemos sozinhos, também não construímos nosso amanhã sozinhos. Mas temos todos algo em comum: a capacidade de usar nosso passado para agir em prol de um futuro melhor. ●

COMO QUEREMOS IR?

Diante da extensão quase infinita do “tempo profundo”, que rege o Cosmos e marca os ritmos da vida na Terra, com sua escala de milhões de anos, o primeiro choque: o da nossa insignificância.

Diante das mudanças que promovemos no planeta apenas nos últimos duzentos anos, novo choque: o da nossa importância. Pois no período de tempo correspondente a algumas poucas gerações alteramos a realidade do nosso planeta, do fundo dos mares até a atmosfera, numa medida que nossos antepassados jamais poderiam ter imaginado.

Algumas dessas mudanças são, talvez, irreversíveis. Outros aspectos da realidade, contudo, no mundo e em nós mesmos, ainda podem ser definidos. Vários caminhos se abrem no labirinto de possibilidades que se desenrola à nossa frente. Quais portas precisamos abrir e quais devemos fechar? O futuro a ser construído depende das escolhas que fizermos. E o momento de escolher é sempre agora.

AGORA

Nos

OCA DO CONHECIMENTO: O AMANHÃ COMEÇA HOJE

Como queremos ir?

Para entendermos como queremos viver,
com o mundo e uns com os outros.

Se nosso museu tem “Amanhã” no nome e cada etapa do seu percurso está associada a uma figura do tempo (Sempre, Ontem, Hoje), por que deveria ele culminar justamente no “Nós”? É iminente o encontro entre a primeira pessoa do plural e o futuro. O que ele pressagia de bom – ou de mau?

Todos estamos familiarizados com o conceito de uma máquina do tempo. Do romance de H. G. Wells aos filmes de ficção científica, nos acostumamos a acompanhar, fascinados, personagens que são lançados por cima de etapas intermediárias para um futuro de mil, 5 mil ou 1 milhão de anos à frente. São como que catapultados de um agora presente para um agora extemporâneo, fora do tempo. Nessas representações, a “nave” em que fazemos essa viagem geralmente está fadada a percorrer essa linha reta na qual, em algum ponto, o futuro foi arbitrariamente fixado.

Outras representações menos óbvias exploram alternativas como, por exemplo, a opção por desvios laterais. Em vez de seguir em linha reta, nosso herói aparece subitamente lá na frente e – outra surpresa – poderia fazer o caminho de volta, na contramão do tempo, saindo de um agora-agora para um agora já passado. Todas essas visões têm, no entanto, traços em comum. Nelas o tempo é visto geralmente como uma figura que se desdobra no plano do espaço. Além disso, nosso aventureiro é sempre um herói individual. O que não deveria provocar espanto: a humanidade ficaria apertada no assento desses veículos futuristas.

Para além de uma ideia ingênua, acionada por um número maior ou menor de alavancas e empreendidas por cientistas mais ou menos descabelados, o que mobiliza nossa imaginação a respeito dessas fantasias é uma possibilidade fascinante. Possibilidade expandida e virada pelo avesso pela ciência a partir do século XX, pois hoje concebemos o tempo de uma maneira muito diferente. A Teoria da Relatividade, por exemplo, nos fala de curvas do tempo como que fechadas, nas quais marchamos sempre para a frente, não pegamos desvio algum e, no entanto, de forma paradoxal, desembocamos no ponto de partida.

De uma forma mais
complexa do que
aquela adotada
pelo nosso relógio
mecânico, o que está
sendo trabalhado
aqui é a dimensão do
amanhã, de um agora
ainda não vivido, de
um agora puramente
conjectural: um
tempo que só existe
na imaginação.

Há pouco mais de dois séculos um dispositivo extraordinário começou a tomar conta de nossas vidas: o relógio mecânico. Em certa medida, também ele é uma máquina do tempo, já que nos leva a vivenciar certo tipo de temporalidade. Ele passou a nos dizer, a cada momento, em qual lugar da estrada do tempo nós nos encontramos. Num determinado instante estamos no ponto que assinala o meio-dia, mais tarde estaremos no que marca duas horas, algo como dois quilômetros à frente, assim como antes estávamos dois quilômetros atrás.

No entanto, falta a essa temporalidade uma certa qualidade. Qualidade que encontramos, por exemplo, em um objeto de marfim esculpido, descoberto por arqueólogos no interior da França e produzido há 30 mil anos. O que chama a atenção, a princípio, naquele artefato é sua aparente inutilidade. Não serve para bater, furar ou cortar – nenhuma daquelas funções que entenderíamos como essenciais para um habitante do Pleistoceno. No entanto, cuidadosa e trabalhosa-mente, foram inscritas na sua superfície marcas regulares. Por que essa ação tão deliberada? Qual a função dessas marcas? Estudiosos finalmente perceberam que se tratava de uma representação dos ciclos da Lua. No seu verso foram traçados desenhos elementares: ondulações, o contorno de um peixe e a forma de uma foca. Nesse dispositivo extraordinário, regularidades no tempo – os ciclos da Lua e as migrações dos cardumes – estão registradas e associadas por meio de regularidades espaciais. Ou seja, é um artefato de converter tempo em espaço. Por meio dele, o artesão preserva e compartilha com a comunidade o conhecimento acumulado a partir de inúmeras observações sobre as fases da Lua, as marés, a estação em que os salmões sobem os rios e trazem as focas em seu encalço. De modo mais complexo do que o adotado pelo relógio mecânico, o que está sendo realizado aqui é a ideia de um presente ainda não vivido, de um tempo ainda puramente conjectural: uma variedade de possíveis porvires, que só existem na imaginação. A dimensão do amanhã.

Diversas espécies de “amanhãs” estiveram até recentemente fora do nosso campo de percepção, já que nossos sentidos só permitem perceber objetos de dimensão média. O que era muito diminuto ou muito breve; ou, ao contrário, o que era muito vasto ou muito duradouro estava fora do nosso horizonte. Ficavam excluídas, assim, tanto a dimensão microscópica como a superestrutural; tanto o que é efêmero, ou rápido demais, como o que é perpétuo, ou infinitamente grandioso. Até então era como se estivéssemos observando o mundo por uma janela bastante estreita, deixando fora do nosso campo de visão muitas das modalidades abrangidas pela palavra “Amanhã”. Por exemplo, graças aos recursos da ciência, passamos hoje a conviver com objetos de duração extrema, que ainda recentemente eram ignorados por nós.

Vivemos, portanto, um momento singular, sem precedentes, em toda a nossa história. Como disse o poeta e ensaísta francês Paul Valéry em outro contexto, o do choque produzido pela carnificina ocorrida na Primeira Guerra Mundial, “o futuro não é mais o que era”. Na realidade, essa frase faz ainda mais sentido para nós, a primeira geração a conviver com os novos objetos que se viram incluídos nas fronteiras do que consideramos o mundo: objetos de vasta dimensão, como o aquecimento global. Trata-se de um fenômeno que não pode ser apreendido pelos sentidos. No entanto, nossos sensores, distribuídos por satélites, são capazes de nos dizer que está em curso um processo em escala planetária. O mesmo pode ser dito a respeito do astronauta russo Iuri Gagarin, ao compartilhar conosco, a visão – inédita – da Terra observada a partir do espaço.

De posse desse novo conhecimento, voltamos os olhos para o passado e nos damos conta de que eventos de longa duração, de caráter geológico, tiveram consequências históricas, como a detonação vulcânica e o tsunami dela decorrente que destruíram a magnífica civilização cretense, inspirando o mito de Atlântida. A geologia atuava sobre a história: sempre houve então a inserção do excessivo, na forma do inesperado, do imprevisto, do acidental.

Agora, contudo, nos vemos diante de algo bem diferente. É a história que se torna geologia. Ao explodirmos a primeira bomba nuclear, e ao detonarmos as que se seguiram até os anos 1970, a nossa espécie produziu um depósito de materiais radioativos em torno da Terra que é inteiramente artificial e que ali permanecerá por muitos milhares de anos. Ou seja, nenhum processo natural seria capaz de realizar esse depósito. Um gesto humano, um artefato produzido por nós, teve um efeito global. Portanto, o ser humano se fez geologia. O tempo humano, tão breve, foi capaz de alcançar essas vastas durações quase de caráter cósmico.

Entidades como esses depósitos radioativos, como o aquecimento global ou a visão da Terra enquanto sistema integrado são objetos de grande duração, com os quais daqui para a frente teremos de conviver. Este é o nosso tempo. Esta é a era dos humanos, do Antropoceno. Não viveremos mais como nossos antepassados, mas num mundo muito diferente, que nós mesmos construiremos.

A reflexão proposta pelo nosso museu procura demonstrar que somos parte integrante do Universo e que a Terra é um sistema complexo, cujo equilíbrio é fundamental para a nossa sobrevivência. E que neste momento estamos diante de um fato típico de uma nova era: o de que nossas ações exercem sobre a Terra um impacto nunca visto. Mais ainda: que já é possível perceber hoje várias tendências no desenvolvimento da nossa espécie e na sua relação com o planeta apontando para diferentes possibilidades e futuros. Diante das encruzilhadas à nossa frente, teremos, portanto, de fazer opções.

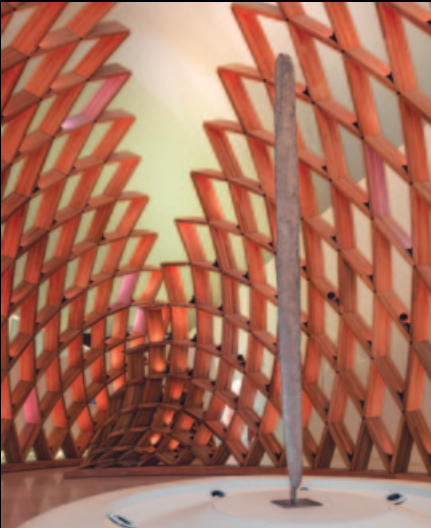
Na última etapa do nosso percurso, a ênfase não é na informação, mas sim nos valores. Estes estão associados ao modo como queremos viver: com o mundo, com sustentabilidade; com os outros, pela convivência. E é nesse espaço que encontramos um dos poucos objetos físicos do museu, o churinga: um artefato aborígine australiano que tem a função de abrigar a alma de um integrante da comunidade depois da sua morte. Ali ela permanece até que possa reencarnar numa criança. Promove assim, de maneira simbólica, a conexão entre gerações passadas e futuras. Representa o espírito coletivo, o senso de pertencimento a um grupo e seu propósito de seguir adiante. Pertencimento que para nós não se resume mais a uma pequena aldeia, mas a todo o planeta e a toda a humanidade, selando um compromisso com a sustentabilidade da vida e a convivência pacífica entre os seres humanos. O churinga representa os conhecimentos que adquirimos e que passamos adiante. Cabe a nós decidir o que fazer com esses conhecimentos.

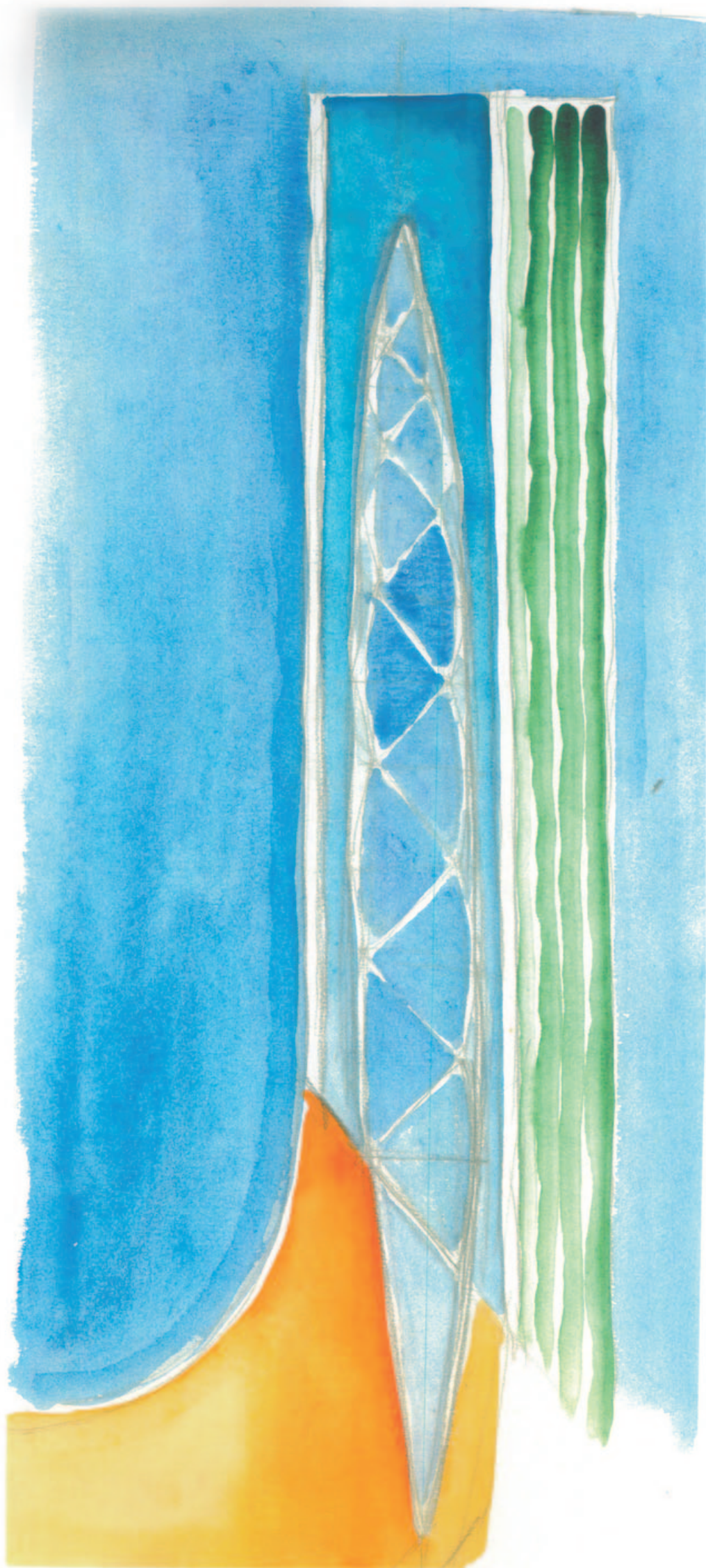
Não por acaso, esse objeto está colocado num espaço ritualístico que convida à contemplação. Escolhemos como palco para essa reflexão um ambiente inspirado numa oca, uma casa de conhecimento indígena, uma estrutura montada na linguagem material da madeira, onde se reúnem os integrantes de uma determinada comunidade. Os antigos narram para os novos os mitos, as lendas sobre a formação e o surgimento do povo, promovendo a continuidade entre passado e futuro. A Terra é a nossa aldeia, o mundo é a nossa comunidade. Nesse espaço apresentamos dois conceitos: o de que, em algum lugar, está amanhecendo, ou seja, o de que em algum lugar agora é amanhã. E a ideia de que o amanhã é sempre o mesmo e, ao mesmo tempo, é sempre diferente.

O último momento do nosso percurso no museu deve corresponder ao primeiro passo do visitante, prestes a retornar ao cotidiano. Diante da paisagem familiar da baía de Guanabara, ele pode abraçar outra visão da nossa espécie e de seu papel na construção de um novo protagonista deste futuro, uma comunidade planetária, disposta a fazer escolhas capazes de mudar a realidade. Este novo sujeito somos NÓS e o seu tempo é o agora. ●

O churinga
representa os
conhecimentos
que adquirimos
e que passamos
adiante. Cabe
a nós decidir
o que fazer
com esses
conhecimentos.

A experiência
de percorrer
a amplidão interna
do museu deve ser
a de atravessar
um só espaço,
porém transformado,
a cada etapa,
pelas diversas
formas criadas
para a exposição.





AS FORMAS DO TEMPO



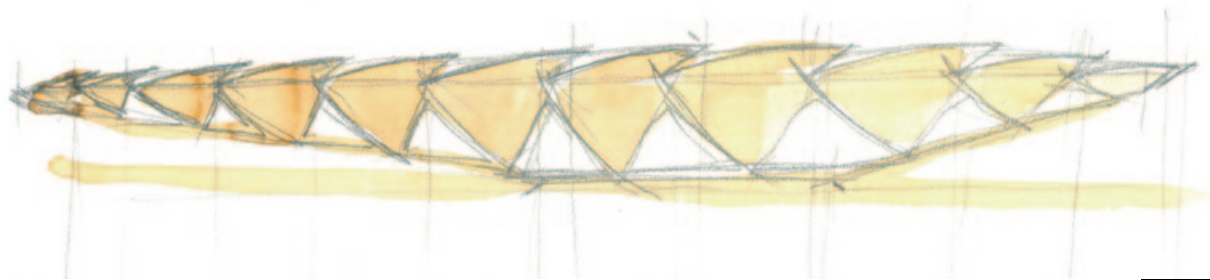
Para um museu, as metas são ambiciosas, tanto em termos de conteúdo como em relação aos valores e ideais. A narrativa do Museu do Amanhã busca apresentar a infinita variedade do Universo, percorrer as bases da vida e revelar o momento que estamos vivendo. Mais que isso, pretende inspirar uma reflexão e fazer um chamamento para a construção de um futuro a partir das nossas escolhas para o amanhã que queremos. Que espaço físico estaria à altura de abrigar um empreendimento como este? E como assegurar que uma mensagem de tal complexidade fosse apresentada de forma a cativar o público? Para fazer face a esse desafio, tanto a arquitetura como a museografia envolvidas no projeto evitaram as trilhas usuais e já conhecidas, preferindo enveredar por caminhos inovadores. Ao fazer isso, o novo museu carioca veio se somar a uma série de instituições que, neste início do século XXI, têm promovido em todo o mundo uma verdadeira revolução nas concepções museológicas até então predominantes. O Museu do Amanhã é um cenário privilegiado para os que desejam viver esse debate e se pôr a par dos últimos capítulos dessa aventura científica, educacional e artística.

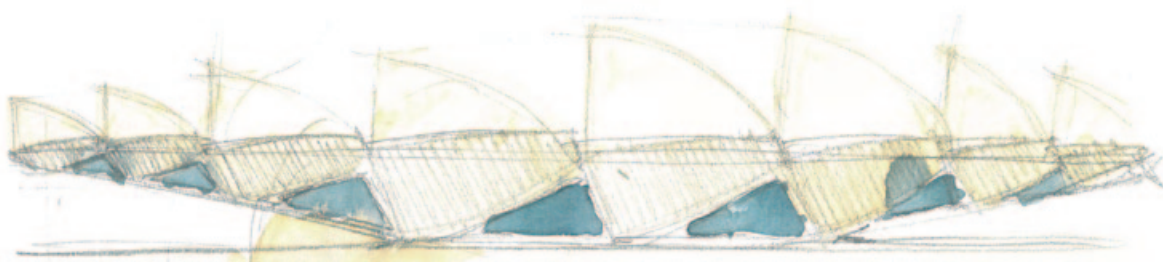
Liderando iniciativas inovadoras como o Museu da Língua Portuguesa, o Museu do Futebol, o Paço do Frevo e o Museu de Arte do Rio (MAR), a Fundação Roberto Marinho acumulou uma experiência preciosa ao abrir espaço no país para uma linhagem de museus que procuram estabelecer em novos termos sua relação com os visitantes. Com foco nesse objetivo, esses projetos têm procurado harmonizar os três pilares sobre os quais está assentada a gênese de um museu: a arquitetura, a curadoria e a museografia. **O convite** da Prefeitura do Rio à Fundação Roberto Marinho para ocupar a área do píer da praça Mauá com o Museu do Amanhã representou um desafio diverso, pois, ao contrário do Museu da Língua Portuguesa ou do próprio Museu de Arte do Rio (MAR), não se tratava mais de ocupar uma construção existente ou de adaptá-la, mas sim, num certo sentido, de começar do zero. E esse primeiro passo foi dado pelo prefeito Eduardo Paes ao sugerir o arquiteto Santiago Calatrava para conceber a estrutura que abrigaria o novo museu.

As negociações entre a Fundação e o arquiteto representaram um primeiro gesto no sentido de integrar os diferentes aspectos que comporiam o perfil do novo museu. Outro momento importante foi o convite da Fundação Roberto Marinho ao escritório Ralph Appelbaum Associates, com sede em Nova York, para iniciar o processo de concepção museográfica. Seu fundador, responsável por projetos seminais como o Museu do Holocausto, em Washington, e pela renovação do Museu Americano de História Natural, promoveu nas duas últimas décadas uma profunda transformação no âmbito da criação de museus e da concepção de exposições, desenvolvendo trabalhos nos cinco continentes, em países tão diferentes quanto Estados Unidos e Nigéria, Noruega e China. A determinação de propor ao visitante a imersão em determinado tema, sempre apoiada numa narrativa, é a característica comum a todos os projetos desse escritório premiado, que já havia colaborado com a Fundação no Museu da Língua Portuguesa. Também no Museu do Amanhã prevaleceria este mesmo objetivo: evocar uma ideia básica por meio de uma história, contada não apenas através da linguagem, mas também de experiências sensoriais a serem vivenciadas pelos visitantes.

Santiago Calatrava, responsável pelo vértice da arquitetura nesse diálogo triangular que envolve também conteúdo e museografia, demonstrou sensibilidade e respeito pela paisagem e pela história da cidade ao inserir seu projeto na zona portuária. “Quando ficou claro que iríamos intervir nessa área, a primeira coisa a levar em conta foi o fato de que já existiam ali aqueles edifícios”, revela o arquiteto, numa alusão ao Mosteiro de São Bento, declarado pela Unesco Patrimônio da Humanidade em 2014, e ao edifício do antigo jornal *A Noite*, na praça Mauá. “Decidimos estabelecer uma altura máxima para o museu – de 15 metros – para que ele não obstruísse a visão dessas construções a partir do mar.” A situação do mosteiro na paisagem leva o arquiteto a fazer uma referência a Lisboa. “Para mim, ele exerce papel semelhante ao do Mosteiro dos Jerônimos: era uma imagem imponente que se via ao se chegar por mar. Nosso museu é baixo e permite essa visão”, diz ele, comentando a altura do prédio, que atende a uma determinação do Instituto do Patrimônio Histórico Nacional.

O diálogo e a harmonização com as construções do entorno – uma preocupação sua – não se deram pela imitação, mas pelo contraste. Foi esse o caso, segundo ele, em relação ao Mosteiro de São Bento. Durante uma entrevista, ele tira da pasta um de seus cadernos – são milhares, todos devidamente arquivados pela esposa na sede do seu escritório – e começa a traçar um desenho a lápis. Em movimentos ágeis, esboça a silhueta do morro de São Bento, os traços grossos sugerindo uma massa pesada e bruta. A partir do morro, as linhas traçadas por ele levantam as formas retas e imponentes do mosteiro.





O arquiteto explica que, com o Museu do Amanhã, quis fazer um edifício “que se projetasse no futuro”. E, ao explicar seu esboço do mosteiro, comenta o vínculo do edifício histórico com o passado: “Se pararmos para analisar, veremos o Mosteiro de São Bento seguramente assim: primeiramente o morro, antes de haver qualquer construção, seria uma grande pedra. Então o edifício do mosteiro emerge como que saído daquela rocha, como se fosse parte dela. Além disso, está construído também com pedras. Poderíamos pensá-lo, então, como pertencente a um gênero de arquitetura, uma arquitetura mineral.”

Seu projeto do Museu do Amanhã, portanto, é visto por ele como um contraponto a essa característica. “Diante dessa tipologia, de algo saído da rocha, decidimos adotar algo diferente, algo que, de tão leve, desse a impressão de que pretende voar. Se aquela arquitetura é mineral, a nossa é aérea.” Calatrava ainda observa que a cobertura do museu comporta uma estrutura metálica numa forma que lembra a de asas – e estas se movimentam de acordo com a posição do Sol para a captação de energia solar.

O fato ressalta outro aspecto da contraposição trabalhada por ele. “O primeiro tipo de arquitetura – o do mosteiro – é estático e transmite uma ideia de perenidade. Nosso projeto, com esses elementos móveis, pretende passar a noção de algo dinâmico, cambiante, leve. Tudo isso é importante para compreender essa contraposição.” A soma das qualidades enumeradas por ele quase equivale a um manifesto. “Acredito que a arquitetura a partir de agora acabará por seguir esse caminho, buscando uma natureza, talvez, atmosférica, assumindo o caráter de um organismo vivo.”

O projeto do Museu do Amanhã marcou, segundo ele, um passo adiante na evolução do seu estilo. “De certo modo revela um esforço para renovar meu vocabulário. Até então vinha trabalhando com base em formas associadas à figura humana”, explica Calatrava, enquanto traça no seu bloco as linhas de um corpo de mulher.

Decidimos adotar algo diferente, algo que, de tão leve, desse a impressão de que pretende voar.

Conhecido por fazer dezenas, às vezes centenas, de aquarelas antes de encontrar a solução a ser aplicada num novo projeto, o arquiteto vislumbrou a possibilidade de um caminho diferente durante uma visita feita ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro antes de começar a desenhar o Museu do Amanhã, em 2010. Ao observar algumas flores da família *Bromeliaceae*, típicas da Mata Atlântica, ficou intrigado com a complexidade da sua forma. Era o primeiro passo que o levaria a trocar o modelo do corpo humano pelo de uma planta. Trabalhadas numa nova série de aquarelas, suas impressões seriam aos poucos digeridas e decantadas até se transformar na semente do projeto do Museu do Amanhã. “Aquilo me influenciou”, conta o arquiteto. “Há aqui uma referência clara ao mundo das plantas, ao crescimento orgânico. Como ocorre com as minhas esculturas, esse projeto transmite um sentido de crescimento. Essa série de ritmos elementares tem algo das plantas.”

Calatrava é o primeiro a admitir que o impacto, em termos plásticos, exercido pelo seu projeto tem algo de uma escultura. No Rio para uma última visita ao canteiro de obras do Museu do Amanhã antes de sua inauguração, o arquiteto ainda se mostrava entusiasmado com a exposição ao ar livre, naquele verão, de sete enormes esculturas suas na Park Avenue, em Nova York – grandes estruturas metálicas, algumas em cores vivas. “Nas esculturas eu me expresso mais livremente porque são criações plásticas. Na arquitetura, o processo é, evidentemente, muito mais desafiador. É uma escultura que precisa ser funcional enquanto museu.”

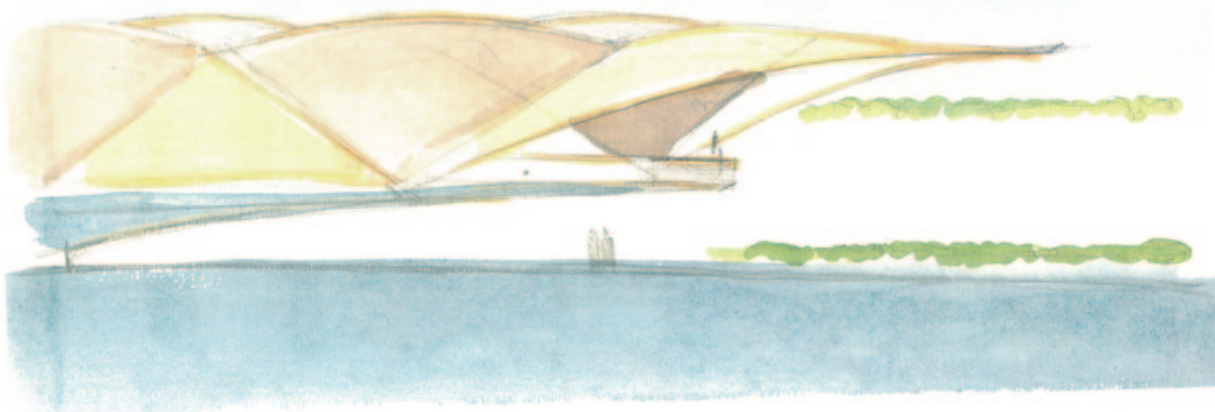
A experiência acumulada pelo arquiteto nos últimos anos, com um portfólio de grandes projetos em países como Espanha, Bélgica, Estados Unidos e China, confirmou sua convicção nos poderes transformadores da arquitetura nas cidades em que ela se insere. “As grandes obras públicas são capazes de mudar as cidades, criando novos pontos espaciais de referência. Mas não se trata apenas de criar prédios icônicos”, ressalta.

Essa nova maneira
de conceber os
museus implica
a criação de um
ambiente no qual
inúmeros recursos –
da iluminação à
mídia audiovisual, do
apelo aos sentidos
à arquitetura
interior – são
empregados com o
objetivo de fazer o
visitante vivenciar
determinado
conteúdo ou
informação.

É significativo o fato de nessas experiências os museus terem desempenhado um papel de destaque. Entre os muitos projetos de impacto assinados por Calatrava estão o Milwaukee Art Museum, nos Estados Unidos, e a Ciudad de las Artes y las Ciencias, em Valência, na Espanha, concluída em 2009. “É preciso entender que esses projetos não devem ser vistos isoladamente, mas em função da cidade. Os museus em particular, que vivem um renascimento há alguns anos, além de centros de irradiação de cultura exercem o papel de mitos urbanos – um pouco como as grandes estações de trem das capitais europeias no século XIX – que são capazes de transformar a urbe.”

Segundo Calatrava, a experiência de Valência – projeto no qual trabalhou por cerca de vinte anos – é especialmente ilustrativa a esse respeito. “Acredito que tenhamos conseguido realizar esse objetivo com o Palau de les Arts Reina Sofia, de Valência, localizado num dos pontos até então mais negligenciados da cidade, numa zona próxima ao porto, de caráter pós-industrial, num setor obsoleto e degradado. A área se converteu hoje num dos lugares mais visíveis, mais procurados para se viver. Não apenas foi transformada a paisagem urbana, mas criou-se também uma nova referência para as pessoas e para a cidade. Mudou um pouco a sua imagem para os visitantes e para os próprios habitantes.”

No caso do Rio, o indício mais evidente dessa transformação, porém, talvez seja o desaparecimento do Elevado da Perimetral da paisagem carioca. “Para mim, uma das maiores satisfações foi o reconhecimento da antiga Perimetral como algo obsoleto. Com a sua supressão, conseguimos recuperar a articulação entre os dois eixos, a avenida Rio Branco e a praça Mauá, com seu monumento. Criou-se um vínculo genuinamente urbano”, diz ele, chamando a atenção para a dupla fileira de árvores que correm ao longo do museu.



Os viadutos desse tipo, solução muito em voga nos anos 1960 e 1970, não são um problema apenas no Rio, observa, lembrando aquele que marca a paisagem do Bronx, em Nova York. “Lá eles produzem um impacto brutal em quem chega à cidade. Aqui no Rio essa questão foi resolvida com muita elegância. E, acredito, trata-se de um trabalho pioneiro”, elogia, observando que a ausência de alguma coisa, um espaço livre, o vazio, também tem seu significado num projeto arquitetônico ou num traçado urbano. “Como dizem os compositores, o silêncio também faz parte da música.”

Os muitos recursos técnicos exigidos no plano da engenharia foram postos a serviço da construção, que, embora complexa, abriga um espaço que tem algo de elementar: “O museu possui uma planta muito arquetípica. É quase uma nave de catedral, aberta dos dois lados. Uso a imagem da catedral não tanto pela atmosfera que se pretende criar no seu interior, mas pela natureza de certo tipo de edifício, desses que podem durar mil anos, porque seguem parâmetros muito elementares, servindo e se adaptando a múltiplas funções.”

A concepção e a abertura do Museu do Amanhã põem o Brasil em sintonia com uma tendência emergente no cenário cultural em todo o mundo. Os museus tradicionais acabaram consolidando uma fórmula com a qual várias gerações se familiarizaram. Escadarias imponentes, colunas clássicas e um saguão central sob uma grande cúpula recebiam visitantes em galerias nas quais eram exibidas coleções de objetos, geralmente protegidos em caixas de vidro. “Ocorre que uma ala ou galeria nem sempre se relacionava com a seguinte. E nelas o visitante não passava de um observador”, diz Appelbaum, para quem “museus deveriam se considerar não como meros portais abertos, mas sim pensar a si mesmos na sua relação com os visitantes.” Animado por essa visão, ele se tornou conhecido pelo esforço de fazer vir à tona em cada museu a ideia básica, a narrativa, enfim, capaz de dar unidade ao conjunto de experiências e conteúdos proporcionados ao público.

Para ele, essa nova maneira de conceber os museus implica a criação de um ambiente no qual inúmeros recursos – da iluminação à mídia audiovisual, do apelo aos sentidos à arquitetura interior – são empregados com o objetivo de fazer o visitante vivenciar determinado conteúdo ou informação. Neles, o público seria estimulado não apenas a pensar, mas também a sentir; a recorrer tanto à razão como à emoção. Os resultados têm se revelado estimulantes num mundo em que é cada vez mais discutível traçar fronteiras rígidas entre o entretenimento e a educação. As “grandes ideias” destinadas a sustentar essas narrativas também transcendem o plano simplesmente estético ou pedagógico. Segundo Appelbaum, os museus atuais “são, essencialmente, construções éticas”.



NA CONCEPÇÃO DE RALPH APPELBAUM, RESPONSÁVEL PELA NARRATIVA MUSEOGRÁFICA, A EXPOSIÇÃO OBEDECERIA A UMA EVOLUÇÃO RÍTMICA, COMO NUMA PARTITURA MUSICAL.

Veio dele a noção de determinar um ritmo para a narrativa proposta pelo Museu do Amanhã, a ser pautada entre sístoles e diástoles, configurada pelo modelo sugerido por uma partitura musical. Essa intenção básica se manteve durante as transformações pelas quais a proposta passou ao longo de quase cinco anos de preparação. Até o final do processo prevaleceu a concepção museográfica que ocupa a nave do prédio se desdobrando ao longo de momentos de uma mesma narrativa. “Quisemos assim evitar a lógica de um corredor, no qual o visitante apenas avança por salas expositivas, de um espaço para o outro”, explica Deca Farroco, gerente do projeto.

Coube ao diretor de criação Andres Clerici – juntamente com a equipe de curadores e museólogos, além de Vasco Caldeira, da Artificio Arquitetura e Exposições – o desafio de precisar com clareza a ideia central do museu e aplicar concretamente esses princípios gerais ao conteúdo de cada um dos momentos nos quais se divide a narrativa. Com experiência em trabalhar com o que chama de “museus de ideias”, Clerici explica que, inicialmente, desempenha um papel que tem algo de psicólogo – e quase de médium – ao sondar a equipe de curadores e especialistas para descobrir, coletivamente, qual a ideia central que norteará o museu: “Qual a narrativa? O que se deseja contar? Queremos transmitir ideias por meio de histórias que envolvam o público na discussão de determinados temas.” No caso do Museu do Amanhã, sua narrativa pode ser sintetizada na convicção de que chegamos a um momento único e singular da civilização humana. O Antropoceno é uma condição criada por nós. Nada mais poderá ser como antes, mas o amanhã que virá está sendo criado por nós agora.

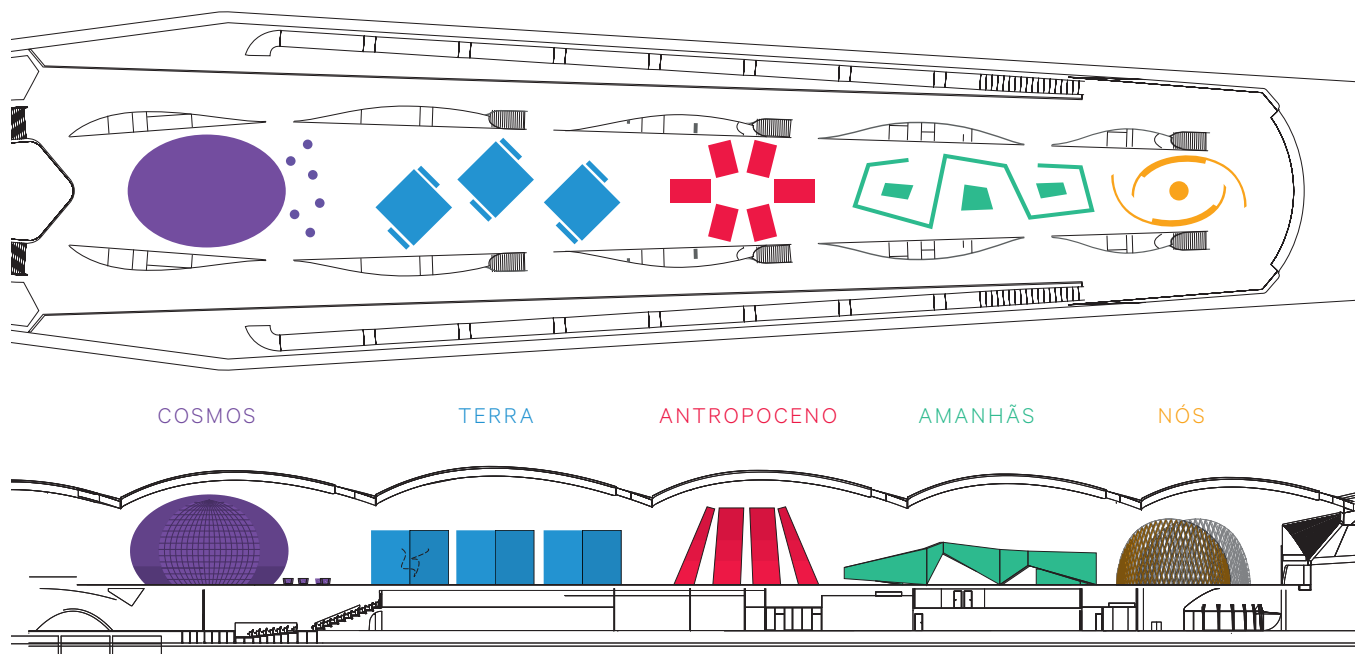
Uma vez definida a narrativa, restava saber como contar essa história; encontrar a forma apropriada para transmitir esse conteúdo. As ideias essenciais devem ser passadas principalmente por meio de experiências vivenciadas em determinado espaço físico, sempre de uma forma envolvente para o visitante. São ao todo cerca de cinquenta experiências oferecidas, todas concatenadas e distribuídas ao longo das cinco áreas básicas, encarnando as grandes perguntas que a humanidade sempre se fez. De onde viemos? Quem somos? Onde estamos? Para onde vamos? Como queremos ir?, ou seja, que vida queremos construir? O objetivo é que o público vivencie e explore essa sequência de perguntas, todas relacionadas a diferentes conceitos e conteúdos e encarnando determinadas figuras do tempo.

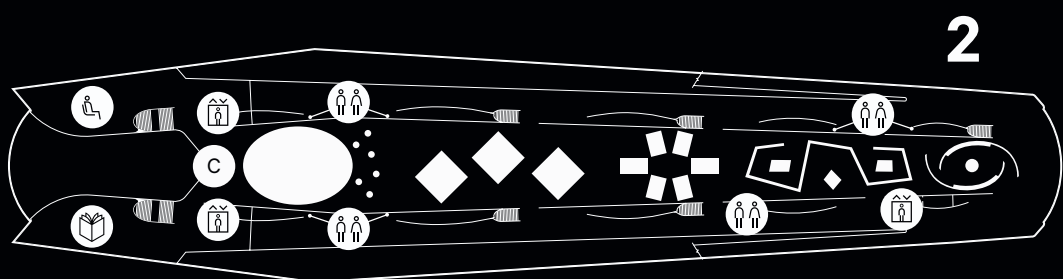
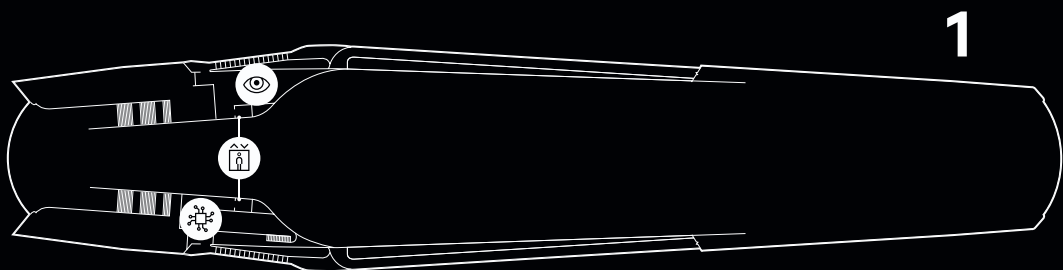
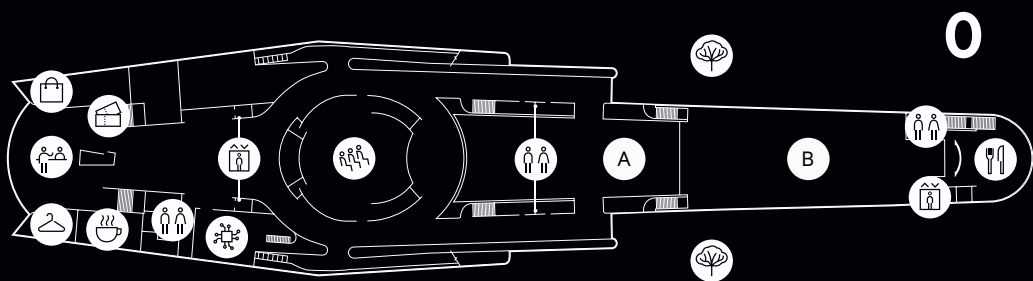
Na visão de Andres Clerici, o maior risco do projeto do museu seria cair na armadilha de uma visão “futurista”. No esforço para transformar conteúdos em experiências, procurou-se evitar uma visão que, embora criada hoje, viesse a parecer defasada em poucos anos. Na busca de soluções que ressissem bem à passagem do tempo, a direção artística deu preferência a formas “clássicas” que, por serem elementares, não envelhecessem.

A primeira experiência do visitante do museu, por exemplo, tem como foco a figura de um grande ovo negro, representando a ideia de origem e de pertencimento ao Universo. Uma forma simples e atemporal, que sobrevive bem à passagem do tempo. Nesse sentido, foram empregados quadrados, cubos, formas geométricas elementares, que sempre serão reconhecidas. Além do ovo negro que simboliza nossas origens, são exemplos dessas formas simples e concisas, porém plenas de significado, os três grandes cubos de 7 metros cada, as Caixas do Conhecimento, que concentram informações sobre o planeta, a vida ou a cultura. Já no momento dedicado ao Amanhã, optou-se – depois de afastar outras possibilidades, como a de uma praça – pela forma de um origami, que apresenta os conteúdos de diferentes áreas de maneira integrada.

Ainda em relação ao mundo das formas, a museografia estabeleceu um sentido para avançar do sólido e fechado rumo ao aberto e abstrato. “O ovo presente no início da visita é uma forma sólida. Já a oca é aberta; não tem teto, nem é fechada”, explica Clerici. Instalada no último momento da narrativa, ela oferece um espaço para as pessoas pensarem o seu amanhã. Ao fazer isso, o ambiente estimula uma nova noção de pertencimento: não mais à cidade ou ao país, mas ao Universo. A oca encarna uma forma atemporal, a exemplo dos totens, também presentes na exposição. O importante, para o diretor de criação, é que o visitante não veja tudo isso a partir de fora, como se assistisse a um filme, mas sim como parte daquilo. Dessa forma são configurados momentos que têm algo de teatral.

Teatro, envolvimento, vivências... Um vocabulário que expressa a enorme gama de recursos à disposição dos artistas, teóricos e técnicos que repensam os museus de hoje. Evitando o falso dilema que obriga a optar entre razão e sentimento, reflexão e emoção, tanto a museografia como a arquitetura do Museu do Amanhã parecem determinadas a – numa mesma medida – nos assombrar e fazer pensar. ●





0



Tickets



Informação



Loja



Guarda-volumes



Café



Auditório



Exposição Temporária



Administração



Restaurante



Jardim

1



Observatório do Amanhã



**Laboratório de
Atividades do Amanhã**

2



Ponto de Encontro



Área Educativa



Exposição Principal



Banheiro



Elevador

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

PREFEITO
Eduardo Paes

SECRETÁRIO-CHEFE DA CASA CIVIL
Guilherme Nogueira Schleder

SECRETÁRIO MUNICIPAL DE CULTURA
Marcelo Calero

SECRETÁRIO DE PROJETOS ESTRATÉGICOS E CONCESSÕES
DE SERVIÇOS PÚBLICOS E PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS
Jorge Arraes

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA
REGIÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO S.A – CDURP**

DIRETOR-PRESIDENTE
Alberto Gomes Silva

DIRETOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO
Sergio Lopes Cabral

DIRETOR DE OPERAÇÕES
Luiz Carlos de Souza Lobo

SUPERINTENDENTE DE DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO E SOCIAL
Rogério Machado Riscado

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO

PRESIDENTE
José Roberto Marinho

SECRETÁRIO-GERAL
Hugo Barreto

SUPERINTENDENTE EXECUTIVO
Nelson Savioli

GERENTE-GERAL DE PATRIMÔNIO E CULTURA
Lucia Basto

GERENTE DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL
Flavia Constant

GERENTE DE PROJETOS
Deca Farroco

MUSEU DO AMANHÃ

CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO

DIREÇÃO-GERAL
Hugo Barreto
Lucia Basto

ARQUITETURA
Santiago Calatrava

CURADORIA
Luiz Alberto Oliveira

DIREÇÃO DE CRIAÇÃO E IDENTIDADE VISUAL
Andres Clerici

COORDENAÇÃO-GERAL
Deca Farroco

GERENCIAMENTO DO PROJETO DE ARQUITETURA
Ruy Rezende
Filipe Jacopucci

PROJETO MUSEOGRÁFICO
Vasco Caldeira

COORDENAÇÃO DE CONTEÚDO
Leonardo Menezes

CONCEPÇÃO CURATORIAL INICIAL
Luiz Alberto Oliveira
Leonel Kaz

CONCEPÇÃO MUSEOGRÁFICA INICIAL
Ralph Appelbaum

COORDENAÇÃO TÉCNICA
Marcio Guerra
Ana Ribeiro
Taissa Thiry

CONSULTORES DE CONTEÚDO

COSMOS E TERRA
Alexandre Cherman – Planetário do Rio
Eliana Dessen – USP
Eliane Canedo de F. Pinheiro – Urbanista
Gilvan Sampaio de Oliveira – Inpe
Julia Reid – Inpe
Henrique Lins de Barros – CBPF
Luiz Fernando Dias Duarte – Museu Nacional/UFRJ
Maria Alice dos Santos Alves – Uerj
Mayana Zatz – USP

ANTROPOCENO E AMANHÃS
Adriana Caúla – UFF
Alexandre Kalache – OMS
Andrew Hessel – Singularity University
Benilton Bezerra Jr. – Uerj
David Zee – Uerj
Fátima Portillo – UFRRJ
Jorge Lopes – INT
José Augusto Pádua – UFRJ
Luiz Pinguelli Rosa – Coppe/UFRJ
Marcelo Gleiser – Dartmouth College
Marcio Giannini Pereira – Coppe/UFRJ
Miguel Nicolelis – Duke University
Neilton Fidelis – Coppe/UFRJ
Paulo Vaz – UFRJ
Rogério da Costa – PUC-SP
Suzana Herculano-Houzel – UFRJ
Thomas Lewinsohn – Unicamp

AMANHÃS
Carlos Nobre – Inpe
Jorge Wagensberg – CosmoCaixa
Michio Kaku – NYU

Paulo Mendes da Rocha – Arquiteto
Sérgio Besserman – PUC-Rio

LABORATÓRIO DE ATIVIDADES DO AMANHÃ

CONCEPÇÃO
Ronaldo Lemos
Alê Youssef
José Marcelo Zacchi
COLABORADORES
Alexandre Ribenboim
Leo Feijó
José Augusto Figueiredo

OBSERVATÓRIO DO AMANHÃ

Charles Kent
Mayra Nobre

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO

RELAÇÃO COM PARCEIROS, COMUNICAÇÃO E ASSESSORIA DE IMPRENSA
Hugo Sukman
Julia Ribeiro
Julianna Guimarães
Luciana Gondim
Renata Couto
Rodrigo Cobra
ADMINISTRAÇÃO, SUPORTE TÉCNICO E JURÍDICO
Ana Érika Marques
Ana Luiza Bernat
Aparecida Lacerda
Carlos Carletto
Carolina Xavier
Cassia de Oliveira
Christian Mouron
Eduardo Rogienfisz
Fábio Gomes
Fernanda Ruffo
Gustavo Bastos
Helayne Almada
Leandro Vieira
Letícia Barbosa
Lucia Madeira
Luís Augusto Ferreti Pinheiro
Luiz Henrique Cordeiro
Marco Francesco
Patrícia Sales
Regina de Paula Vasconcelos
Severino Jauhar
Solange Lemos
Vanessa Kronenberger

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO
DA REGIÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO S.A. – CDURP

FISCALIZAÇÃO TÉCNICA
Arnaldo Camões
Fabiola Amaral
Walber Correa
ADMINISTRAÇÃO E SUPORTE JURÍDICO
Carlos Silva
Gabriela Beluomini Alves Cruzeiro
COMUNICAÇÃO / ASSESSORIA DE IMPRENSA

Clarice Tenório Barretto
Luciene Braga

GESTÃO

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO – IDG

PRESIDENTE DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
Fred Arruda

DIRETOR-PRESIDENTE
Ricardo Piquet

CURADOR GERAL
Luiz Alberto Oliveira

DIRETOR DE PLANEJAMENTO E GESTÃO
Vinícius Capillé

DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PÚBLICOS
Alexandre Fernandes Filho

DIRETOR DE OPERAÇÕES E FINANCEIRO
Henrique Oliveira

CAPTAÇÃO DE RECURSOS
Renata Salles

CONTEÚDO E EDUCAÇÃO
Alfredo Tolmasquim
Leonardo Menezes
Marcela Sabino
Melina Almada

DESENVOLVIMENTO DE PÚBLICOS E COMUNICAÇÃO

Bruno Stehling
Dino Siwek
Juliana Tinoco
Laura Taves

TECNOLOGIA E OPERAÇÕES
Éric Ribeiro
Uli Rentschler

RECURSOS HUMANOS, GESTÃO E JURÍDICO

Ana Carolina Coelho
Maíra Costa
Marcia Carneiro

LIVRO MUSEU DO AMANHÃ

EDITORA
Ana Cecilia Impellizieri Martins

CORDENAÇÃO DE CONTEÚDO
Andrea Margit

COORDENAÇÃO DE TEXTOS
Maria de Andrade

TEXTOS EDITORIAIS
Claudio Figueiredo

PREPARAÇÃO DE TEXTOS
Leny Cordeiro

REVISÃO
Kathia Ferreira

PROJETO GRÁFICO
Dupla Design

FOTOGRAFIA
Cesar Barreto

IMPRESSÃO
IPSIS

O livro digital do
Museu do Amanhã pode
ser acessado em
www.museudoamanha.org.br
também nas versões
inglês e espanhol.

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

O48m

Oliveira, Luiz Alberto
Museu do amanhã / Luiz Alberto Oliveira. - 1. ed.
Rio de Janeiro : Edições de Janeiro, 2015.
il.

ISBN 978-85-67854-88-5

- 1. Museu do Amanhã - Rio de Janeiro.
- 2. Museus - Rio de Janeiro. I. Título.

15-26481

CDD: 708.98153

CDU: 7.05:069(815.3)

CONCEPÇÃO E REALIZAÇÃO



CIDADE OLÍMPICA



PATROCINADOR MÁSTER



MANTENEDOR



APOIO



SECRETARIA DO AMBIENTE



INOVAR É PRECISO