



João de Fernandes Teixeira

O Pesadelo de Descartes

Do mundo mecânico à Inteligência Artificial



Karl Marx (1818-1883) afirmou, certa vez, que o comunismo era um fantasma que rondava a Europa no século XIX. Será que a automação é um fantasma que ronda o século XXI? Será que seremos substituídos pelas máquinas que inventamos? Na Idade Média, o conhecimento não era necessário para a sobrevivência. A habilidade prática de cultivar a terra, cujos segredos eram transmitidos de pai para filho, era tudo o que bastava. O que hoje chamamos de conhecimento era restrito a alguns especialistas, na sua maioria religiosos. Havia poucos livros, guardados a sete chaves nas universidades. A imprensa ainda não existia e, assim, para obter um livro, era necessário copiá-lo à mão. A revolução científica, que se iniciou no século XVII, trouxe uma onda de tecnificação e, com ela, as revoluções na agricultura e o surgimento da indústria. Os livros já circulavam, embora ainda fossem escassos. Nessa época, conhecida como a Era Moderna, obter um emprego era algo diretamente relacionado a possuir um conhecimento, uma formação específica que garantia um lugar na indústria ou no comércio. A Era Moderna ou a Modernidade durou até a metade do século passado. Em seguida, ingresamos na era Pós-Moderna, embora até hoje não exista um consenso entre filósofos, historiadores e outros especialistas, sobre o que isso significa. A mecanização da agricultura esvaziou o campo. O êxodo rural levou ao crescimento das cidades e ao surgimento de várias profissões típicas da classe média, como os funcionários públicos, os médicos, os advogados, os engenheiros, os bancários e os comerciários. Mas agora todas essas profissões correm o risco de serem extintas. Um dos nossos maiores temores é a percepção de nossa redundância em relação às máquinas. Ter um emprego passou a ser um privilégio e, por isso, os que ainda os têm passaram a ter de trabalhar muito mais horas por dia, sob ameaça permanente de demissão. A diminuição do trabalho, muscular ou mental, seria comemorada nas sociedades antigas ou medievais. Na Idade Média as pessoas só trabalhavam parte da semana e metade do ano. Nessa época, a possibilidade de trabalhar menos era sempre um alívio bem-vindo. No entanto, no mundo contemporâneo a diminuição do trabalho se tornou, paradoxalmente, um fantasma temível. Caminhando na direção inversa do que seria esperado, todos desejam trabalhar, ter um emprego. A criação de vagas passou a ser comemorada e se tornou moeda de troca na política. Para se eleger, um político precisa sempre prometer a criação de empregos.



O pesadelo de Descartes

O pesadelo de Descartes

Do mundo mecânico à Inteligência Artificial

João de Fernandes Teixeira

φ editora fi

Diagramação: Marcelo A. S. Alves

Capa: Carole Kümmecke - <https://www.behance.net/CaroleKummecke>

Arte de Capa: Felix Rothschild - www.felixrothschild.com

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



Todos os livros publicados pela Editora Fi estão sob os direitos da [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR



Associação Brasileira de Editores Científicos

<http://www.abecbrasil.org.br>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

TEIXEIRA, João de Fernandes

O pesadelo de Descartes: do mundo mecânico à Inteligência Artificial [recurso eletrônico] / João de Fernandes Teixeira -- Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2018.

190 p.

ISBN - 978-85-5696-405-2

Disponível em: <http://www.editorafi.org>

1. Filosofia da mente; 2. Epistemologia; 3. Teoria do conhecimento; 4. Inteligência artificial; 5. Automato;
I. Título.

CDD: 100

Índices para catálogo sistemático:

1. Filosofia 100

Para Malu, Jujuba e Tâmara

Agradecimentos

À minha ex-aluna e amiga Suely Molina. Ao meu ex-aluno e amigo André Rehbein Sathler Guimarães, pelas críticas sempre construtivas. Ao meu amigo Gustavo Leal-Toledo, por várias sugestões.

A Paula Felix Palma, pela revisão cuidadosa do texto.

À minha esposa Malu

Eu temo o dia em que a tecnologia vai ultrapassar a interatividade humana. O mundo terá uma geração de idiotas.

Albert Einstein

Toda tecnologia é neutra até o dia na qual a aplicamos.

William Gibson.

Sumário

Introdução	13
Capítulo I	31
O sonho de Descartes	
Capítulo II	73
A paisagem digitalizada	
Capítulo III	95
O mundo reencantado	
Capítulo IV	115
A pos-ciência	
Capítulo V	141
O pesadelo de Descartes	
Conclusão	165
Referências	185

Introdução

Karl Marx (1818-1883) afirmou, certa vez, que o comunismo era um fantasma que rondava a Europa no século XIX. Será que a automação é um fantasma que ronda o século XXI? Será que seremos substituídos pelas máquinas que inventamos?

Na Idade Média, o conhecimento não era necessário para a sobrevivência. A habilidade prática de cultivar a terra, cujos segredos eram transmitidos de pai para filho, era tudo o que bastava. O que hoje chamamos de conhecimento era restrito a alguns especialistas, na sua maioria religiosos. Havia poucos livros, guardados a sete chaves nas universidades. A imprensa ainda não existia e, assim, para obter um livro, era necessário copiá-lo à mão.

A revolução científica, que se iniciou no século XVII, trouxe uma onda de tecnificação e, com ela, as revoluções na agricultura e o surgimento da indústria. Os livros já circulavam, embora ainda fossem escassos. Nessa época, conhecida como a Era Moderna, obter um emprego era algo diretamente relacionado a possuir um conhecimento, uma formação específica que garantia um lugar na indústria ou no comércio. A Era Moderna ou a Modernidade durou até a metade do século passado. Em seguida, ingressamos na era Pós-Moderna, embora até hoje não exista um consenso entre filósofos, historiadores e outros especialistas, sobre o que isso significa.

A mecanização da agricultura esvaziou o campo. O êxodo rural levou ao crescimento das cidades e ao surgimento de várias profissões típicas da classe média, como os funcionários públicos, os médicos, os advogados, os engenheiros, os bancários e os comerciários. Mas agora todas essas profissões correm o risco de

serem extintas. Um dos nossos maiores temores é a percepção de nossa redundância em relação às máquinas. Ter um emprego passou a ser um privilégio e, por isso, os que ainda os têm passaram a ter de trabalhar muito mais horas por dia, sob ameaça permanente de demissão.

A diminuição do trabalho, muscular ou mental, seria comemorada nas sociedades antigas ou medievais. Na Idade Média as pessoas só trabalhavam parte da semana e metade do ano. Nessa época, a possibilidade de trabalhar menos era sempre um alívio bem-vindo. No entanto, no mundo contemporâneo a diminuição do trabalho se tornou, paradoxalmente, um fantasma temível. Caminhando na direção inversa do que seria esperado, todos desejam trabalhar, ter um emprego. A criação de vagas passou a ser comemorada e se tornou moeda de troca na política. Para se eleger, um político precisa sempre prometer a criação de empregos.

A mecanização do trabalho muscular, iniciada no século XVIII, eliminou grande parte do trabalho físico. Máquinas substituíram os músculos na indústria, causando a perda de milhares de empregos.

A partir da metade do século XX, as novas tecnologias, como a inteligência artificial e a robótica, que também chamo de hipertecnologias, abriram novas perspectivas. Computadores começaram a realizar operações mentais, que antes eram exclusividade dos seres humanos. Robôs, antes com uma presença incipiente nas indústrias, começaram a ser implantados em larga escala nas linhas de montagem.

Tradicionalmente, a inteligência artificial é definida como uma tecnologia, cujo objetivo é desenvolver dispositivos para realizar operações mentais e resolver problemas complexos de forma automática. Em outras palavras, a inteligência artificial (que daqui em diante também abrevio por IA) visa construir máquinas que resolvam problemas, cuja solução requer inteligência. Não sabemos o que é inteligência, mas podemos reconhecê-la em outros seres humanos, nos animais e também nas máquinas.

Existe uma profusão de dispositivos inteligentes, desde máquinas para jogar xadrez, realizar cálculos de engenharia e muitas outras atividades. Essas máquinas inteligentes participam tanto de nossa vida cotidiana e se tornaram tão corriqueiras que são quase imperceptíveis, isto é, deixamos de notá-las como algo especial.

Nos últimos anos, um grande salto tecnológico, ainda pouco visível, está ocorrendo: a aliança entre a inteligência artificial e a internet. Até pouco tempo, a ideia que predominava entre os pesquisadores era a de que uma inteligência igual à humana surgiria em um dispositivo específico, capaz de gerar uma mente própria e, eventualmente, se tornar consciente. Tudo dependeria do desenvolvimento de máquinas com grande poder computacional, da ampliação de seus bancos de memória e do aperfeiçoamento dos *softwares*.

Em 2016, a Microsoft, a Amazon, a IBM, a DeepMind, o Google e o Facebook anunciaram uma parceria para desenvolver pesquisas em inteligência artificial. Essa associação de empresas gigantes foi um dos fatores que contribuiu para uma mudança na concepção do que deveria ser uma inteligência artificial. A nova ideia é que a IA será uma inteligência em rede que não surgirá de uma máquina específica. A inteligência será uma *commodity* na forma de um fluxo de dados fornecido por algumas empresas, como já ocorre com a água, a energia elétrica e os serviços de telefonia. Como a internet, ela estará em toda parte e em nenhuma parte. O desenvolvimento da nova IA incluirá, também, o esforço colaborativo, muitas vezes involuntário, de todos que utilizam a internet. Nessa nova arquitetura, seremos parte de uma inteligência criada coletivamente, na qual cada ser humano agregará constantemente novas informações, contribuindo para que ela se expanda e se mantenha sempre atualizada. A nova IA é dinâmica e interativa.

O BIG DATA, ou seja, o processamento de quantidades massivas de dados, tem um papel decisivo nesse processo. O cruzamento de informações de bancos de dados gigantescos,

sensores, imagens, vídeos, torres de celulares, câmeras nas ruas e em outros lugares públicos, *cookies* da *web*, dicionários *online* e a Wikipédia também estão colaborando para o desenvolvimento dessa nova inteligência artificial.

A nova inteligência artificial se baseia no desenvolvimento de *softwares* que aprendem e, também, no aperfeiçoamento das redes neurais. Esses novos *softwares* são capazes de se reprogramar a partir de dados disponíveis na internet e dos rastros digitais que deixamos ao usarmos mecanismos de busca, escrever e-mails, usar o WhatsApp, as redes sociais, consultar *sites* ou fazermos compras *online*. A pesquisa sobre algoritmos de aprendizado avançou nos últimos anos e sugere que, em princípio, esses *softwares* poderão desenvolver uma inteligência que pode se igualar ou até mesmo superar a inteligência humana.

Muitos futuristas, profissionais ou amadores, passaram a apostar na nova IA e descrevem um mundo no qual a robotização e as impressoras 3-D reconfigurarão a indústria, acabando com as linhas de montagem e o chão de fábrica. Para eles, estamos separados apenas por algumas décadas de um futuro no qual a articulação entre novas tecnologias, como a robótica e a inteligência artificial, reunirá todas as condições necessárias para que tenhamos uma vida saudável, próspera e sem o fardo do trabalho.

Será que essa aliança entre inteligência artificial e a internet, aliada à robotização e as impressoras 3-D, levará à extinção dos empregos e à substituição completa do ser humano por máquinas? O que acontecerá quando impressoras 3-D forem usadas para produzir outras impressoras 3-D? Ou forem usadas para produzir robôs?

Não sabemos o que vai acontecer. O fim do trabalho tem sido uma profecia recorrente, formulada por economistas e filósofos. Mas ela nunca se concretizou. No decorrer da história, o trabalho se modificou e se reorganizou. Muitas invenções foram criadas e abandonadas, algumas foram readaptadas. Muitas profissões também desapareceram e, no lugar delas, surgiram outras.

A máquina de escrever e os navios a vapor foram aposentados. Mas a bicicleta nunca foi abandonada, apesar da invenção do automóvel. Ela foi readaptada e continuamos a usá-la. Os moinhos de vento foram readaptados e agora são geradores eólicos de eletricidade. A profissão de acendedor de lâmpões de rua foi definitivamente extinta com a chegada da eletricidade. Com a implantação da rede elétrica nas cidades surgiu a profissão de eletricista, que gerou milhares de empregos. A partir da metade do século passado uma nova profissão surgiu: a de programador de computador, que hoje em dia emprega milhões de pessoas.

A consultoria McKinsey & Company prevê, para os próximos anos, que os empregos na agricultura, na manufatura, no varejo e na construção civil tendem a desaparecer. O que ocorrerá quando pudermos escanear nossos pés e imprimir sapatos feitos sob medida? E quando impressoras 3D conseguirem imprimir uma casa em 24 horas, ao custo de 10 mil dólares?

A substituição do trabalho físico já está sendo assimilada pela maioria das sociedades. Ela preocupa, mas não é mais tão assustadora. Milhares de empregos tradicionais e os estilos de vida gerados por essas formas de trabalho estão em extinção. Contudo, a questão que enfrentamos hoje em dia é saber se aceitaremos a extinção dos médicos, advogados, engenheiros, jornalistas, economistas, contadores, gerentes e outras profissões qualificadas que, em geral, são exercidas por pessoas da classe média. Será que essas profissões terão um destino semelhante à dos bancários, por exemplo? A automação bancária levou, em poucas décadas, a uma diminuição drástica do número de empregos nessa profissão, achatou definitivamente os salários e enfraqueceu os sindicatos.

A tentativa de automatizar o trabalho de vários tipos de profissionais liberais decorre, em grande parte, da falência do ensino superior. Nos últimos séculos, acumulamos muito conhecimento e expandimos nossa capacidade de estocá-lo por meio de vários tipos de dispositivos de memória exterior, desde os livros impressos até as nuvens de dados. No entanto, a capacidade de retransmitir o

conhecimento para as gerações posteriores continuou estagnada. As escolas lutam para melhorar suas técnicas de ensino, mas tudo se passa como se estivéssemos apostando corrida com um avião.

Os novos profissionais não sabem o suficiente, estão sempre desatualizados e estão perdendo a capacidade de se orientar e encontrar caminhos nos gigantescos bancos de dados gerados nas últimas décadas, que são alimentados diariamente. Nunca se investiu tanto em educação como no século XX e nunca os resultados de investimentos em educação foram tão decepcionantes. O pressuposto de que investir em educação é a solução para os desafios das sociedades contemporâneas já não é mais aceito de forma unânime. Mas será que a versão digital de nossos profissionais liberais será melhor e mais eficiente do que sua versão tradicional, baseada na aprendizagem escolar?

A automação total é, hoje em dia, uma promessa divulgada com muita facilidade pela mídia. Essa previsão se baseia em dados e tendências do presente. Mas a adoção e a expansão de uma tecnologia não dependem apenas de sua invenção e, por isso, o futuro se mantém invulnerável à nossa imaginação. Talvez caminhemos em direção a reunir todas as condições necessárias para nos livrarmos do trabalho. Mas, como argumento neste livro, é preciso também reunir condições suficientes para isso. Como tudo, a tecnologia acontece na história. As novas tecnologias precisam ser implementadas, o que, até agora, está ocorrendo em um ritmo muito mais lento do que se esperava.

Há pessoas que declaram que são a favor da tecnologia e outras que são contra. As tecnologias seduzem porque nos trazem comodidade e tornam a vida mais suportável em um ambiente inóspito como nosso planeta. Muitas pessoas lambem os beiços diante das novas possibilidades abertas pela tecnologia. Elas cultuam as ferramentas tecnológicas, estão sempre em volta delas, para trabalhar, se divertir ou para mantê-las em funcionamento.

Há utopias entusiasmadas e distopias cinzentas e sombrias. Há encanto mágico com a tecnologia e também desencanto

nostálgico. A catástrofe futura ou um amanhã reluzente são as duas faces de uma mesma moeda. Defender unilateralmente uma dessas posições antagônicas seria entrar em um jogo que, até agora, tem orientado as discussões sobre o futuro da tecnologia como se estivéssemos em uma luta do bem contra o mal, típica dos seriados americanos. No jogo turbulento da história, o menos provável é o que sempre acontece. O futuro é opaco. Mas vale a pena arriscar. Podemos explorar algumas franjas do presente. Como observou Woody Allen, até um relógio quebrado marca a hora certa duas vezes ao dia.

Por um lado, há o discurso enrustido das ciências humanas, que ataca a tecnologia da mesma forma que os xenófobos rejeitam os imigrantes. É um discurso conservador, cuja motivação encoberta é a valorização religiosa da espécie humana, quase sempre baseada no pressuposto de que por sermos únicos, somos também especiais e, por isso, insuperáveis. Por outro lado, há o deslumbramento dos jovens talentos do Vale do Silício que, embora decadente, ainda atrai muitas *startups* de visionários. A maioria desses jovens transferiu a crença religiosa na salvação para os poderes da tecnologia e da ciência. Eles acreditam em um progresso ilimitado, em recursos naturais inesgotáveis e em um crescimento econômico infinito.

Os profetas da tecnologia projetam um futuro no qual viveremos uma idade de ouro, no qual as máquinas serão capazes de inventar outras máquinas mais inteligentes que os seres humanos. Esse momento histórico é definido por eles como a “singularidade”. Outros profetas, como os transumanistas, sustentam que a aliança entre a inteligência artificial e a biotecnologia levará a um aperfeiçoamento do ser humano, tornando-o mais adaptado ao ambiente tecnológico que ele criou.

Alguns transumanistas acreditam que, no futuro, poderemos atingir a imortalidade, por meio do *upload* de nosso cérebro na internet (e por que não o *download* em corpos renovados?) ou por meio de técnicas heterodoxas, como o transplante de cabeça

recentemente anunciado pelo neurocirurgião italiano Sergio Canavero. Ideias bizarras como *upload* do cérebro na internet – uma paródia científica da desencarnação – ou a cirurgia imaginada por Canavero contribuem para aumentar a fé nos poderes ilimitados da tecnologia, que assegura, para muitas pessoas, uma tranquilidade alienante.

Para outras pessoas, mergulharemos em uma catástrofe, na desigualdade com pobreza extrema, no racismo, e na destruição ambiental. Para elas, o que nos aguarda é um mundo parecido com o do escritor britânico E.M. Forster (1879-1970) que, em um conto publicado em 1909, “A máquina para”, profetizou a invenção de algo parecido com a internet. O mundo previsto por Forster é aterrador. Nele, a humanidade depende inteiramente da tecnologia para sobreviver e vive em casulos no subsolo, conversando por meio de tubos falantes ou monitores. Outras distopias, como o clássico *Neuromancer* (1984), de William Gibson, e o filme *Blade Runner* (1982), de Ridley Scott, mostram um cotidiano deteriorado, típico do ambiente *cyberpunk*.

Alguns filósofos do século passado, como Herbert Marcuse (1898-1979), assumiram uma posição radical contra a tecnologia. Marcuse afirmou que a tecnologia está diretamente ligada aos horrores do nazismo, que foi o ápice da “manipulação do poder inerente à tecnologia”¹. É inegável que a tecnologia tem um aspecto político. Mas não concordo com Marcuse. Não acredito que a tecnologia possa ser reduzida a um instrumento da política. Mas também não aceito a tese simplista de que é o uso da tecnologia que a torna boa ou má. Hoje em dia, qualquer pesquisador tem condições de refletir sobre as consequências éticas e políticas da tecnologia que ele está desenvolvendo.

Penso que declarar-se a favor ou contra a tecnologia já não faz nenhuma diferença. Fomos atropelados por ela. A maior revolução de todos os tempos foi realizada sem nenhuma violência física, sem

¹ Marcuse, H., 1998.

nenhum combate armado. Perdemos a capacidade de controlar nossa informação pessoal. Em nome da segurança e do combate ao terrorismo, nossos dados pessoais passaram a pertencer ao Estado e a algumas empresas, em uma mescla na qual o público e o privado se confundem. Vivemos um totalitarismo digital.

As 14 empresas tecnológicas principais e suas plataformas reúnem os dados de 4 bilhões de usuários da internet o tempo todo e em todas as partes do planeta. Uma IA poderosa monta os nossos perfis, deduz quem somos e o que faremos a seguir. É uma mina de ouro para os serviços de segurança, polícia e governos, além de impulsionar o *marketing* e os negócios em geral.

O próximo passo é a Internet das Coisas ou IoT (Internet of Things), também chamada pela Cisco como “Internet de Tudo” e pela GE como “Internet Industrial”. A ideia é fornecer um endereço de internet a todos os objetos e também equipá-los com sensores. As coisas se transformarão em um tipo de mídia, capaz de gerar informação e se comunicarem entre si, independentemente da intervenção humana. Esse mundo altamente conectado, combinação de imensas quantidades de dados com milhões de objetos, otimizará os processos industriais que, por se tornarem mais eficientes, reduzirão custos e contribuirão para a preservação do ambiente. Os defensores da IoT sustentam que a produção industrial será totalmente automatizada e dispensará o monitoramento humano. É o sonho da automação total.

Será que a nova inteligência artificial, a robótica e a Internet das Coisas levarão à extinção do trabalho? Ou apenas à sua reconfiguração tecnológica? Será que a perda da privacidade será compensada pela diminuição do trabalho e pela prosperidade que resultará dessas novas tecnologias?

Não acredito que o trabalho vai acabar. Enfrentamos, cada vez mais, um desemprego não apenas temporário mas estrutural, o que significa que, nos próximos anos, metade da população apta a trabalhar não terá qualquer ocupação durante toda sua vida. Um estudo realizado em 2013 pela Oxford Martin School estima que

50% dos empregos podem ser automatizados nos próximos 20 anos. Essa média mundial se aplica também ao Brasil. É uma situação trágica. Contudo, penso que é uma ilusão acreditar em uma escalada infinita da tecnologia que eliminará todo o trabalho, como sugerem todos os dias alguns vídeos postados *online*. Se essa tecnologia se concretizar, não saberemos se ela será uma bênção ou uma maldição. Por enquanto, a presença humana, necessária para monitorar as tecnologias, ainda não permitiu superar o estágio da semi-automatização. Por isso, é cedo para afirmar que podemos dispensar o trabalho humano. Estamos soltando os fogos antes da procissão começar.

O trabalho não acabará, mas a *era do trabalho* está desaparecendo. O trabalho não é mais um caminho para a realização pessoal. Teremos de encontrar outras formas de nos situar no mundo e de encontrar sentido na vida. Se o homem produz o homem, não é mais por meio do trabalho que isso ocorre, como se acreditava no século XIX. O trabalho não definirá mais a identidade das pessoas e seu *status* na vida.

No mundo contemporâneo, pobres e ricos trabalham. O trabalho e a remuneração são hierarquizados de acordo com a qualificação das pessoas. Mas com a automação, esse quadro está começando a mudar. Trabalhar significa preencher as lacunas do que não pôde, ainda, ser automatizado. Por isso, o trabalho está se tornando uma atividade descontínua e fragmentada.

A precarização do trabalho, também chamada de “uberização”, força uma revisão de ideias tradicionais, como a de profissão e de carreira. No século XXI, as pessoas tenderão a trabalhar por tarefas, a ter profissões provisórias e também uma fonte adicional de renda, dirigindo para o Uber e alugando quartos de sua casa pelo Airbnb. Haverá pessoas que só trabalharão esporadicamente ou sazonalmente, usando aplicativos desse tipo.

As novas gerações, tanto no mundo desenvolvido quanto nos países em desenvolvimento, estão sofrendo os efeitos da precarização do trabalho, embora por causas diferentes. Nos países

pobres, o trabalho braçal e temporário é uma opção para os empreendedores não terem de comprar máquinas caras. Na Europa, os jovens vão dirigir tuque-tuques para turistas porque não há empregos. Nos Estados Unidos, trabalho e renda estão cada vez mais dissociados.

Essa fragmentação do trabalho significa também o fim do emprego regular e da nossa divisão habitual do dia, que estabelece horários para trabalhar e para descansar. A regularidade semanal do trabalho está praticamente desaparecendo e as pessoas estabelecem seus dias de descanso (quando conseguem) independentemente dos finais de semana.

O fantasma da automação total intensificou o temor do desemprego, como se fosse uma espada balançando sobre a cabeça das pessoas que ainda conseguem trabalhar. Futurólogos e consultores preveem o fechamento de muitos postos de trabalho. A profecia não se realiza, e a pressão sobre as pessoas empregadas aumenta. Certamente, a substituição do homem pela máquina levou ao fechamento de muitos postos de trabalho. Mas ela precisa ser compreendida como parte de uma revolução digital que gerou outros fatores que também contribuíram para o aumento do desemprego e a precarização do trabalho.

Com a revolução digital na medicina veio a superpopulação e a longevidade. A queda nos números da mortalidade infantil, sobretudo nos países em desenvolvimento, produziu uma superpopulação. E, com a superpopulação, veio o aumento da oferta de mão de obra, uma das causas principais da “uberização”. Com a longevidade, veio o prolongamento da vida profissional, que retarda a abertura de novos postos de trabalho para as gerações seguintes.

A automação e a robotização levam a uma diminuição na arrecadação de impostos e contribuições previdenciárias que se originam do trabalho. Como um animal que devora sua própria cauda, a tecnologia, que produz a longevidade, não contribui para financiá-la. Em muitos países, os sistemas previdenciários públicos enfrentam crises. Nos países desenvolvidos, ao contrário do que

ocorre no resto do mundo, a população jovem, economicamente ativa, diminuiu, o que também contribui para a diminuição das contribuições previdenciárias.

Superpopulação e longevidade são temas importantes que requerem discussão, mas enfrentam tabus religiosos e bioéticos. São esses fatores, presentes na revolução digital que, somados aos desenvolvimentos da inteligência artificial e da robotização, estão levando à reorganização do trabalho e, frequentemente, ao desemprego. Parece que tudo se encaminha em direção a uma tempestade perfeita.

Penso que um dos melhores caminhos para entendermos a natureza da tecnologia é retratar suas origens históricas. Muitos filósofos da tecnologia afirmam que ela é tão antiga quanto o homem. Eles argumentam que foram as ferramentas encontradas junto com fósseis de esqueletos humanoides que permitiram identificá-los como restos de seres humanos. Mas não sabemos se a tecnologia é algo inerente ao homem, como sugeriu o filme *2001 – Uma Odisseia no Espaço* (1968), de Stanley Kubrick, ou se ela é apenas um acidente de percurso na história da humanidade, que, em seguida, como se fosse uma imensa bola de neve, se agigantou nos últimos séculos.

Na Antiguidade, os gregos inventaram a soldagem de ferro, o fole, o torno e a chave. Os romanos inventaram o cofre, o aqueduto, o vidro soprado, o cimento, os esgotos e o moinho de água. Na Idade Média, a melhoria dos moinhos de água e de vento aumentou o fluxo de madeira, de farinha e aperfeiçoou a drenagem. Os medievais inventaram o arado com rodas que revolucionando a agricultura. A Idade Média foi a única era do mundo cristão na qual não houve escravidão e na qual os trabalhadores braçais estavam sendo substituídos por máquinas sem o temor do desemprego. Mas havia uma diferença fundamental em relação ao mundo contemporâneo: não se atribuía à tecnologia um papel central na produção da riqueza nem na organização da sociedade. Em outras palavras, os habitantes

do mundo medieval não davam muita importância para a tecnologia.

A tecnologia, no sentido moderno da palavra, só começou a se desenvolver a partir do século XVII, com o projeto de mecanização do mundo e com o sonho de substituir os homens por máquinas nas tarefas estúpidas e repetitivas do dia a dia da indústria. A tecnologia foi, progressivamente, se colocando no centro de tudo que fazemos. No entanto, ela se apresentava como se não pressupusesse uma filosofia e como se não ocultasse uma visão de mundo singular que até hoje a situa como a conquista mais importante da civilização moderna.

A mecanização do mundo, sonho do filósofo francês René Descartes (1596-1650), se tornou a matriz das tecnologias que se desenvolveram nos séculos seguintes. A Revolução Industrial, que se iniciou no século XVIII e se consolidou no século XIX com a invenção da máquina a vapor, aprofundou a mecanização e a automação. A mecanização se reflete na organização social disciplinada, na padronização dos produtos e dos modos de agir e de pensar.

Foi da filosofia de Descartes e de sua concepção do cosmo, do tempo e das relações entre mente e corpo que se originou o grande projeto de digitalização iniciado na metade do século passado. Com ele, vieram os computadores digitais inventados pelo matemático inglês Alan Turing (1912-1954), pai da ciência da computação e da inteligência artificial. No final do século passado foi inventada a internet.

A internet é o maior labirinto que o homem construiu. Ela pode ser concebida como um cérebro gigantesco, no qual cada um de nós faz o papel de um neurônio. No cérebro, bilhões de neurônios trocam mensagens químicas da mesma forma que trocamos e-mails e nos comunicamos por aplicativos o tempo todo. Mas, a cada um desses neurônios, que corresponde a uma pessoa, está ligado outro labirinto, o do cérebro de cada um, que também tem bilhões de neurônios dentro dele.

Com a invenção da internet, tudo se tornou digital. Quase todas as atividades humanas passaram a ser mediadas, direta ou indiretamente, por algum tipo de tela ou monitor conectado a uma máquina digital.

No século XXI, ingressamos em uma das últimas etapas do projeto de digitalização do mundo, a *datificação*. Nessa fase, nos tornamos totalmente dependentes da internet, que passa a determinar nosso modo de viver e de conhecer o mundo. Não há mais descobertas científicas. Nem novas teorias científicas. Não exploramos mais o mundo, mas apenas os dados que temos sobre ele. A ciência refluí e se torna pós-ciência. Tudo passa a se referir ao homem e a suas tecnologias. Nada pode ser mais reconfortante e, ao mesmo tempo, mais assustador do que, ao olharmos para todos os lados, só encontrarmos a nós mesmos no mundo.

Essa é a fase da conquista da Terra pelo homem, da extinção em massa das outras espécies e da alteração radical do meio ambiente. É a era do Antropoceno, uma era geológica na história da Terra na qual os seres humanos são a força ecológica predominante. O *homo sapiens* se espalhou por todos os cantos do planeta e se tornou a espécie mais invasora de todos os tempos.

Nunca uma espécie conseguiu mudar a ecologia global e produzir tantos danos ambientais como o homem. A expansão da tecnologia, principalmente após o século XVIII, teve um papel fundamental no agravamento dos problemas climáticos, iniciando o lento, mas sempre progressivo, aumento da temperatura no planeta. Por isso, questões que envolvem o futuro da tecnologia e o futuro ambiental da Terra não podem ser dissociadas.

O Antropoceno força um momento existencial de decisão. Devemos apostar ainda mais na tecnologia e esperar que ela encontre uma solução para o problema ambiental? Ou devemos tentar interromper a história das sociedades contemporâneas que caminham para sua autodestruição?

O desastre ambiental já atinge a economia. Recentemente, a Coca-Cola teve sua licença de produção suspensa na Índia, um

imenso mercado para a venda de refrigerantes. A falta de água, resultado de secas globais, inviabilizaram a operação da Coca-Cola no continente indiano.

Não é por acaso que a tecnologia e as políticas inspiradas nela se tornaram os alvos principais da controvérsia política, uma arena na qual tudo é debatido, desde o aquecimento global até os perigos dos alimentos geneticamente modificados, passando pelos riscos das vacinas em crianças e a sustentabilidade da economia do petróleo. Os problemas tecnológicos, bioéticos e ambientais sequestraram a agenda da filosofia.

Nesse novo contexto, a tecnologia é convocada a exercer um novo papel. Ela já não pode ser apenas mais uma aliada da indústria e promover interesses econômicos pragmáticos da economia pela invenção e produção de máquinas. A tecnologia tem de resolver os problemas que, segundo os ecologistas e os historiadores, foi ela mesma quem criou. Em outras palavras, espera-se da tecnologia uma solução tecnológica para os problemas ambientais que ela criou. O problema é que todas as tecnologias consomem energia e, por isso, elas podem se transformar em um dragão que devora sua própria cauda. O suprimento de energias limpas e renováveis ainda é um problema para a implantação das novas tecnologias em larga escala. Como gerar energia limpa para mover indústrias robotizadas, carros autônomos, caminhões, aviões e drones?

Não sabemos se nosso futuro será uma utopia tecnológica. Ou uma distopia melancólica. Nas discussões atuais sobre inteligência artificial e robótica, o sucesso desse projeto no futuro tem sido considerado, até agora, uma premissa indiscutível. Para muitos filósofos, sociólogos e pesquisadores da inteligência artificial e das novas tecnologias do século XXI, a utopia tecnológica está ao alcance do homem e, para se concretizar, depende apenas da nossa vontade de melhorar o mundo. Mas essa premissa pode ser um equívoco. A tecnologia pode não ser capaz de superar suas dificuldades. A engenhosidade humana é imensa, mas não infinita. O sonho de

Prometeu pode acabar como o de Ícaro, que queria deixar Creta voando e acabou caindo no mar Egeu.

Um dos grandes desafios para a expansão da tecnologia tem sido a onda crescente de falhas e defeitos de nossos computadores e da internet que ocorrem todos os dias. São essas falhas que nos lembram e relembra o fato de que vivemos uma estranha e arriscada simbiose com as máquinas que nos cercam. Parece inevitável percebermos, cada vez mais, que nossa tecnologia é intrinsecamente defeituosa.

Hoje em dia, acreditamos que as máquinas são as grandes estabilizadoras das sociedades. Por isso, garantir o funcionamento das tecnologias digitais se transformou em uma tarefa prioritária. Os meios se sobrepuseram aos fins. A organização das sociedades complexas se sobrepôs ao bem-estar de seus habitantes. Passamos a acreditar que o bem-estar depende dessa organização e, por isso, precisamos cuidar da tecnologia muito mais do que de nós mesmos. A tecnologia se tornou mais importante do que os motivos pelos quais ela foi inventada, transformando-se em uma prioridade para si mesma.

É preciso garantir que nossos computadores, nossas estradas e aeroportos se mantenham em funcionamento. A eficiência é uma prioridade e, hoje em dia, acredita-se que ela só pode ser obtida por meio da tecnologia. Por isso, manter os sistemas de informação funcionando ininterruptamente é fundamental.

As estratégias para prevenir falhas requerem acréscimo de mais tecnologias às existentes. No entanto, elas geraram novas possibilidades de falhas e panes. A tecnologia se tornou superdimensionada, e agora sofre com a possibilidade de se desorganizar ainda mais, pois surgem novos tipos de falhas e panes, que também tendem a se tornar incontrolláveis e que poderão exigir novas técnicas de controle, em uma espiral interminável.

A frequência com que ocorrem as falhas torna imprescindível o monitoramento diário de todos os sistemas de informação. Penso

que esse é um dos principais obstáculos para o sonho de automação completa.

Mas há ainda outros desafios. Precisamos conviver com ciberataques cada vez mais frequentes e devastadores. Precisamos lidar com as distorções cognitivas e com os transtornos psicológicos produzidos pelo uso excessivo da internet. As redes sociais se tornaram os maiores produtores de poluição mental, superando até as religiões tradicionais. Será necessário, também, contornar as resistências culturais para que as sociedades aceitem a implementação de novas tecnologias como a inteligência artificial e a robótica.

A reorganização da economia também pode ser um obstáculo para a implementação das novas tecnologias. Historicamente, a tecnologia, que até então tinha sido a grande aliada do capitalismo, passou a subvertê-lo ao exigir transformações sociais e econômicas em um ritmo mais acelerado do que as economias mundiais podem suportar. Essa reorganização implica em um redimensionamento e, em muitos casos, em um desmanche de tecnoestruturas já existentes.

Não sabemos se as novas tecnologias contribuirão para o resgate de um planeta sustentável e ecologicamente viável. Ou se elas serão um dragão que devora sua própria cauda. Cada nova invenção gera novos problemas, que requerem novas pesquisas e mais inovações que, por sua vez, causarão novos problemas. Será que cada nova tecnologia cria mais problemas do que resolve? Talvez o sonho de Descartes nunca se realize. Talvez tenha se transformado em um pesadelo. Mas como o sonho de algumas pessoas se tornou o pesadelo de outras?

Capítulo I

O sonho de Descartes

Os computadores ainda não são muito inteligentes, mas dominam o mundo. O mundo foi mecanizado, digitalizado e formatado em dados. Todos estão ligados. Tornamo-nos dependentes da conectividade. Tudo está visível e ao alcance de todos, disponível imediatamente ao simples toque da tela de um smartphone. E, com isso, tudo foi profanado, banalizado. Não há mais segredos, nem pessoais, nem políticos ou empresariais. Todas as informações sobre tudo e todos foram hackeadas. Os empresários digitais controlam o planeta. Ingressamos na era da inteligência artificial, da pós-verdade, da pós-ciência e do temor das guerras cibernéticas. Como chegamos a essa situação?

O mundo moderno começou em 10 de novembro de 1649. Foi na madrugada desse dia que Descartes teve três sonhos consecutivos.

No primeiro sonho, ele foi aterrorizado por fantasmas que apareciam e o apavoravam e, por isso, teve de se apoiar sobre seu lado esquerdo, pois seu lado direito estava muito enfraquecido. Em seguida, sobreveio uma ventania violenta, um turbilhão que o fez girar algumas vezes sobre o pé esquerdo. Achando que perderia o equilíbrio e cairia, ele encontrou a porta de um colégio e entrou. Pensou em ir até a capela do colégio para rezar. Mas notou que alguém conhecido passara por ele e, na tentativa de voltar e cumprimentá-lo, foi repellido pelo vento. Havia outra pessoa no pátio do colégio que lhe disse que um certo senhor N tinha algo para lhe dar. Imaginou que seria um melão. Contudo, continuou atônito

ao ver que as pessoas que se reuniam para falar em volta do homem que estava no pátio estavam eretas e ele, Descartes, cambaleava. O vento ameaçava derrubá-lo.

No segundo sonho, Descartes foi atormentado por trovões e faíscas incessantes. Ele se assustou, acordou e viu que seu quarto estava cheio de fagulhas flamejantes.

No terceiro, encontrou um livro sobre a mesa que parecia ser uma enciclopédia. No mesmo instante, ele encontrou um livro de poemas e, abrindo-o, deparou-se com um verso que dizia: “que rumo na vida devo seguir?”. Um homem estranho apareceu e lhe deu um verso que dizia “sim e não”. Ele correu de volta para uma das pontas da mesa, na qual achara o livro que julgava ser uma enciclopédia, mas verificou que ele estava incompleto.

Descartes foi um dos fundadores do pensamento moderno. Sua filosofia, o cartesianismo, é uma narrativa sobre nosso lugar no universo, nossa relação com o mundo físico, com os animais, plantas e máquinas. Uma narrativa que, em grande parte, dura até hoje, embora isso muitas vezes passe despercebido.

Descartes acreditava que seus três sonhos foram premonitórios. Os sonhos, para ele, eram indício de que ele deveria dedicar sua vida a reformar a ciência e a filosofia da sua época.

Lembro-me de ter escrito uma descrição minuciosa desses sonhos em uma carta que enviei a um psicanalista, pedindo para interpretá-los. Ele não os reconheceu como sendo os sonhos de Descartes. Estranhei essa atitude, pois Freud examinou esses sonhos em 1929, em uma carta-resposta a uma consulta que lhe foi encaminhada por Máxime Leroy (1873-1957), um sociólogo e jurista francês muito conhecido no século passado que, na época, estava escrevendo um livro sobre Descartes.

Descartes foi médico, matemático, geômetra e filósofo. Como médico, descobriu o comportamento reflexo que se tornou, séculos mais tarde, uma ideia central para a psicologia. Em uma carta que escreveu em 1630, Descartes sugeriu que se chicoteássemos um cão algumas vezes ao som de um violino, ele começaria a uivar sempre

que ouvisse novamente a música. Esse tipo de associação foi retomado séculos mais tarde pelo fisiólogo russo Ivan Pavlov (1849-1936), que a chamou de reflexo condicionado. Pavlov abriu caminho para os estudos sobre o comportamento animal no século XX por psicólogos que aperfeiçoaram a ideia de reflexo condicionado. Os adestradores de cães domésticos ainda se servem dessa ideia para treiná-los de modo a se adaptarem à convivência humana.

O legado filosófico e científico de Descartes é extenso. Ele escreveu vários livros e manteve uma intensa correspondência com filósofos e cientistas da sua época. Algo impressionante se considerarmos, entre outras coisas, que Descartes levou uma vida quase nômade e mudou de casa várias vezes, estabelecendo-se em países diferentes. Nascido em La Haye, na França, em 1596, durante os 54 anos de sua existência Descartes vagou por diversos países da Europa até falecer em Estocolmo, na Suécia, em 1650.

Um de seus destinos favoritos era a Holanda, um país receptivo a novas ideias no qual havia um clima de liberdade acadêmica. Mas alguns historiadores, como Frédéric Pagès, chegaram à conclusão que Descartes frequentava Amsterdã para fumar maconha, pois as drogas não eram proibidas na Holanda. Ele teria sido um dos primeiros narcoturistas da história². Um nobre francês com uma vida curta. Um nobre que, nos retratos, sempre aparecia com olhos melancólicos. Aos dez anos foi enviado para o colégio interno jesuíta de La Flèche. Como era considerado uma criança doente, foi-lhe dado o privilégio de acordar tarde. Durante toda a sua vida, manteve o hábito de acordar em torno do meio-dia.

Mas foi precisamente por ter de alterar esse hábito, quando foi para a Suécia, que Descartes faleceu. Descartes morreu por ter de se levantar cedo. Um dos caprichos da rainha da Suécia, que o tinha contratado para ensinar filosofia, era que suas aulas fossem às 5 horas da manhã. Todas as madrugadas ele atravessava de tremó a gélida e escura Estocolmo para chegar ao palácio real. Em poucas

² A hipótese é de Pagès, 1999, após estudar a correspondência de Descartes.

semanas, Descartes adoeceu gravemente. Seus pulmões não resistiram a tanto frio; veio a febre alta, a pneumonia e, logo em seguida, a morte.

Descartes promoveu uma revolução na filosofia. Ele mudou radicalmente os temas com os quais se ocupava a reflexão filosófica que, até então, estava voltada para a teologia, ou seja, para a discussão e comentário dos textos sagrados da doutrina cristã. A partir da obra de Descartes, o conhecimento, a mente, a subjetividade e a consciência passaram a ser as questões centrais da filosofia.

Em sua obra filosófica mais importante, as *Meditações Metafísicas*, publicada em 1641, Descartes acreditava ter demonstrado a existência da mente, que ela é separada do corpo, e que suas propriedades são incompatíveis com as da matéria. Mente e corpo (matéria) são substâncias diferentes. Essa posição é chamada, na filosofia da mente contemporânea, de dualismo de substâncias.

Descartes viveu em uma época parecida com a atual. Havia muitos boatos, falsos oráculos, falsos profetas e fofocas que instigavam uma guerra de todos contra todos. Novas ciências e novas tecnologias, com a promessa de um mundo novo, estavam despontando. Mas havia também muita incerteza e desesperança. Havia fanáticos religiosos, céticos e ateus. Havia também guerras e instabilidade política.

Na primeira metade do século XVII ocorreu a Guerra dos Trinta Anos, que durou de 1619 a 1648. Entre 1618 e 1688 houve guerras na Espanha, França, Suécia, Polônia, Holanda e Inglaterra. Milhões de pessoas foram mortas. Mais de 120 mil povoados na Europa foram saqueados e destruídos. Bandos armados se aproveitaram da situação e assaltaram castelos e viajantes.

No entanto, um grande reflorescimento intelectual se iniciava. A Idade Média tinha sido uma longa recessão econômica que deixou a Europa, por séculos, muito empobrecida. A ciência, a matemática e a filosofia se desenvolviam. Como cidadão do início do século XVII,

Descartes estava dividido entre a visão medieval do mundo, que esmorecia, e o admirável mundo novo do Renascimento, que estava a caminho. Um mundo desaparecia, mas outro ainda não tinha surgido.

A revolução científica já tinha começado. A imagem do universo estava mudando radicalmente. No início do século XVI, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) contestou a crença de que a Terra se encontrava fixa no universo e defendia a tese de que o Sol se mantinha imóvel no centro. A Terra e os outros planetas giravam em torno do Sol. O livro no qual Copérnico defendia esse ponto de vista, *De revolutionibus orbium coelestium* foi publicado em 1543, um ano após sua morte.

A descoberta de Copérnico teve um efeito maior do que o esperado. O seu modelo contrariava a observação comum que sempre sugeriu que o Sol girava em torno da Terra. O modelo de universo proposto pelo astrônomo grego Ptolomeu (100d.C. – 168 d.C.), o antecessor de Copérnico, era muito diferente. Ele não rompia com a informação que vinha dos sentidos, um desafio que a ciência moderna teve de enfrentar.

No modelo astronômico de Ptolomeu, a Terra ocupava um lugar central no universo e estava rodeada por globos opacos e transparentes, uns sobre os outros, os maiores em cima, os menores abaixo. Havia um corpo luminoso afixado a cada sete esferas celestes. Começando pela Terra, a ordem das esferas era primeiro a Lua, depois Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Depois de Saturno estavam as estrelas fixas, pois sua posição não mudava. Para além das estrelas fixas havia uma esfera chamada Primeiro Motor. O universo de Ptolomeu era finito e, por isso, acreditava-se que se um homem pudesse viajar para o alto a uma velocidade de 65 quilômetros por hora, ele levaria 8 mil anos para chegar às estrelas fixas.

Antes da invenção do telescópio, a astronomia era baseada na observação a olho nu. Acreditava-se que as leis que regiam o movimento dos astros não eram as mesmas que governavam os

objetos na superfície da Terra. Os astros se moviam com regularidades perfeitas, que não podiam ser generalizadas para todos os objetos físicos. Essas regularidades podiam ser descritas por meio de equações matemáticas, mas o mesmo não ocorria com os objetos que se moviam na superfície da Terra.

A física era especulativa e se baseava em observações feitas a partir do senso comum. Como ainda não existia o cronômetro, era impossível medir com precisão o tempo que um objeto levava para se deslocar de um lugar a outro. Sem essa variável, era impossível descobrir as leis matemáticas que governavam o movimento dos corpos na superfície da Terra.

A grande novidade da ciência moderna foi a utilização da matemática como a linguagem universal para descrever, calcular e prever o movimento dos corpos. A física moderna é cálculo matemático. Ela é uma ruptura definitiva com o antigo método aristotélico de investigação lógico-verbal do mundo físico e, ao mesmo tempo, a aceitação definitiva de uma linguagem geométrica-matemática para descrevê-lo.

A matemática se baseia em uma razão universal, em deduções *a priori*, no raciocínio livre de experiências subjetivas. Na matemática não existem proposições em primeira pessoa. O número 271 é primo porque a realidade matemática está estruturada dessa maneira e não pelo fato de pensarmos assim ou de existir alguma propriedade da nossa mente para que isso ocorra. Por isso, uma ciência da natureza construída a partir de proposições matemáticas era garantia de uma descrição inteiramente objetiva do mundo físico.

A geometria analítica foi a maior invenção de Descartes. Ela é um sistema de coordenadas cartesianas, um gráfico com uma linha reta e outra perpendicular que nos permite descrever numericamente a posição de um ponto no espaço. A geometria analítica estabeleceu uma interface entre a álgebra e a geometria, que levou ao desenvolvimento de várias tecnologias contemporâneas.

Todas as tecnologias que envolvem telas, como a televisão, o radar, o computador, o celular e muitas outras são baseadas em coordenadas cartesianas. Os *pixels* nas telas são determinados por um par de números, suas coordenadas vertical e horizontal. A fotografia digital, as imagens e documentos que circulam pela internet e os voos espaciais também se baseiam no sistema de coordenadas cartesianas. O mundo de telas e *pixels* foi herdado da geometria analítica inventada por Descartes no século XVII.

O GPS é baseado no sistema de coordenadas cartesianas. Ele determina um ponto em termos de duas coordenadas, a latitude e a longitude, que podem ser traduzidas na localização em um mapa. Se uma nova coordenada for introduzida, a altitude, o GPS pode também orientar aviões.

As grandes invenções são, quase sempre, a descoberta de *transdutores*, ou seja, de interfaces que permitem a tradução de uma modalidade de conhecimento ou de informação para outro. A roda transforma o movimento retilíneo em circular, o volante transforma o movimento circular em movimento direcional. Um CD, quando tocado, transforma espaço em tempo. Por isso, a geometria analítica se tornou tão importante. Pois, a partir dela podemos transduzir equações em linhas e figuras geométricas. O mundo físico pode, assim, ser sistematicamente representado por meio da matemática.

O passo decisivo para consolidar a nova astronomia e a nova física ocorreu no século XVIII, com a obra de Isaac Newton (1643-1727). O modelo de universo proposto por Newton era inteiramente baseado na ideia de gravitação universal. A lei newtoniana da gravitação universal era o arquétipo de todas as leis da física. A matéria passou a ser concebida como algo inanimado, que só se movia quando fossem aplicadas forças físicas sobre ela. Essa era uma das ideias centrais da representação mecânica do universo, defendida por Newton.

A teoria da gravidade unificava, em uma só lei, o movimento da Terra em torno do Sol, o da Lua em torno da Terra, e afirmava que qualquer objeto tende a cair no chão quando largado de uma

certa altura. A mesma lei física rege os fenômenos celestes e terrestres, ou seja, as leis físicas são válidas em todas as partes do universo. A maçã que cai e a órbita dos planetas são fenômenos que podem ser explicados pelas mesmas leis. Essa unificação foi um passo importante para o desenvolvimento da tecnologia moderna, pois aproximou a física da engenharia. Ela possibilitou, também, a intervenção da ciência na tecnologia, marcando uma diferença importante com a técnica tradicional, baseada no conhecimento empírico do mundo. A tecnologia passa a ser o resultado da aplicação da ciência.

A relação entre ciência e tecnologia é recente. Até o início do século XVI, elas eram atividades separadas. Nos séculos XVII e XVIII essas relações se ampliaram. Mas foi somente no século XIX que elas se estreitaram. Governos e alguns milionários começaram a destinar recursos para financiar pesquisas em física, em biologia e em economia. Nos dias atuais, tendemos a pensar que as pesquisas científicas têm pouco sentido se não resultarem em novas tecnologias.

Da segunda metade do século XVIII ao final do século XIX, o modelo mecanicista newtoniano do universo dominou todo o pensamento científico. Ele foi comparado à imagem de um deus monárquico que regulava o mundo de cima, impondo a ele suas leis divinas. As leis fundamentais da natureza procuradas pelos cientistas eram, então, como leis divinas, invariáveis e eternas, às quais o mundo estava submetido.

Essa visão mecanicista da natureza estava relacionada com um rigoroso determinismo. A gigante máquina cósmica era vista como completamente determinada. O determinismo se baseava na aceitação do princípio de causalidade. Tudo o que acontece tem uma causa que pode ser identificada e produz um efeito definido. O futuro de qualquer parte do sistema pode ser previsto com absoluta certeza se o seu estado for conhecido detalhadamente a qualquer momento.

Descartes foi um dos grandes defensores do mecanicismo. O princípio fundamental do mundo mecânico é a causalidade, é a transmissão de forças ou impulsos através do contato físico, por engrenagens, polias, correntes ou roldanas. Era um mecanicismo rudimentar.

Descartes concebia o homem como um corpo habitado por uma mente que o controla. Embora ele tenha rejeitado a metáfora de um timoneiro controlando seu navio como explicação das relações entre mente e corpo, essa metáfora foi adotada pela maioria dos inventores de computadores e robôs no século passado. Nos computadores há, de um lado, algo que os controla e tem uma representação abstrata do mundo e, de outro, uma realidade externa, uma coleção de eventos e objetos que são observados e manipulados a partir dessa representação. Os robôs têm um controlador central ou um “cérebro” que coordena as ações de um corpo inteiramente mecânico.

Embora Descartes nunca tenha mencionado explicitamente a automação industrial, ela foi uma das principais consequências do mecanicismo. O processo de automação da indústria, paralelo ao desenvolvimento da robótica, foi precedido por uma longa história que se iniciou antes do século XVII, o século de Descartes.

No final do século XVI, o inglês William Lee apresentou o protótipo de uma máquina para fazer meias de tricô³. Era um dos primeiros projetos de automação na Europa. O projeto foi rejeitado pela rainha Elizabeth I, temendo que ele causasse desemprego. Desde seu início, a automação industrial foi marcada pelo temor de que a substituição do homem pela máquina poderia gerar desemprego em massa.

Descartes foi um dos avós da robótica e também um dos primeiros filósofos da tecnologia nos tempos modernos. No imaginário medieval, havia representações de vários tipos de autômatos, mas se acreditava que eles eram seres animados por

³ Ver Colvin, 2016.

forças divinas. A novidade proposta por Descartes foi explicar o movimento dessas criaturas por meio da mecânica, sem precisar recorrer a espíritos ou à vontade divina.

A construção de robôs floresceu no século XVII e, nessa época, eles eram construídos por relojoeiros, que fabricavam artesanalmente todas as suas peças. Mas Descartes já manifestava uma inquietação metafísica sobre o potencial dessas máquinas, que foi herdada pela inteligência artificial no século XX.

Descartes nunca acreditou no sonho dos pesquisadores da inteligência artificial do século passado, que nutriam a esperança de construir não apenas uma máquina pensante, mas também consciente. Ele sustentou que o homem nunca poderia ser inteiramente substituído por uma máquina, pois a consciência não pode ser mecanizada. Isso quer dizer que um robô pode executar todas as operações mentais realizadas por um ser humano, mas ele sempre será apenas um zumbi. Robôs não têm os indícios sutis da existência de uma consciência, como devaneios e queixas sobre experiências subjetivas desagradáveis. Séculos mais tarde, Alan Turing, o pioneiro da inteligência artificial, também pressentiu algumas dessas dificuldades no artigo que publicou em 1950. Se a consciência estiver em algum lugar do cérebro, como faremos para encontrá-la? Como algo pode encontrar a si mesmo?

A possibilidade de desacoplar a inteligência da consciência é um ponto de vista compartilhado pelos pesquisadores da inteligência artificial na atualidade, que já desistiram do projeto de construir um robô consciente. Uma máquina consciente é um projeto tecnológico muito dispendioso que custaria, em números atuais, o equivalente à primeira viagem tripulada para a Lua.

A consciência pode ser uma vantagem para a inteligência humana, pois, por meio dela, é possível planejar ações que nunca ocorreram antes. Ou conceber soluções inéditas para problemas. Contudo, a consciência pode não ser vantajosa para as máquinas.

Ninguém lamentaria se enviássemos um robô-soldado zumbi para um campo de batalha e se ele fosse morto (destruído). Mas, se

ele fosse uma máquina consciente poderíamos ter dúvidas quanto à nossa responsabilidade. Os parlamentares de países como os Estados Unidos dificilmente autorizariam o envio de tropas terrestres para uma zona de conflito, a não ser que elas fossem majoritariamente constituídas de robôs-soldados zumbis.

A consciência pode ser uma desvantagem também em outras ocasiões. Quando somo 262 com 84, tenho de representar esses números ou na minha mente ou no papel. De alguma forma, preciso torná-los conscientes para efetuar a operação aritmética. Mas essa operação pode ser mais lenta do que quando é feita por uma máquina que apenas segue, cegamente, um conjunto de instruções sem precisar representar ou tornar conscientes esses números e, por isso, pode produzir o resultado da soma quase instantaneamente. A velocidade de processamento da informação no cérebro é muito mais lenta do que em uma máquina equipada com *chips*.

Descartes escapou por pouco de ser acusado de heresia. A Igreja sempre conviveu bem com os ateus, mas não com os hereges. O que seria tão herético no pensamento de Descartes?

Exaltar a razão, privilegiá-la em relação aos sentidos não ameaçava ninguém. Mas o pensamento de Descartes começou a ser visto como perigoso, pois revertia, definitivamente, a ideia de que a filosofia deveria ser apenas uma serva da teologia.

Todo o projeto de vida e de ciência de Descartes se originou daqueles três sonhos consecutivos, em um momento no qual ele não sabia se estava acordado ou sonhando. Talvez o desejo inconsciente, expressado nesses sonhos, tenha sido disputar com Deus o controle sobre a máquina do mundo. Uma disputa da razão e da ciência sobre a visão religiosa do universo.

Treze anos após sua morte, em 1650, a igreja católica colocou todas as obras de Descartes no índice de livros proibidos. As tradições católicas se mantiveram praticamente inalteradas nos séculos seguintes. Quando os jesuítas formalizaram suas políticas educativas no *Ratio studiorum*, de 1629, declararam que, na filosofia

natural, na ética e na metafísica deve ser seguida a doutrina de Aristóteles.

A revolução mecânica se consolidou no século XIX. O que poderia ser feito por um ser humano passou a ser feito melhor e mais rapidamente por uma máquina. A agricultura também passou por uma revolução no século XIX. Para arar, semear e colher, máquinas velozes podiam fazer o trabalho de dezenas de homens. Não demorou muito para que aparecessem tratores movidos a petróleo. Quanto mais tratores surgiam, mais se buscava por novas reservas de petróleo. As novas técnicas de fertilização do solo quadruplicaram as colheitas obtidas em áreas do mesmo tamanho no século XVII. Com mais alimentos disponíveis, a população aumentou, o que levou à expansão da agricultura, a mais abundância e, com ela, a um novo crescimento da população. Contudo, o aumento na produção deu início a um ciclo de poluição pela liberação crescente de CO₂ que dura até hoje.

As ideias mecanicistas e os projetos de automação industrial levaram a um aumento crescente do processo de industrialização. A Revolução Industrial deixou as sociedades de pernas para o ar. Ela começou na Inglaterra, no fim do século XVIII, com a mecanização da indústria têxtil. Em seguida, surgiram as máquinas a vapor e outras tecnologias de transporte e de educação baseadas na eletricidade. Novas invenções transformaram a rotina diária. Novas máquinas e combustível barato auxiliaram a produzir comida em abundância e fábricas com chaminés. Não demorou muito para que surgissem o trem, o telefone, o automóvel e o avião.

Os trabalhadores, usando tecnologias mais avançadas, tornaram-se mais produtivos. Os salários de trabalhadores que sabiam manipular máquinas aumentaram rapidamente. Ao mesmo tempo, com o aumento da produção, a oferta de produtos industrializados cresceu e, por isso, seu preço diminuiu. Essa queda

de preços levou a um aumento do consumo e à necessidade de aumentar ainda mais a produção, uma espiral que deveria, teoricamente, levar à abundância. Contudo, não foi isso que aconteceu. A Revolução Industrial deixou um rastro de poluição e de danos ambientais: fumaça negra, rios sujos, vidas encurtadas pelo trabalho nas fábricas.

O Iluminismo, um movimento filosófico que também se iniciou no final do século XVIII, apostava que a ciência e a tecnologia, aliadas com o desenvolvimento econômico, seriam o caminho mais rápido e consistente para nos libertar da miséria, erradicar a ignorância, as superstições e construir uma sociedade mais justa. Os ideais iluministas incluíam a crença na bondade natural do homem, a universalidade dos princípios morais, a crença de que a natureza possa ser totalmente conhecida e de que a racionalidade triunfaria na história.

No entanto, os ideais iluministas nunca se concretizaram plenamente. O desenvolvimento da tecnologia não impediu a degradação urbana, o aumento da criminalidade e das guerras civis. No início do século XIX surgiu, na Inglaterra, o ludismo, um movimento que combateu a nova tecnologia que ameaçava os empregos dos trabalhadores ingleses. Sob a liderança de Ned Ludd, os manifestantes invadiam as fábricas e destruíam máquinas.

No fim do século XVIII, cerca de 20% da população de Paris morava em barracos. Na metade do século XIX, Londres era uma metrópole cercada por favelas. No verão de 1858, ocorreu o Grande Fedor. O sistema de esgotos estava sendo construído, mas ainda não estava inteiramente adaptado para suportar privadas com descargas. O excesso de dejetos sobrecarregou as fossas e as galerias pluviais ligadas ao rio Tâmisa. O odor se tornou insuportável, forçando muitas pessoas a abandonarem a cidade.

Foi nesse cenário que grandes pensadores como Karl Marx, o fundador do socialismo moderno, expressaram seu entusiasmo com as possibilidades abertas pela tecnologia. Marx passou grande parte

de sua vida em Londres, fazendo pesquisas na Biblioteca Nacional. Ele era muito pobre e sobrevivia comendo pão e batatas.

Marx afirmou que a história da humanidade é conduzida pelas mudanças tecnológicas. Todos os movimentos da história são resultado do desenvolvimento das ferramentas, que ele chamava de forças produtivas materiais. Os moinhos de vento definiram o modo de produção da economia medieval, e as máquinas a vapor, a era industrial.

Marx nunca desenvolveu, explicitamente, uma filosofia da tecnologia. Contudo, no capítulo VII de *O Capital*, Marx afirma que uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e a abelha supera um arquiteto ao construir sua colmeia. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele representa na mente sua construção antes de transformá-la em realidade. No fim do processo do trabalho aparece um resultado que já existia antes na imaginação do trabalhador.

Uma teia de aranha é uma obra de arte, mas ela não pode ser considerada trabalho por faltar a ela uma direcionalidade, típica do ser humano, que projeta uma referência virtual, um objeto que ainda não existe e que precisa ser atingido ao final de um processo por meio de operações manuais ou mentais. O mesmo ocorre com os cupins, que constroem vastas torres de lama que se tornam seus lares. Os pássaros produzem tecidos complexos e cheios de folhas e pedaços de madeira para construir seus ninhos. Mas, para Marx, nenhum desses animais trabalha, nem tampouco se utiliza de ferramentas ou desenvolve algum tipo de tecnologia.

O trabalho é ação mediada pela consciência. Os homens trabalham, os animais (e as máquinas) apenas executam ações. O ser humano é o ser consciente que, por isso, pode sempre escolher outras finalidades para as ações que compõem seu trabalho.

A consciência é, para Marx, definida como intencionalidade, como um *pre-tender* ou a referência virtual que se concretiza por meio do trabalho. A tecnologia é o caminho para estendermos a mente pelo ambiente que nos circunda, modificando-o para que ele

se adapte ao homem. Uma ferramenta sempre aponta para algo além dela, para algo que pode ser construído ou modificado com ela. As ferramentas interagem com outras ferramentas, e é seu uso, ou seja, o que fazemos com elas, que determina a sua natureza.

Ao longo da história do capitalismo, perdemos a livre escolha dessa referência virtual, desse objeto projetado como resultado da ação humana sobre o ambiente. O trabalhador industrial se tornou um autômato, mas havia a esperança de que a tecnologia pudesse libertá-lo das ações repetitivas diárias.

Marx acreditava que uma reordenação da economia capitalista aliada ao desenvolvimento da tecnologia resgataria o homem do mundo da escassez. O capitalismo tinha dissociado a economia de sua verdadeira finalidade, a preservação e a sustentabilidade vida humana. A economia surgiu da ideia de estocar alimentos, diminuindo os riscos da nossa sobrevivência. Deixamos de ser caçadores e coletores e depender de contingências diárias imprevisíveis com a invenção da agricultura e da estocagem de alimentos. Mas, ao longo da história, o objetivo primordial da economia foi esquecido e os detentores de estoques transformaram os outros seres humanos em reféns, obrigando-os a trabalhar para eles.

Os superávits, inicialmente destinados a tornar o ser humano sustentável, se transformaram em um jogo especulativo perigoso. A sustentabilidade, nesse caso, significava não depender das colheitas para sobreviver. Se os grãos não amadurecessem bem ou se uma variação climática os estragasse, poderia haver fome. A meta primordial da economia, que era a diminuição dessa incerteza, nunca mais foi recuperada, nem nas economias de mercado nem nas economias planificadas.

Marx pensava que a automação levaria a um desemprego quase total e a uma diminuição tão severa do poder aquisitivo das massas que o capitalismo entraria em colapso. Como bom aluno de Hegel, Marx acreditava que o capitalismo criaria condições para a sua própria supressão. Mas esse colapso seria seguido de uma era

de uma abundância tão grande que seria possível estabelecer o princípio “para todos de acordo com suas necessidades”. No futuro, a expansão da tecnologia combinada com a mudança do modo de propriedade e de gestão distribuiria para todos os benefícios da abundância.

Mas essa esperança nunca se concretizou. A ideia de que a automação total levaria, junto com ela, ao desemprego total ainda está muito distante. Como economista brilhante, Marx deveria ter percebido que, antes de chegarmos a tal ponto, haveria recessões econômicas cada vez mais violentas. Essa parece ter sido a lição da história. A profecia de Marx impediu que sua previsão se realizasse.

A proposta socialista de Marx fracassou. Nos países que a adotaram, essa proposta foi instituída por meio de revoluções ou da eleição de líderes que a defendiam. Em nenhum desses países o socialismo resultou de uma transição natural, que se concretizaria após o capitalismo tardio. A instituição precoce do socialismo transformou-o, nesses países, no culto do estado, no culto do operário e, mais recentemente, no reformismo e no assistencialismo. As tentativas de impor mais unidade sobre as sociedades do que seus membros poderiam aceitar produziu tragédias econômicas e sociais.

Hoje em dia, o trabalho já não é mais como era no século XIX, ou seja, apenas a tarefa do artesão ou do operário industrial que produz um objeto. O trabalho mental estendeu nossa mente sobre o ambiente mais do que em qualquer época do passado. Nas sociedades contemporâneas, a economia se desvinculou da vida humana, produzindo consequências desastrosas. A prioridade da economia deixou de ser a sustentabilidade do ser humano e a provisão de bens não é concebida como um suporte para eventuais períodos de escassez prolongada. A provisão de bens serve para especular e dominar. A planificação do trabalho e da produção, em sociedades capitalistas e socialistas, levou à perda do vínculo essencial entre o ser humano e o trabalho.

A profecia econômica de Marx ressurgiu no século XX na obra do economista John Maynard Keynes (1883-1946). Em um ensaio publicado em 1930, “Possibilidades Econômicas”, Keynes previa que o progresso tecnológico aumentaria a produção de bens por hora trabalhada. Em poucas décadas, o trabalho equivalente a 40 horas semanais seria realizado em apenas 15. Mantendo-se essa tendência, na metade do século XXI, o trabalho estaria totalmente automatizado e a mão de obra humana não seria mais necessária.

Mas não foi isso o que aconteceu. Keynes acreditava que as pessoas tinham necessidades materiais finitas que poderiam ser satisfeitas. Ele não distinguiu entre desejos e necessidades. Em outras palavras, ele não previu o surgimento da sociedade de consumo. A insaciabilidade passou a ser a grande propulsora da economia. A quantidade cada vez maior de objetos exigida pelo consumo nos mantém presos ao trabalho. A ociosidade deixou de ser *status* social e os ricos dispararam na frente dos pobres trabalhando mais horas. As pressões competitivas obrigaram os empregadores a exigir da mão de obra jornadas de trabalho mais longas. Houve uma reconcentração da renda e do trabalho. Em vez de distribuir a carga de trabalho entre um número maior de empregados, ela permaneceu nas mãos de poucos para evitar um aumento de custos em treinamento, em gestão e em impostos.

Essa nova dinâmica de criação de desejos criou um paradoxo. Quanto maior a abundância, mais temos de trabalhar. Quando consumimos mais, ficamos satisfeitos por um breve período de tempo e precisamos consumir ainda mais para continuar a nos sentirmos satisfeitos. Ou seja, ninguém nunca está satisfeito com o que tem, pois sempre haverá alguém que tem mais. Mesmo entre os pobres, a maior parte dos gastos é, atualmente, com itens que conferem *status*. Esse paradoxo contraria todas as expectativas sobre o papel da tecnologia como redentora da condição humana.

No século XX, a marcha forçada da industrialização, combinada com as novas tecnologias, prosseguiu. Mas duas guerras mundiais ocorreram. Duas bombas atômicas foram arremessadas

contra o Japão em 1944, causando centenas de milhares de mortes. Ficava claro que a guerra ampliava as forças negativas criadas pela tecnologia. A inovação tecnológica era apontada como causa direta da produção das piores armas de destruição, capazes de causar atrocidades jamais vistas.

Surgiu um complexo militar-industrial-científico que levou à produção de armas nucleares e o temor de um holocausto em escala mundial. Certamente, ainda há um estoque de armamentos suficiente para explodir o planeta e, com isso, levar a espécie humana à sua total autodestruição. Não se fala mais de holocausto mundial, embora muitas pessoas tenham de viver, sem reclamar, na proximidade de reatores nucleares.

Na década seguinte à Segunda Guerra Mundial (1939-1945), uma percepção negativa sobre a tecnologia passou a ocupar a agenda de alguns filósofos. Vozes dissonantes, como a do filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976), começaram a contrastar com o otimismo tecnológico e manifestaram o receio de que a tecnologia poderia levar a humanidade, não apenas à autodestruição, mas também à desumanização do homem.

Heidegger acusou o mecanicismo de introduzir uma relação com o mundo que o reduz a um conjunto de objetos dominados, subjugados, um projeto global que visa tornar tudo calculável e previsível. A tecnologia se definiu por contraposição à natureza. As forças naturais são domadas e subjugadas por intervenções drásticas. Tecnologias funestas passaram a saquear os recursos naturais sem devolver nada em troca. Os homens passaram, também, a ser tratados como seres da massa, com reações calculáveis.

Em uma linha de raciocínio próxima à de Heidegger, o filósofo belga Gilbert Hottois observou que o homem de outrora, por meio de suas relações sólidas com a natureza, retirava espontaneamente a impressão de um certo mistério do mundo. Hoje em dia, o homem mantém relações com objetos fabricados a maior parte de seu tempo e, por isso, esse mistério desapareceu. Um mecanismo, por mais

complexo que seja, nunca será um verdadeiro mistério, pois sabemos que sempre haverá um técnico capaz de desmontá-lo e compreender seu funcionamento.

Há um tom nostálgico nas filosofias da tecnologia de Heidegger e de Hottois, como se a natureza, ao ser desvelada, perdesse toda a mágica e o encanto que tinha antes da invenção do mecanicismo. É o mesmo tom que encontramos na sociologia de Max Weber (1864-1920), um pensador alemão que precedeu Heidegger e que inventou a palavra “desencantamento” para se referir à melancolia generalizada provocada pela organização estritamente racional e burocrática das sociedades contemporâneas que acompanhou a expansão da tecnologia. Um mundo no qual tudo fosse desvelado, não só a natureza, mas também o próprio eu fosse devassado pela ciência e pela tecnologia, seria um mundo do desencantamento, de uma melancolia irremediável. A neurociência e a internet, que hoje em dia ameaçam a privacidade do nosso eu, têm contribuído diretamente para a expansão desse desencantamento.

Heidegger, Weber e Hottois parecem ter sido contaminados por uma visão romântica da tecnologia. Heidegger temia as consequências da inteligência artificial, que na sua época ainda era chamada de cibernética. Ele temia que essa nova tecnologia acentuasse ainda mais nossa sensação de exílio e de orfandade, um desenraizamento do mundo que só produz angústia.

Poucos anos antes da publicação do *Ensaio sobre a Técnica* (1953), obra na qual Heidegger condensa sua filosofia da tecnologia, o matemático e filósofo inglês Alan Turing publicava o artigo “Computação e Inteligência” (1950), que lançava as bases da inteligência artificial. Turing completou a trajetória iniciada por Descartes, que culminou com a invenção do computador digital.

Alan Turing e Kurt Gödel (1906-1978) foram os maiores matemáticos do século XX. Gödel revolucionou a matemática ao demonstrar que algumas verdades residem fora da lógica e que não podem ser provadas por ela. O teorema de Gödel prova que em

qualquer sistema formal existe uma fórmula “indecidível”, ou seja, uma fórmula que não pode ser provada e cuja negação também não pode. A verdade ou falsidade dessa fórmula só pode ser decidida por um olhar de fora do sistema formal da qual ela faz parte. Em outras palavras, a matemática é incompleta, pois ela não pode fundamentar a si mesma.

Turing lançou as bases para a ciência da computação. Na época, o filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein (1889-1951) desqualificou os trabalhos de Turing e de Gödel, afirmando que eles tinham partido de paradoxos que não passavam de equívocos linguísticos, algo que não deveria ser levado a sério.

Durante a Segunda Guerra Mundial, Turing participou do projeto ENIGMA, que teve papel decisivo na decifração dos códigos que os exércitos nazistas usavam para se comunicar. Sem essa contribuição, os aliados, provavelmente, teriam perdido a guerra ou talvez tivessem que prolongá-la por muito mais tempo.

As poucas biografias de Turing revelam o quanto ele era um homem incomum, com hábitos excêntricos e a aparência sempre desleixada de um típico anti-herói. Por conta de sua origem modesta e por viver em uma época na qual ainda se valorizava mais o latim do que as ciências, Turing foi estigmatizado pelos seus colegas de universidade, principalmente pelo seu profundo desprezo pela política acadêmica.

Por ser homossexual, Turing foi considerado criminoso pelas leis vigentes na Inglaterra. Em 1952, foi condenado a tomar injeções de estrogênio, o que equivalia a uma castração química. Dois anos depois, em 1954, Turing foi encontrado morto, provavelmente por suicídio. Só em 2009 o governo inglês reconheceu seu erro e se desculpou publicamente por esse triste episódio.

O pensamento de Turing tinha raízes cartesianas. Descartes imaginava o mundo como um gigantesco relógio que funciona a partir da interação causal entre suas partes. O relógio era o melhor exemplo de uma máquina mecânica. Nele, as engrenagens funcionam como minúsculas alavancas que o fazem girar em um

determinado ritmo e marcar o tempo como uma sucessão de tique-taques.

Esses tique-taques, que dividem o tempo em unidades discretas, permitiram, 400 anos depois, criar uma representação digitalizada do mundo, a sucessão de “os” e “1s” que compõem os programas de nossos computadores. A *digitalização* é o coroamento do mecanicismo cartesiano.

Turing propôs que seria possível construir uma máquina de pensar, pois o pensamento nada mais seria do que o resultado da ordenação mecânica de uma série de representações ou símbolos e, para obter essa ordenação não seria preciso, necessariamente, um cérebro biológico, mas apenas circuitos elétricos que imitassem sua atividade. A mente humana também pode ser reduzida a uma máquina. Uma máquina que segue regras escritas em código. Estados mentais podem ser replicados por estados de uma máquina. O pensamento pode ser mecanizado, pois ele pode ser decomposto em regras simples, instruções para uma máquina.

Turing inventou uma máquina abstrata que replica o raciocínio humano, inicialmente destinada a fazer deduções e demonstrar teoremas da lógica. No começo, a máquina de Turing era uma máquina abstrata, que só existia no papel e tinha a finalidade de resolver, automaticamente, problemas matemáticos. Mas, nas décadas seguintes, a máquina de Turing se tornou o arquétipo de todas as máquinas digitais.

Uma das inovações da máquina de Turing era o fato de ela poder ser alimentada com instruções, ou seja, ela era uma máquina de propósito geral que podia ser programada para realizar vários tipos de tarefas. Uma máquina de Turing pode ser programada para executar qualquer tarefa de manipulação de símbolos que possa ser descrita como um algoritmo. Os programas ou algoritmos são a representação matemática de uma sequência de ações que, sendo executadas em uma determinada ordem, levam ao resultado desejado. Por serem multifuncionais, as máquinas de Turing são, em princípio, máquinas universais e que podem imitar todas as

outras. Uma máquina de Turing suficientemente poderosa pode simular outras máquinas de Turing.

Para que a máquina de Turing pudesse sair do papel era preciso estabelecer uma interface entre as leis lógicas do raciocínio humano e as leis físicas que regem o computador. Essa interface era a lógica binária, composta de 0s ou 1s que, por sua vez, representam a atividade elétrica de um circuito no qual 1 é ON e 0 é OFF, ou seja, quando a corrente elétrica passa pelo circuito ou quando ela é bloqueada. Turing percebeu que, apenas com essa possibilidade, ou seja, um circuito elétrico estar ligado ou desligado, era possível expressar coisas complexas. O sistema binário era outro modo de contar ou de falar que, em vez de usar muitos números e letras, usava-se apenas dois números, o 1 e o 0. O sistema binário era uma linguagem que servia para as máquinas e também para o cérebro, que funciona por impulsos elétricos. No cérebro, há circuitos elétricos e, por meio de conexões entre neurônios que podiam ser ligadas ou desligadas, ou seja, por meio dessa lógica binária, o cérebro foi capaz de produzir obras grandiosas como *Hamlet*, de Shakespeare, a *Sinfonia Inacabada*, de Schubert e a teoria da relatividade, de Einstein.

Os primeiros computadores usavam válvulas para controlar a passagem de corrente elétrica. Na década de 1960, foram inventados os transístores, que passaram a controlar o fluxo de energia que passa nos circuitos, como se fossem botões ON/OFF. Com a invenção do transistor, os computadores se tornaram muito mais rápidos e começaram a ser miniaturizados. O passo seguinte foi a invenção dos microprocessadores, que reúnem bilhões de transístores ligados entre si, formando circuitos que podem realizar cálculos complicados.

Os microprocessadores são máquinas que podem ser programadas para imitar qualquer máquina. Um mesmo microprocessador pode ser programado para usar o Windows ou o Android como seu sistema operacional. O microprocessador é uma

máquina de uso geral, extremamente plástica, bastando para isso que saibamos programá-lo.

Atualmente, no computador digital estão reunidas as invenções de Descartes e de Turing. Ele é uma máquina de Turing representada por circuitos elétricos com transístores e um microprocessador. Esses circuitos são acoplados a uma tela ou um monitor nos quais as imagens são formadas por um reticulado de bilhões de *pixels*. Sem a invenção de Turing, não poderíamos ter uma máquina que pudesse ser programada com vários tipos de algoritmos. E sem a geometria analítica de Descartes não teríamos as telas de TV e nem os monitores com os quais nos comunicamos com os nossos computadores e *smartphones* por meio do toque ou de teclados.

O computador digital torna possível a mecanização de várias operações mentais, simulando o raciocínio e a inteligência, que até então eram exclusividade dos seres humanos. A digitalização tornou a tecnologia um fenômeno planetário tão esmagador que não há mais como evitá-lo. Tudo pode ser registrado e representado na forma de uma lógica binária, de “os” e “1s” que, por sua vez, corresponde a estados diferentes em circuitos elétricos controlados por transístores e microprocessadores. No século XXI, já não existe nenhum país que não utilize algum tipo de tecnologia digital.

Desde a publicação do artigo de Turing, em 1950, a inteligência artificial começou a se consolidar como uma nova área de pesquisa e se transformou, nas últimas décadas, em uma das disciplinas mais importantes da nossa era. Desde a segunda metade do século XX, todas as ciências passaram a depender da tecnologia da informação. A neurociência, que hoje desfruta de lugar de destaque na mídia, não teria se desenvolvido nas últimas décadas sem seus novos instrumentos de observação do cérebro em funcionamento, como a neuroimagem, se as tecnologias digitais não tivessem sido desenvolvidas.

No limiar do século XXI, a inteligência artificial passou a ser uma das tecnologias mais temidas, pois, na percepção popular, ela

gera desemprego. A automação de operações mentais traz a ameaça do desmanche progressivo e inevitável de grande parte do quadro de funcionários burocráticos das empresas e dos governos, como já aconteceu no setor bancário nas últimas décadas. Há um processo crescente de desmaterialização das fábricas, nas quais os operários são substituídos por computadores e robôs. Em 2010, o Google anunciou seu primeiro carro autônomo, ou seja, um carro autopilotado que dispensa motoristas humanos. Nos próximos anos, os motoristas automáticos para carros, caminhões e ônibus também contribuirão para aumentar dramaticamente as estatísticas de desemprego.

Antes do previsto, o trabalho de diversos profissionais, como advogados, analistas financeiros, médicos, jornalistas, contadores e bibliotecários poderá ser parcial ou completamente automatizado. Programas de computador altamente sofisticados poderão produzir narrativas em vários estilos. Um teste recente feito pelo jornal *The New York Times* mostrou que, ao ler artigos semelhantes, é impossível saber qual deles foi criado por um ser humano e qual foi produzido por um robô. O que acontecerá se houver demanda insuficiente para o trabalho ou se as competências disponíveis deixarem de coincidir com as demandas? Como disse na introdução, creio que essa camada da população, ou seja, pessoas que frequentaram um curso superior são, atualmente, as mais ameaçadas de serem substituídas por máquinas.

Um passo em direção à substituição dos médicos é o aplicativo Babylon Health, inventado pelo médico Ali Parsa. O serviço custa 8 dólares por mês, e por meio dele é possível relatar sintomas e receber diagnósticos no *smartphone*. O Scanadu é outro dispositivo de diagnóstico remoto que mede os sinais vitais, examina o sangue e se conecta à nuvem para obter uma análise quase instantânea do que ocorre no corpo de seu usuário.

A medicina está se tornando a profissão na qual a associação e, por vezes, até a substituição de seres humanos por máquinas avança rapidamente. Já existe uma pulseira que monitora os dados

do corpo das pessoas analisando, por exemplo, o ritmo cardíaco, a pressão arterial e a taxa de glicose no sangue. Dados individuais sobre pacientes são estocados em nuvem e poderão estar sempre disponíveis para os médicos nas consultas.

Alguns robôs como o WATSON e o PEPPER já contêm dados comparativos de inúmeros manuais de medicina e prontuários de pacientes que estiveram em hospitais nos últimos anos. Eles poderão auxiliar os médicos com estatísticas para fazer diagnósticos. As cirurgias de precisão são feitas, cada vez mais, por robôs. Aos médicos caberá apenas aprender a usar esses robôs. Isto é, quando as cirurgias forem necessárias, pois a tendência é que elas desapareçam e sejam substituídas por técnicas de regeneração de tecido ou por nano robôs, que desentupirão nossas artérias ou destruirão os tumores logo no seu início.

Os escritórios de advocacia não precisarão mais de estagiários. Pesquisas sobre jurisprudência podem ser feitas por aplicativos. Há também aplicativos que, percorrendo grandes bancos de dados, podem simular a sentença mais provável em um determinado caso. Elas simulam, também, os vários formatos que juízes diferentes podem dar a essa sentença, bastando para isso percorrer o histórico de cada juiz. Outros aplicativos fornecem estatísticas sobre a possibilidade de fazer acordos com grandes empresas, evitando o litígio. Com essas novas ferramentas, o número de processos tende a diminuir.

Muitos artigos de jornais e revistas são, atualmente, escritos por um programa de computador conhecido como Narrative Sciences. O programa é alimentado com dados e os transforma em uma história sob encomenda, que pode ser simples, complicada, curta ou extensa.

Atualmente, a maioria das pessoas que leem jornais não sabem que boa parte das matérias foram produzidas por máquinas. Mas será que nos sentiríamos empolgados para ler um romance sabendo que ele foi escrito por um *software*? Um romance cujo enredo e epílogo são previamente escolhidos a partir de um catálogo

de possibilidades, uma obra-prima da tecnologia que, no entanto, não representasse o autêntico ponto de vista de um narrador humano?

A profissão de analista financeiro também corre risco de extinção. Novos programas de computador são capazes de analisar o desempenho passado da ação de uma empresa em segundos e, em seguida, ordenar sua compra ou venda com base em projeções futuras. Muitos fundos de investimento adquiriram esses programas e estão apostando nessa possibilidade. Mas ainda é cedo para avaliar se esses programas terão, no longo prazo, um desempenho superior ao dos seres humanos.

Esses programas poderão sempre ser aperfeiçoados, mas nunca poderão ser influenciados por notícias inesperadas, boas ou ruins, como um ataque terrorista ou um furacão. Essas notícias fazem as bolsas subirem ou despencarem e não temos controle sobre elas. Comportamentos mais sofisticados ainda não podem ser simulados por esses *softwares*. Da mesma forma, dificilmente um assistente virtual seria capaz de montar uma viagem para a Europa que tivesse como foco temas específicos relacionados à história da arte. Como o assistente virtual poderia selecionar o que é mais relevante em um *tour* de poucos dias dedicados a apreciar alguns tipos de esculturas? Basear-se em estatísticas sobre o que é mais visitado pelos turistas pode levar à elaboração de um roteiro decepcionante para uma pessoa familiarizada com a história da arte.

As novas tecnologias e a possibilidade de um admirável mundo novo abafaram, temporariamente, os murmúrios de filósofos como Heidegger e de outros críticos da tecnologia. Mas, desde o início do século XXI, estes filósofos foram retomados e suas críticas à tecnologia interpretadas de forma mais realista e menos romântica. A crítica de Heidegger à tecnologia moderna como atitude abusiva do homem para com a natureza foram encampadas por alguns ecologistas que passaram a interpretá-la como um dos primeiros alertas sobre a possibilidade de estarmos caminhando em direção a uma catástrofe ambiental irreversível.

A relação desencantada com a natureza, vista como algo amórfico e sempre manipulável, seria uma das causas principais do desastre ambiental, que se apresenta como uma mistura explosiva de desmatamento, mudança climática e extinção de espécies. A filosofia de Heidegger, baseada na angústia do homem diante de sua finitude e de sua morte, pode agora ser reinterpretada como o horizonte de uma inelutável desapareição da espécie humana, uma grande extinção que, cedo ou tarde, nos aguarda.

O industrialismo e a tecnologia alteraram de forma radical o meio ambiente de nosso planeta. A população mundial, que era de 600 milhões no século XVIII, saltou, em pouco mais de 200 anos, para 7,2 bilhões. Certamente, outras tecnologias desenvolvidas paralelamente à automação industrial também contribuíram para esse aumento exponencial da população. A descoberta da vacina para a varíola e a pasteurização do leite foram algumas delas.

Com o aumento da atividade humana, que transformou metade da superfície da Terra, a composição da atmosfera também foi profundamente modificada por uma combinação perversa de queima de combustíveis fósseis e o desmatamento descontrolado, provocado pela expansão da fronteira agrícola e pela pecuária. A concentração de dióxido de carbono no ar aumentou mais de 40 por cento nos últimos 200 anos, o que já está afetando, de forma significativa, o comportamento do clima global.

O aquecimento global está aumentando e, com ele, as mudanças climáticas imprevisíveis que ameaçam a agricultura. Somos um exército de consumidores vorazes, destruindo os recursos do planeta. A superpopulação já se reflete na ameaça de escassez de alguns recursos naturais, nas crises de governabilidade, na constante sensação de instabilidade e na ameaça de novas guerras. A natureza reaparece como um ser implacável, como uma intrusa na civilização que nunca mais nos dará a liberdade de

ignorá-la. É a “intrusão de Gaia”, termo inventado pela química francesa Isabelle Stengers⁴, e que se refere à sobreposição da natureza sobre a economia e outras atividades humanas. Para manter o consumo igual ao de hoje nas próximas décadas, um americano precisaria de mais cinco planetas com os recursos da Terra. As tentativas de racionalizar o consumo, a reposição de recursos renováveis como a água, a expansão de técnicas de reciclagem, a geração de energia limpa e a educação ambiental ainda darão uma sobrevida para a espécie humana. Podemos, também, dessalinizar a água do mar, um processo que tende a se tornar cada vez mais barato (algo em torno de 2 quilowatts/hora por metro cúbico) e desenvolver novos materiais como o plástico termofixo, que poderá ser utilizado na fabricação de telefones celulares e de placas de computador.

Os plásticos termofixos são totalmente reutilizáveis. Mas o mesmo não ocorre com os plásticos comuns, que poluem rios e oceanos, ameaçando a fauna marinha. A poluição também está tornando nosso planeta inabitável. Uma ideia para combater esse tipo de poluição é utilizar o plástico despejado no mar para pavimentar rodovias. Substituir o asfalto por plástico moído é substituir um derivado do petróleo pelo outro. Contudo, o ganho é não precisar despejar embalagens de plástico no mar, evitando que a poluição se agrave.

Mas todas essas estratégias ainda nos deixam com um saldo negativo. A civilização tecnológica precisa cada vez mais de energia, que só pode ser obtida pelo desequilíbrio da natureza e por um esgotamento lento de recursos naturais que dificilmente serão recompostos. Nossos recursos planetários são finitos e, por isso, somos, no longo prazo, um planeta falido. Antes da expansão da indústria, ninguém questionava a finitude dos recursos naturais, nem a sustentabilidade do planeta. Nossa condição planetária, tão

⁴ Ver Stengers, I., 2015.

óbvia desde sempre, só foi percebida recentemente e está longe de ser aceita.

O crescimento econômico, símbolo de uma economia saudável, se tornou incompatível com a preservação do meio ambiente. Simulações computacionais realizadas por alguns economistas apontam que será possível, no futuro, termos uma economia razoavelmente próspera em um planeta com até 9 bilhões de habitantes se o ritmo do crescimento econômico, aliado a um aumento de produtividade, se mantiver em torno de 4% ao ano. Certamente, haverá desequilíbrios regionais e continentais de emprego e renda. Contudo, há uma outra preocupação: será que as economias modernas estão chegando ao limite de utilização das matérias primas?

Em 1798, o economista britânico Thomas Malthus (1766-1834) publicou o livro *Ensaio sobre o princípio da população*, no qual afirmava que a população cresce em progressão geométrica enquanto a produção de alimentos cresce em progressão aritmética. Um futuro de escassez causado pela explosão demográfica seria inevitável.

Malthus foi muito criticado por ter ignorado o papel da inovação no seu raciocínio econômico. Os inventos, a tecnologia e outros fatores como as guerras não foram consideradas por Malthus. Mas, será que agora seu raciocínio poderia ser aplicado para as matérias primas, apesar de seu reaproveitamento? Vivemos em um planeta superpovoado que requer, atualmente, não apenas alimentos, mas bens de consumo na forma de produtos industrializados que requerem, cada vez mais, matérias primas e energia para serem fabricados. Paradoxalmente, são inovações que inundaram o planeta, como os *smartphones*, que requerem enormes quantidades de plástico, minério de ferro e de outras matérias primas que não poderão ser repostas no curto prazo.

A finitude é o fim do túnel. Ou melhor, o túnel é finito. Apesar da racionalização e da miniaturização, o saldo sempre será negativo. Uma economia verde retardará esse processo significativamente,

mas ela requer sacrifícios que os governos têm relutado em dividir de forma equitativa.

É utópico achar que as nações cheguem a algum consenso que implique em uma redução no consumo mundial de petróleo, carvão e gás, pois isso exigiria a diminuição do consumo em geral. Seria muito difícil fazer com que os cidadãos das democracias liberais aceitassem essas restrições. Quem quer abrir mão de tirar férias todos os anos, de viajar de avião e de comer tudo o que gosta? Nenhum político aceitaria abrir mão de sua reeleição por exigir que seus eleitores reduzam seus padrões de consumo. Nem mesmo um governo mundial que impusesse, à força, regras emergenciais para todas as nações do planeta conseguiria que elas fossem obedecidas. O controle do clima está se tornando incompatível com a democracia.

Nos países em desenvolvimento, a situação é ainda mais complicada. Como convencer pessoas que nunca puderam comprar um carro que agora, quando finalmente podem ter acesso a esse bem de consumo, devem se privar dele em nome da preservação do ambiente? O acesso à compra de carros continua irrestrito, apesar de seus consumidores saberem do dano ecológico global causado por essa tecnologia, já obsoleta em algumas partes do mundo. Os países em desenvolvimento chegaram no fim da festa, mas ainda não se conformaram com isso.

Entre 2000 e 2010, as emissões de dióxido de carbono aumentaram. Foi nessa década que se intensificou a produção de celulares e *smartphones*, que já somam mais de 10 bilhões de unidades. A revolução digital oferece, como contribuição para aliviar o problema climático, a racionalização crescente dos recursos naturais. Mas, o que é dado com uma das mãos, é tomado de volta com a outra. Todas as tecnologias digitais requerem, para sua fabricação, componentes de plástico, ou seja, a tecnologia que temos depende da economia do petróleo, ou seja, de uma economia que contribui para o aumento das emissões de dióxido de carbono. A produção de plástico exige a construção de refinarias, que

consomem grande quantidade de energia e de água. Os plásticos poluem rios e oceanos, ameaçando a fauna marinha. Já não se pensa mais em interromper o aquecimento global, mas apenas em desacelerá-lo.

Para alguns povos com outras visões do mundo, um planeta escaldante e o fim da espécie humana podem não ser um problema. Esses povos, na sua maioria os produtores de petróleo, estão acostumados a conviver com temperaturas altas. Sua religião privilegia de forma tão radical a vida após a morte que a preocupação com sua existência e a de seus descendentes é quase nula. A justificação moral para continuar alimentando a economia do petróleo é sustentar que nenhuma intervenção humana no ambiente pode deter o aquecimento global e suas consequências, pois já atingimos um patamar no qual os danos são irreversíveis.

No entanto, o problema crítico é a irregularidade climática produzida pelo aquecimento global. Esse é um problema que já afeta o presente, algo que já está diante de nós e se apresenta como uma amostra de um futuro que poderá ser ainda pior. Oscilações climáticas extremas, que já nos parecem banais, comprometem a agricultura. Os verões se tornaram insuportavelmente quentes e os invernos registram nevascas e temperaturas baixíssimas. Paradoxalmente, a expansão da agricultura pode, nas próximas décadas, inviabilizá-la, pois ela requer um aumento do desmatamento que incrementa ainda mais a irregularidade climática.

A quebra de safras, que tem como consequência direta a escassez de produtos agrícolas, pode gerar situações dramáticas. Há registros comparativos de que, no século XVII, as guerras políticas e religiosas ocorreram simultaneamente a secas prolongadas e enchentes inesperadas, causadas pela irregularidade do clima global. Combater a fome pode se tornar uma tarefa paradoxal. Pois, para combater a fome é preciso plantar mais. Para plantar mais é preciso desmatar. Mas o desmatamento produz instabilidade climática que pode comprometer as safras. Para evitar a

irregularidade climática será necessário restringir as áreas agricultáveis. Sem a expansão das áreas agricultáveis e com o aumento da população, o preço da comida pode aumentar indefinidamente, gerando uma grande legião de famintos.

Há soluções bizarras para esse problema, como a do milionário Peter Diamandis, que propõe verticalizar as áreas agricultáveis adicionando vários andares às plantações. Uma amostra dessa estratégia existe no Japão, que criou uma fazenda de alfaces hidropônicas usando um edifício. Diariamente, ela produz 300.000 alfaces, que são plantadas e colhidas por robôs. Essa solução diminui a produção de CO₂. Mas ela é uma solução extremamente cara e, se fosse generalizada, esse alto custo se refletiria, inevitavelmente, no preço da alimentação.

Ainda não sabemos os efeitos da instabilidade climática sobre os padrões de comportamento dos seres humanos. Se, no fim do século XIX, o francês Émile Durkheim (1858-1917) inaugurava os estudos sociológicos estabelecendo uma relação quantitativa entre o aumento dos suicídios e o inverno europeu, quais serão as novas correlações comportamentais produzidas pela instabilidade climática? Será ela um fator decisivo para a epidemia de transtornos mentais que já presenciamos?

Para que as sociedades superpovoadas do século XXI não entrem em um processo de degradação irreversível, os políticos tentam convencer seus habitantes de que todos poderão, em um futuro próximo, ser alimentados, vestidos, alojados e educados. Tecnicamente, essas metas já foram alcançadas pelos países desenvolvidos. No entanto, a Europa enfrenta, hoje em dia, hordas de refugiados das guerras e dos desastres climáticos que ameaçam suas conquistas sociais.

A iminência de uma catástrofe climática inevitável é um dos últimos resíduos de um dos valores mais importantes da Europa: o sentimento trágico da vida, que acompanha os europeus desde a Grécia Antiga, passando pelo cristianismo até chegar à psicanálise

de Freud⁵. É o sentimento de impotência diante da tragédia climática que tem impedido que a cultura europeia se converta, definitivamente, em uma farsa vivida na forma de um parque temático inteiramente “disneyficado”, cujo tema principal são as ruínas de suas civilizações passadas.

Nas últimas décadas, os filósofos e cientistas europeus pregaram, em nome de valores iluministas, a importância de um estado e de uma sociedade laicos, mas não souberam ensinar as pessoas como viver. Com o fim do estado do bem-estar social, a Europa Ocidental passou a depender de investimentos bancários e de uma indústria de turismo financiados, direta ou indiretamente, pela economia do petróleo. Por causa disso, a Europa tem, hoje em dia, que abrigar populações fundamentalistas em bairros na periferia de suas principais cidades. Em outras palavras, a Europa, para sobreviver, convive com aqueles que querem sua destruição, por meio de ataques terroristas com motivação religiosa radical ou por meio da imposição de uma economia suicida do ponto de vista ecológico. Os europeus, na sua maioria pequenos bolcheviques medíocres, dormem com seus inimigos, sejam eles milionários russos, milionários do Oriente Médio ou os habitantes da periferia de suas grandes cidades.

Do outro lado do Atlântico, nos Estados Unidos, a percepção do mundo da maioria da população é diferente. Os Estados Unidos são um país dependente do petróleo, indispensável para o aquecimento doméstico durante seus invernos congelantes. Uma economia verde pode melhorar essa situação, mas não resolvê-la, e os americanos sabem disso. No entanto, na sua maior parte, a indústria do petróleo não está em solo americano e, por isso, se os países que o produzem são também os patrocinadores do terrorismo, isso não torna os americanos tão esquizofrênicos como os europeus. O inimigo é uma ameaça externa, as guerras ocorrem em lugares distantes, em uma luta do bem contra o mal no estilo de

⁵ Ideia do filósofo espanhol Miguel de Unamuno e discutida por Murray, 2017.

um filme épico *hollywoodiano*. A angústia para os americanos é saber que essa é uma guerra perdida, pois os terroristas são invisíveis e jamais desaparecerão. É também uma guerra contraproducente, pois quanto mais se combate o terror, mais terroristas e insurgentes aparecem.

Os climatologistas apontam para uma elevação da temperatura média do planeta em torno de 6 graus até o final do século. Essa previsão assustadora não é apenas futurologia, pois ela se baseia em simulações computacionais rigorosas. Há uma participação humana nesse processo causada, sobretudo, pelo uso do petróleo, do carvão e do gás que, juntos, lançam na atmosfera uma enorme quantidade de dióxido de carbono, produzindo o efeito estufa. O apocalipse deixou de ser um assunto religioso ou especulativo e passou a ser previsto por ciências como a climatologia, a geofísica e a ecologia.

Muitos ecologistas se identificam com a causa anticapitalista. O capitalismo seria o responsável pela exploração predatória da natureza. Mas essa ideia pode ser falaciosa. Por um lado, uma distribuição mais equitativa da riqueza evitaria que populações de nações muito pobres utilizassem recursos naturais de forma desorganizada como única alternativa para a sobrevivência. Há povos que ainda cozinham com lenha e praticam a pesca predatória para não passar fome. Por outro lado, é difícil de imaginar como a negação do capitalismo e a adoção do socialismo, como ocorreu recentemente em alguns países em desenvolvimento, possa reverter a agressão à natureza. O socialismo visa a participação de todos no consumo e não a sua diminuição. Quando associado a políticas desenvolvimentistas, ele significa um aumento na produção para que a distribuição de renda e de bens se torne acessível a todos. Nada poderia se chocar tão frontalmente com a causa climática.

O tom moralizante assumido pelos ecologistas mais entusiasmados pode levar a um paradoxo. Eles combatem o agronegócio e a máfia dos produtores de fertilizantes, pesticidas e de sementes transgênicas que causariam doenças e encurtariam a

vida. Contudo, a agricultura orgânica precisa de mais área cultivável e, se ela precisasse produzir em larga escala para alimentar um planeta superpovoado, o desmatamento se tornaria um problema ainda mais agudo. Anunciar produtos orgânicos como se eles pudessem ser produzidos industrialmente é um *marketing* de péssima qualidade que, infelizmente, chega a todos por meio de anúncios na TV. É algo tão bizarro como montar uma fábrica para produzir artesanato em série.

Há alguns ecologistas que, em nome da veneração da natureza, concebem o ser humano como apenas um hóspede indesejável do nosso planeta. Essa atitude conservacionista radical é uma reação exagerada à tradição religiosa dos monoteísmos ocidentais que desvalorizaram a natureza para exaltar a espiritualidade e a vida após a morte. Esses ecologistas ignoram que não podemos conceber a natureza a não ser interagindo com ela, e que nós, humanos, somos parte do ambiente. Eles parecem ignorar, também, que a natureza humana é predatória e que a nossa vida pode depender da morte de outros seres vivos.

Além do ceticismo sobre as previsões de um desastre climático, a única resposta a essa situação tem sido a multiplicação das conferências mundiais sobre o clima que, até agora, têm fracassado. A última, realizada em Paris em dezembro de 2015, não foi diferente. O início das medidas necessárias para evitar as mudanças climáticas foi adiado para 2030.

Outro apelo, ainda mais tênue, é pela adoção de uma ética do clima⁶. Alguns filósofos propõem a construção de uma ética individual, transmissível para as gerações seguintes, que incorpore princípios de preservação ambiental. Seria antiético legar para as gerações futuras um planeta inabitável. Contudo, essa ideia leva a um dilema. Será que podemos exigir das gerações atuais que se sacrifiquem para que seus descendentes possam sobreviver? E se logo após esse período de sacrifício seus descendentes forem

⁶ Ver o livro de Gardiner *et alia*, 2010.

subitamente destruídos pela colisão de um asteroide com a Terra que dizimasse definitivamente a espécie humana?

A ética do clima é um projeto é frágil. Para que essa ética seja possível é preciso recuperar o sentimento de pertença a algum lugar que prezamos; recuperar a querência de cada um. Criar esse sentimento não significa, necessariamente, viver em um determinado lugar ou permanecer onde nascemos. Nossas querências podem estar longe de nós, mas é importante que saibamos identificá-las, como se estivéssemos ligadas a elas por meio de um cordão umbilical imaginário que nas últimas décadas foi, progressivamente, corroído pela transformação do mundo em apenas um lugar de trânsito, a negócios ou turismo, um mundo desfigurado pela globalização e pelo multiculturalismo, no qual não é mais possível vislumbrar qualquer hierarquia de valores.

As pessoas costumavam identificar suas vidas com um lugar, com um idioma, com uma etnia ou com uma cultura. Mas o engajamento *online* está dissolvendo essas identidades. Não voltamos a ser nômades, mas nos tornamos itinerantes.

A exposição às imagens nas redes sociais produziu um aumento no turismo internacional. As imagens de monumentos, de belezas naturais e de cidades antigas não substituíram as viagens. Ao contrário, elas criaram o desejo de vê-las de perto. Nunca se viajou tanto e nunca houve tanto turismo como nos últimos anos. No entanto, como as imagens dos lugares visitados estão disponíveis *online*, um novo tipo de prática se desenvolveu: as pessoas viajam para tirar fotografias ao lado desses monumentos ou paisagens, uma espécie de atestado de que elas realmente estavam lá e que, por isso, podem ser compartilhadas com amigos, na internet ou até mesmo em reuniões sociais. Essa nova prática contribuiu ainda mais para o aumento das viagens turísticas para lugares distantes, aumentando o gasto de combustível de aviação que, além de poluidor, despeja enormes quantidades de dióxido de carbono na atmosfera.

Em poucas décadas de existência, o computador pessoal produziu outros efeitos paradoxais. Havia um consenso de que ele

economizaria muito papel, pois poderia estocar, eletronicamente, grande quantidade de informação. Não seria mais necessário guardar ou microfilmear documentos pessoais e empresariais, pois eles poderiam ser digitalizados e estocados, com segurança, em nuvens *online*. No entanto, isso não fez com que a versão impressa desses documentos desaparecesse. Ao contrário, ela continuou a ser mantida e a ela foi acrescida uma versão digital.

A divulgação e o barateamento das impressoras domésticas conectadas aos computadores pessoais aumentaram, exponencialmente, o consumo de papel. Nunca se imprimiu tanto e com tanta facilidade. Quando ficamos sabendo que os principais jornais se tornarão digitais para economizar papel, isso soa como o guloso que, depois de comer metade de um bolo de chocolate, usa adoçante no seu café. Se um efeito similar ocorrer com as impressoras 3-D, haverá uma escalada na produção de badulaques. Não sabemos onde eles serão estocados. Atualmente, o americano médio não consegue guardar seu carro na garagem, pois ela está cheia de quinquilharias que não servem para nada.

As tecnologias digitais produziram uma explosão no consumo e um aumento da depredação da natureza. O comércio digital exige, cada vez mais, o uso de papel, papelão e plástico nas suas embalagens. E, como disse, o plástico é derivado do petróleo, uma economia que não contribui para a diminuição dos gases estufa, mas, ao contrário, promove seu aumento.

Mas não foi apenas a natureza que sofreu alterações. O ser humano também está sendo profundamente alterado. A computadorização está superdimensionada em nossas vidas. Os computadores se alimentam de algoritmos, ou seja, de programas gerais e abstratos nos quais o significado do que está sendo feito se torna secundário. Os seres humanos estão se tornando robotizados por se adaptarem, cada vez mais, à inflexibilidade dessas máquinas. O problema não é sermos substituídos por robôs, mas o fato de nós os substituímos.

Em outras palavras, estamos invertendo as expectativas. Em vez de os computadores facilitarem a realização de tarefas para os seres humanos, ocorre o oposto. Os seres humanos estão facilitando as tarefas que os computadores precisam executar. Um exemplo claro e, ao mesmo tempo, chocante dessa situação são as provas de redação para alunos do segundo grau. O objetivo torna-se, não escrever boas redações, mas redações que sejam consideradas boas pelos programas de computador, que irão corrigi-las e avaliá-las.

As expectativas otimistas em relação à tecnologia começaram a se dissipar no final da década de 1980. A jornada de trabalho não diminuiu, e as máquinas que realizam tarefas tanto físicas quanto mentais são agora, mais do que em qualquer outra época da história, vistas como uma ameaça à empregabilidade.

Novas vozes dissonantes surgiram, desta vez nos Estados Unidos. O matemático Ted Kaczynski publicou, no início dos anos 1990, o “Manifesto Unabomber” ou “A sociedade industrial e seu futuro” no qual ele defendia que deveríamos abandonar a tecnologia, pregando a vida simples e a volta à natureza. Kaczynski foi morar em uma cabana sem eletricidade nem água corrente, que ele construiu praticamente no meio do mato, pois defendia uma vida autossustentável.

Kaczynski obrigou o jornal *The Washington Post* a publicar seu manifesto, após cometer vários atos de terrorismo que o levaram a ficar conhecido como o “Unabomber”. Ele detonou 16 bombas e matou 3 pessoas, além de ferir outras 23. Kaczynski foi preso, considerado mentalmente insano e condenado à prisão perpétua.

No seu “manifesto”, ele argumentava que a tecnologia tinha deixado de ser algo opcional e se tornado algo imposto à vida das pessoas. O exemplo que Kaczynski usava era o carro que, pelo modo como se desenvolveram as cidades, deixou de ser uma opção e acabou se tornando uma necessidade. (Hoje em dia ele certamente afirmaria o mesmo sobre a internet e os *smartphones*). O passo seguinte, para ele, seria delegar às máquinas decisões sobre

problemas complexos, pois elas se tornariam mais inteligentes do que o homem. Pouco a pouco, as máquinas assumiriam o controle de tudo e não poderiam mais ser desligadas.

As críticas de Kaczynski alimentaram um certo sentimento de decepção em relação à tecnologia que havia na sociedade americana. O ideal do progresso começava a desmoronar. Esperava-se que, juntamente com o desenvolvimento da tecnologia, ocorresse a erradicação da ignorância, da credulidade e a construção de uma sociedade mais justa, com padrões éticos mais elevados. Mas, essas metas foram superestimadas, provavelmente por filósofos, sociólogos e historiadores que esperavam da tecnologia algo que ela não poderia oferecer.

Depois do computador digital, a maior invenção do século XX foi a internet. Inicialmente, ela era um projeto modesto. Mas em três anos, de 1993 a 1996, a internet, que tinha sido projetada para 130 *sites*, chegou a mais de 600.000. O que era para ser a grande biblioteca da humanidade, se transformou em um imenso bazar eletrônico. As esperanças civilizadoras da internet como grande agente democrático de compartilhamento do conhecimento humano logo se dissiparam e, em pouco tempo, as consequências de sua rápida expansão se tornaram perceptíveis. O comércio virtual mostra que o consumo universal é a realização da promessa da tecnologia. O sonho de uma vida boa é poder usufruir do lazer derivado de consumir cada vez mais produtos tecnológicos. O consumo aumentou e, com ele, a deterioração ambiental.

A internet desorganizou o conhecimento. Há um excesso de informação e não sabemos como nos orientar. Sentimo-nos perdidos por não termos critérios para identificar informações confiáveis e descartar as incorretas ou desatualizadas. A internet igualou conhecimento e opinião. As ciências foram reduzidas à informação. Não há informações mais básicas do que outras, e, por isso, não há, tampouco, ciências que sirvam de fundamento para outras. Por isso, atravessamos uma época tão aflitiva quanto a de

Descartes, na qual reinava grande confusão cultural, produzida por uma falta total de parâmetros para avaliar e hierarquizar opiniões.

A filosofia contemporânea também passou a rejeitar a ideia de fundamento. Os desconstrucionistas subverteram a confiança em qualquer verdade, sejam elas lógicas, éticas ou políticas. Para eles, o conhecimento é só um emaranhado de discursos, versões que se relativizam e que se contradizem umas às outras. Desde a metade do século passado, alguns filósofos como Jacques Derrida (1930-2004) e Ludwig Wittgenstein tentam nos convencer de que não usamos a linguagem, mas, ao contrário, que somos usados por ela. Não pensamos *com* a linguagem, mas *na* linguagem, pois somos constituídos por ela. Nada existe fora da linguagem. E a verdade nada mais é do que uma ficção conveniente gerada pelas palavras, um grande acordo socialmente aceito.

A tecnologia continua sua marcha planetária que, até agora, tem sido irreversível. Herdamos dos fundadores da ciência moderna, Galileu, Kepler e Descartes, a grande descoberta de que o livro da natureza está escrito em linguagem matemática. Juntamente com essa descoberta, herdamos a ideia de que a ciência sempre se desenvolverá em um ritmo exponencial. Essa ideia inclui a fé no poder da tecnologia, de que ela será capaz de resolver todos os problemas, inclusive aqueles que ela gerou.

Essa fé alimenta, em grande parte, o nosso autoengano com relação ao planeta em que vivemos. Supor que a ciência e a tecnologia desenvolverão poderes ilimitados e, por isso, resolverão todos os problemas futuros, pode ser um raciocínio indutivo equivocado.

Apostamos que o talento humano sempre encontrará uma solução para todos os desafios, uma ideia suficientemente reconfortante para não termos de nos preocupar tanto com o futuro de nossos filhos e netos. Contudo, o preço desse conforto é aceitar a ideia de que o futuro não será uma extensão linear do presente. O futuro se torna desconfortavelmente assombrado e disruptivo, pois como ele não pode ser concebido usando o passado ou o presente,

ficamos perdidos no escuro. Temos de conviver com a ideia de um futuro inimaginável, o que torna nossa aposta muito alta.

Mas será que era esse o sonho de Descartes? Submeter o ser humano à própria tecnologia que ele inventou? Ou será que ao longo dos séculos o sonho se transformou em pesadelo?

O trabalho humano sobrevive nos setores nos quais ele ainda é mais barato do que as tecnologias que podem substituí-lo. Mas, até mesmo nesses setores, o fantasma da automação total é uma ameaça que paira no ar, que sugere que, a qualquer momento, os trabalhadores poderão ser descartados, da mesma maneira que alguém se desfaz de uma tecnologia obsoleta para substituí-la por uma mais moderna. Faz parte desse fantasma uma noção de inferioridade que se tornou parte da compreensão que temos de nós mesmos, de que merecemos ser subestimados e considerados inferiores à tecnologia que criamos. A maioria das pessoas já foi convencida de que seres humanos são caros, lentos e ineficazes, e que as máquinas são rápidas, eficientes, e seu preço tende a diminuir.

Tudo se passa como se a automação total já estivesse ao nosso alcance e que a desapareição do trabalho humano, físico ou mental, já estivesse assegurada como uma etapa inevitável da história da tecnologia nos próximos anos. O futuro passou a ser narrado como uma história retrospectiva, que se inicia com a automação total, a liberação do homem do trabalho e corre em direção ao presente, que visto a partir de um espelho retrovisor, se transformou em uma fase de transição. Precisamos apenas aguardar algumas décadas até que a “tecnoutopia” esteja completamente concretizada. Essa atitude traduz a arrogância de que a humanidade poderá, finalmente, controlar seu próprio futuro. Com um futuro tão brilhante e com uma sociedade na qual já não é mais preciso trabalhar, quem precisa sonhar outro futuro?

É paradoxal que tanto os marxistas como os neoliberais defendam, embora por razões diferentes, o papel das novas tecnologias no futuro. O aumento da produtividade é uma meta comum compartilhada por marxistas e neoliberais. Para os marxistas, ela significa a prosperidade que possibilitará uma distribuição equitativa de riqueza. Para os neoliberais, ela significa aumento da margem de lucro.

Os marxistas fazem, atualmente, um discurso ambíguo. A automação total é a sonhada redenção do trabalho prevista por Marx. Mas a política sindical exige a defesa dos empregos, retardando a perspectiva da automação total.

Os neoliberais também fazem um discurso ambíguo. Eles usam o fantasma da automação total como uma estratégia adicional para desvalorizar o trabalho humano, manter os salários baixos e, com isso, adiar os investimentos em novas tecnologias, que ainda são muito altos. Para os neoliberais, contratar seres humanos ainda é caro, sobretudo nos países onde os sindicatos são fortes e nos quais há uma legislação trabalhista rígida. Mas em muitos países, os seres humanos são abundantes, há uma grande oferta de mão de obra, e o trabalho ainda é barato. Enquanto essa situação perdurar, ou seja, enquanto existirem proletariados remotos, a automação pode esperar. Ou, pelo menos, a perspectiva da automação total.

A robótica industrial aumentou a capacidade produtiva e baixou os custos de produção. Mas, na maioria das vezes, não houve um decréscimo no preço final ao consumidor. Pagamos pelo *design*, pela marca, pelo *marketing* e pela embalagem. A ideia de que a automação e, com ela, o aumento da produtividade pode levar à abundância e ao barateamento do preço de vários produtos nem sempre corresponde aos fatos.

Capítulo II

A paisagem digitalizada

A mecanização do trabalho físico e a digitalização de operações mentais tiveram forte expansão no século XX. De um lado, houve o desenvolvimento da robótica, e de outro, a disseminação dos computadores digitais e suas sucessivas miniaturizações até chegarmos, hoje em dia, aos *tablets* e *smartphones*.

A digitalização, que visa a substituição do trabalho mental humano por computadores, começou, efetivamente, a partir da segunda metade do século XX. A popularização dos computadores digitais e sua conexão por meio da internet completou o ciclo da digitalização. Atualmente, a maioria das operações mentais humanas pode ser realizada por máquinas digitais, quase sempre *online*.

A mecanização e a digitalização têm um impacto decisivo sobre uma das principais instituições humanas: o trabalho. A utilização de máquinas na indústria foi incentivada pela ideia de que elas seriam o melhor caminho para uma progressiva libertação do trabalho manual, quase sempre repetitivo e estafante.

No século XIX, o otimismo em relação à mecanização da indústria gerou o projeto utópico de sociedades nas quais a abundância de bens favoreceria a justiça social. Karl Marx, figura emblemática dessa época, considerava que o capitalismo tinha aberto uma janela de oportunidades e de abundância únicas na história da humanidade. Ele e outros utopistas apostavam nos poderes da tecnologia como o grande motor da história que nos conduziria, em uma etapa final, a uma redenção do trabalho.

No século XX e no início do século XXI, esse discurso foi renovado, dessa vez com o grande alarde que vem sendo feito sobre o papel das novas hipertecnologias, como a inteligência artificial, a nanotecnologia e a biotecnologia. A robotização das linhas de montagem acabaria com o chão de fábrica. As operações mentais também se tornariam inteiramente mecanizáveis e, por isso, um exército de contadores e outros tipos de burocratas perderiam definitivamente seus empregos, sendo substituídos por máquinas. Formou-se o mito de que em mundo hipertecnológico o trabalho diminuiria, até desaparecer.

A promessa é, novamente, a superação da escassez através de um grande aumento da produtividade que resulta da mecanização e da digitalização. Teoricamente, deveríamos ter cada vez mais acesso aos bens, cujo preço cairia vertiginosamente. No entanto, a promessa de hiperabundância inclui também o trabalho humano, que se tornaria obsoleto e redundante, pois poderia ser integralmente realizado por máquinas.

Como o trabalho estaria se tornando rapidamente descartável em nome dessa promessa, seu valor é drasticamente diminuído. O fim do trabalho passa a ser usado como um mito tecnológico opressor. O paradoxo chega ao extremo quando as pessoas passam a desejar ter um trabalho, ou seja, quando ele se transforma em uma dádiva, em um privilégio em um mundo condenado, inevitavelmente, à automação total.

O medo de se tornar subitamente inempregável, da exclusão progressiva e a ideia de que o desenvolvimento tecnológico é intrinsecamente benéfico são representações incompatíveis que habitam o imaginário contemporâneo. Nesse cenário perverso, cada vez menos pessoas trabalham mais, estão cada vez mais cansadas e reclamam disso, mas são agradecidas por ainda terem o privilégio de estarem trabalhando. A diminuição da quantidade geral de trabalho, que deveria ser um benefício, passa a ser tão temida que a criação de empregos se tornou parte obrigatória da agenda política e eleitoral de qualquer governo.

Emprego e desemprego sempre foram setorizados e irregularmente distribuídos. A diminuição da jornada de trabalho como regra geral esbarra na especialização e, por isso, é utópico pensar que todos poderíamos trabalhar menos horas por dia se o trabalho fosse equitativamente distribuído. Mas será que a quantidade total de trabalho diminuiu com a adoção de novas tecnologias? Por que temos a impressão de que o trabalho diminuiu e que essas tecnologias estão produzindo desemprego?

A mecanização e a digitalização modificaram a natureza do trabalho. Certamente, algumas profissões estão se tornando obsoletas e tendem a desaparecer nas próximas décadas. Vários postos de trabalho já foram fechados. Mas será que, hoje em dia, as pessoas empregadas trabalham menos? Será que a digitalização tornou o trabalho menos penoso? O que ocorre atualmente é que a maior parte do trabalho, sobretudo as operações mentais, passaram a ser mediadas por algum tipo de computador.

Vivemos em sociedades que, quanto mais avançam na tecnologia, mais nos tornam cansados. Todos estão sempre exaustos. Em nenhuma época tivemos a sensação tão acentuada de que o tempo de que dispomos é sempre insuficiente e que, a cada dia, mais tarefas se acumulam à espera de serem realizadas. Essa sensação é indício de que o trabalho pode não ter sido, efetivamente, diminuído, mas apenas modificado.

Uma das razões para isso é o fato de que muitas pessoas confundem mecanização ou digitalização com automação. Um processo está automatizado quando não precisamos mais participar dele. Mas não é isso que acontece. Muitas operações mentais podem ser feitas por meio de computadores, mas não estão suficientemente automatizadas.

Quando interagimos com *sites* de compras ou de serviços na internet temos de memorizar e usar vários tipos de senhas. Como os *sites* requerem senhas em formatos diferentes (só números, números e letras ou só letras), não conseguimos padronizar uma única que dê acesso a todos os serviços que utilizamos na internet.

Alguns programas antivírus também prometem reproduzir as senhas automaticamente sempre que necessário, mas ainda há dúvidas sobre sua segurança. Temos, frequentemente, de fazer testes visuais para provarmos que não somos máquinas. A identificação biométrica é uma tentativa de simplificar esse procedimento, mas ela ainda não dispensa, completamente, o uso de senhas no meio do processo. Há uma substituição de um tipo de trabalho por outro. O trabalho mental é menos perceptível, mas pode, facilmente, nos levar à exaustão.

Os *smartphones* dissolveram a partição conquistada no século XX entre trabalho e lazer e, com isso, a tecnologia frustrou as expectativas de diminuição do trabalho, o que poderia contribuir para a felicidade. Ao contrário, o uso de *smartphones*, *tablets* e outras tecnologias esmaeceram as fronteiras entre o início e o final da jornada de trabalho. Agora todos podem levar o escritório para casa e para as férias na praia. Voltaremos das férias cansados.

O cansaço não é exclusividade daqueles que trabalham. A internet roubou a nossa atenção, um patrimônio psíquico importante e limitado. Nossa atenção praticamente sucumbiu à cultura da interrupção fomentada pela computação ubíqua, que se tornou cada vez mais popular com o uso de *smartphones* e outros tipos de celulares conectados à internet. Receber *e-mails* e mensagens no WhatsApp criam mini expectativas, um prazer em gotas que se instaura quando as recebemos. Somos lembrados por alguém. Isso nos satisfaz por alguns segundos, mas, logo em seguida, já se forma uma nova expectativa em uma sequência que nunca pode terminar, pois não há como satisfazer plenamente o desejo de sermos lembrados e queridos. Nesse ciclo, que preenche quase totalmente o nosso tempo, acabamos o dia exaustos, muitas vezes sem entendermos a razão de nosso cansaço. Paradoxalmente, quanto mais tecnologias inventamos, mais cansados nos tornamos. Como observou o sociólogo e filósofo sul-coreano Byung-Chul Han (2015), somos multidões hiperativas e sempre cansadas.

A cultura do cansaço levou ao superdimensionamento da indústria do lazer, do entretenimento, que ocupou o espaço da cultura. Ninguém quer chegar em casa, depois de uma jornada estafante, para assistir um filme de Akira Kurosawa ou de Lars von Trier. No máximo, queremos assistir a um bom seriado americano ou a algum programa de culinária.

A temporalidade, ou seja, nossa percepção do tempo, também foi alterada por esse ritmo diário de execução de tarefas digitais e de troca instantânea de mensagens. A estimulação incessante e o desassossego geram a sensação de que o tempo flui mais depressa. A vida é vivida com tanta voracidade que temos a impressão de que a história se acelerou e que o tempo passa mais rápido.

O trabalho tende, de uma forma geral, a se tornar cada vez mais sedentário. Estamos sempre sentados diante de telas, no trabalho e nas horas de lazer. Também permanecemos horas sentados no carro e, sempre que possível, nos ônibus e no metrô. Por destruir nossos esquemas tradicionais de espaço e de tempo, as novas tecnologias estão excluindo o nosso corpo do mundo. Como reação a uma cultura que cada vez mais nos desenraiza do mundo físico e nos convida a trocá-lo pelo virtual, há uma grande valorização das habilidades do corpo.

Esportistas profissionais ganham fortunas e, rapidamente, se tornam astros na mídia. Os esportes passaram a ser parte fundamental do entretenimento e se globalizaram. Copas do Mundo e Jogos Olímpicos cativam milhões de espectadores, que podem estar nos estádios ou, simplesmente, assistindo a esses eventos em casa, pela televisão. Um jogo de futebol é um ritual público que nada tem de racional, nem de pragmático. São 90 minutos nos quais tanto os jogadores como a audiência do estádio e os telespectadores são momentaneamente reinsertos na sua corporeidade.

Nesse novo cenário de digitalização e semi-automatização, o trabalho se torna fragmentário, ocasional, e as relações trabalhistas muito mais voláteis. Nos países desenvolvidos, a digitalização levou à substituição de parte do trabalho mental que, no entanto, ainda

precisa ser monitorado. Nos países em desenvolvimento, as tentativas de automação e de digitalização resultam do despreparo da mão de obra, da baixa escolaridade e do insucesso das tentativas de treinamento. Muitas vezes, nesses países, a automação é abandonada e se regride em direção à recontração do trabalho humano, por ainda ser mais barato e pela incapacidade de formar uma mão de obra apta a monitorar as novas tecnologias e corrigir seus defeitos, sempre multiplicados por uma infraestrutura precária e subdimensionada.

A uberização é um dos principais sintomas da desorganização das relações de trabalho causada pelas novas tecnologias. Frequentemente, o Uber é um aplicativo associado à substituição dos táxis nas grandes cidades, mas é muito mais do que isso. Inicialmente, o projeto do Uber era organizar caronas solidárias nas grandes cidades. No entanto, alguns empresários perceberam que poderiam aproveitar o fato de que, hoje em dia, praticamente todas as pessoas dirigem carros e que, se essa força de trabalho fosse aproveitada e organizada por um aplicativo, os motoristas amadores poderiam assumir boa parte do mercado preenchido pelos táxis, bastando, para isso, trabalhar nas horas vagas.

Em pouco tempo, o Uber se tornou uma daquelas empresas arquivilionárias do vale do silício, cujo endereço é apenas uma caixa-postal de algum paraíso fiscal caribenho⁷. Com ele, vieram outros aplicativos para preencher com trabalho as horas vagas de muitas outras atividades profissionais. A advogada que está com poucos clientes pode compensar essa situação se souber fazer maquiagem. Há um aplicativo para chamá-la nas vésperas de eventos. Ela não precisa ser uma maquiadora profissional e, por isso, sabe-se que ela cobrará a metade do preço. Se você tem uma moto, pode maximizar seu uso fazendo entregas aos sábados em vez de deixá-la ociosa na garagem do seu prédio. Todo mundo está disposto a fazer pequenos

⁷ Para uma crítica mais detalhada do Uber, ver Hill, 2016.

trabalhos temporários e todo mundo, também, fica feliz quando pode pagar menos por um serviço.

O Airbnb é um aplicativo que tem o mesmo formato do Uber. Se você tem um quarto disponível na sua casa, ou um quarto que não está sendo usado por seu filho que está viajando, é possível alugá-lo e conseguir uma renda extra, bastando, para isso, cadastrá-lo no aplicativo. Aplicativos como o Uber e Airbnb permitem o uso eficaz de ativos subutilizados. Todos passam a ser, ao mesmo tempo, fornecedores e clientes.

A uberização é o trabalho em migalhas. Ela começa com a profissionalização do amadorismo, pois todos podemos ser motoristas, jardineiros ou entregadores nas horas vagas. Contudo, o inverso, ou seja, o rebaixamento de profissionais a amadores, já está acontecendo. Muitos profissionais qualificados estão se inscrevendo em aplicativos que os selecionam para prestar serviços a preços reduzidos em determinados horários ou dias da semana. É possível que, em pouco tempo, o trabalho qualificado se torne precário.

A relação contínua entre empregados e patrões tenderá a desaparecer, sobretudo no setor de serviços. A babá de seu filho, quando você for ao cinema, será escalada por um aplicativo e, dificilmente, será a mesma pessoa em todas as ocasiões. Não haverá mais o taxista de confiança ou o garçom que te conhece sempre que você entra em um determinado restaurante.

Muitos empregadores estão usando a “nuvem humana”. As atividades profissionais são separadas em atribuições e projetos diferentes e lançadas em uma nuvem virtual de trabalhadores potenciais em qualquer lugar do mundo. Essa é a economia sob demanda. Provavelmente, ela exigirá que todos façam várias atividades para conseguir a renda que precisam. As pessoas terão alguma das profissões que restaram e, ao mesmo tempo, serão motorista de Uber e locador de Airbnb. No mundo do trabalho precário, não haverá direitos trabalhistas, ganhos em negociações coletivas e segurança no trabalho.

As pessoas não terão um emprego definido e viverão se deslocando de tarefa em tarefa, sem que nenhuma delas possa ser considerada sua ocupação principal. As profissões exercidas por pessoas de classe média, como advogados, engenheiros, contadores e jornalistas não gerarão renda suficiente para que essas pessoas mantenham seu padrão de vida. Essas pessoas terão dificuldades de se manter, ameaçadas pelos baixos salários ou pelo desemprego. Elas precisarão desenvolver várias habilidades, talvez nenhuma em especial e, para complementar sua renda terão de ser taxistas do Uber ou alugar um quarto de suas casas por alguns dias. O biscate, a economia informal possibilitada pelos aplicativos, integrará definitivamente a vida cotidiana dessas pessoas. Não há progressão funcional para quem trabalha para esses aplicativos e, por isso, nenhuma expectativa de carreira.

Trabalhar dependerá de oportunidades efêmeras, no máximo intermitentes. Não nos permitiremos tirar uma soneca depois do almoço de domingo pois, certamente, alguém precisará de um Uber para ir ao aeroporto e seria inaceitável se não aproveitássemos essa oportunidade. Como patrões de nós mesmos, estabeleceremos metas inatingíveis e avaliaremos nosso próprio desempenho de forma implacável.

A uberização, ou seja, o uso de ativos subutilizados, já forma um mercado financeiro paralelo por meio dos microfinanciamentos. É possível emprestar 100 dólares para uma pessoa que, sem acesso a nenhum tipo de renda, compre um carrinho de cachorros-quentes ou para a montagem de uma oficina de costura. A empresa Kiva se especializou nesse tipo de negócio e, desde 2005, mais de 2 milhões de pessoas já tomaram emprestados mais de 700 milhões de dólares por meio de uma plataforma de compartilhamento.

Até as lojas de departamento estão adotando a uberização. Em vez de ter grandes estoques que exigiriam alugar grandes galpões e manter muito mais profissionais, elas são apenas um *site*. Se você precisa comprar alguma coisa, basta entrar no *site*, pagar com um cartão de crédito e, em seguida, a loja acionará um microempreendedor

que possa fornecer o produto diretamente para seu endereço. Não é preciso ter mercadoria, basta ser um intermediário confiável.

Da mesma forma que o Facebook nunca criou nenhum conteúdo, o Uber nunca comprou um veículo⁸. Lojas de departamentos que operam por aplicativos não precisam ter nenhum produto. Podemos nos cadastrar em *sites* para vender livros que não queremos mais, roupas e todo tipo de objeto pessoal. Os novos aplicativos nos tornaram micro comerciantes informais.

A ameaça de desemprego e a modificação das relações de trabalho é amenizada pela ideia de que as novas tecnologias trazem um benefício irrecusável: elas são as grandes aliadas na luta pela preservação da vida. É inegável que nas últimas décadas foram criados novos medicamentos, novas vacinas, antibióticos, anti-inflamatórios, o raio-X, a tomografia e a ressonância magnética. Isso sem falar, é claro, da anestesia odontológica.

A maioria das conquistas da medicina contemporânea, sobretudo na área de diagnóstico, só se tornou possível graças à ciência da computação, que informatizou a medicina. A preservação e o prolongamento da vida como resultado das novas tecnologias contribuem, decisivamente, para que se forme a percepção de que o desenvolvimento tecnológico, apesar de seus custos sociais, é intrinsecamente benéfico.

A defesa da preservação da vida como um bem valioso em si tem como consequência a superpopulação, um tema cuja discussão é um tabu institucional. Como observou Richard Dawkins, estamos presos em um ciclo evolucionário perverso. Quando aumenta a produção de alimentos, gerando alguma abundância, a população aumenta. O aumento de produtividade é anulado e o ciclo se reinicia, a produção de alimentos volta a aumentar e, em seguida, um aumento de população anula esses ganhos. Esse ciclo é estimulado por tradições religiosas a favor da reprodução ilimitada as quais

⁸ Essa observação, muito apropriada, foi feita por Schwab, K., 2017.

estão disseminadas em quase todas as sociedades. O controle da mortalidade é muito mais fácil do que o da natalidade.

Por preservar pessoas com conjuntos de genes humanos que, antigamente, não sobreviveriam e nem tampouco se reproduziriam, a medicina inverteu a direção da evolução. Quanto mais cuidados médicos há, mais pessoas sobrevivem e se multiplicam, contribuindo para o aumento do desemprego.

A superpopulação levou os seres humanos a uma situação de competição extrema, em sua maior parte causada por uma tecnologia que, ao mesmo tempo que salva cada vez mais vidas, produz hordas de seres humanos que, com o avanço da mecanização e da digitalização, tendem a se tornar supérfluas e redundantes. Há mais pessoas disputando um mesmo número de empregos.

A preservação da vida se manifesta também por meio da busca pela longevidade, uma das grandes preocupações atuais da medicina e da biotecnologia. A população mundial está se tornando cada vez mais longeva. A expectativa de vida média global subiu de 65 para 72 anos nas duas últimas décadas.

A Europa é um vasto continente de idosos. Nos Estados Unidos, muitas pessoas já vivem mais de 100 anos. Em breve, a China terá mais de 100 milhões de idosos. Nas próximas décadas, a velhice será epidêmica também nos países em desenvolvimento, ameaçando seus sistemas previdenciários, que não estão preparados para essa nova realidade. A biologia molecular e a gerontologia sugerem que viver 120 anos é uma realidade iminente.

O aumento da longevidade também contribui para o desemprego. Como as pessoas vivem mais e se aposentam cada vez mais tarde para não perder benefícios, ocupam por mais tempo seus postos de trabalho. As novas gerações que chegam encontram menos vagas disponíveis. A substituição da mão de obra ocorre de forma mais lenta. Em muitos casos, a única forma de os jovens obterem empregos é trabalhar por um salário mais baixo. Os empregadores demitem os funcionários mais antigos para pagar menos. Esses funcionários demitidos, por sua vez, aumentam as

estatísticas de desemprego pois, na maioria das vezes, não conseguem se recolocar. Os jovens que aguardam por um emprego e os funcionários mais antigos que foram demitidos frequentemente recorrem ao trabalho uberizado para sobreviver.

Há, ainda, um outro complicador. A tendência global é que os idosos e aposentados consumam menos⁹. Os *baby boomers*, ou seja, a geração nascida após a Segunda Guerra Mundial, está se aposentando e, com isso, milhões de pessoas com bom poder aquisitivo diminuirão seu padrão de consumo. Pessoas idosas não compram casas, móveis e dificilmente abrem novas empresas. Elas tendem a preservar o dinheiro poupado para a aposentadoria em investimentos conservadores. Por conta disso, a previsão é que uma nova recessão atingirá, nas próximas décadas, as economias da Europa e dos Estados Unidos, arrastando com elas muitos países em desenvolvimento.

Essas dificuldades reacendem um antigo debate: será a longevidade um bem em si? A longevidade é desejável, mas é preciso, urgentemente, melhorar a qualidade dos últimos anos de vida dos idosos, e nisso a medicina tem falhado até agora. De que nos adianta viver 160 anos se nos últimos 20 não pudermos sair de uma cama? Talvez uma vida longa não seja uma bênção e vários filósofos já advertiram para isso. No século XVII, o inglês Thomas Hobbes¹⁰ (1588-1679) afirmava que a vida humana, no seu início, era “solitária, pobre, suja, brutal e curta”. Séculos mais tarde, Freud¹¹, ressentindo o peso da idade, afirmou que “de que vale uma longa vida se é tão miserável, tão pobre em alegrias e rica em sofrimentos que só se pode saudar a morte como uma libertação?” Viver por viver não é vida.

A velhice globalizada é um imenso problema social, sobretudo quando muitos idosos, a partir dos 80 ou 90 anos, perdem sua

⁹ Ver o livro de Gratton & Scott, 2017.

¹⁰ Ver o *Leviatã*, capítulo I, 2014.

¹¹ Ver Freud, *O mal-estar na civilização*, 1930.

autonomia. Muitos já sofreram quedas e perderam a locomoção, outros enfrentam o *Alzheimer*. Quando a velhice ingressa nessa etapa, os idosos passam a depender de enfermeiras geriátricas e de outros tipos de cuidadores. Por isso, na maioria das vezes, são levados para instituições especializadas.

As consequências são devastadoras. Esses idosos perdem suas casas e passam a viver em espaços restritos, em uma longa fila de espera para a morte na qual a assistência se confunde com segregação. Milhões de idosos passam seus últimos anos fitando o nada, pacificados por telenovelas e calmantes. Vidas quase vegetais prolongadas sem qualquer fim social.

A medicina nos proporcionou um ganho quantitativo em longevidade, mas não qualitativo. As pessoas nascem em uma época e morrem em outra. Morrem em um mundo diferente, que não são capazes de compreender. Nunca tantas gerações passaram a conviver e a repartir uma visão de mundo tão diferente. Os idosos se tornarão pessoas cada vez mais caricatas, com ideias e atitudes antiquadas. As gerações que convivem continuarão usando as mesmas palavras, mas falando de mundos diferentes, criando a ilusão de que um diálogo entre pessoas com ideais frequentemente opostos ainda é possível.

As gerações, antes caracterizadas pelas utopias que partilhavam, são agora apenas rotuladas como “X”, “Y” ou “mileniais”. Há muitos jovens com ideias obsoletas, as vezes mais conservadoras do que as de seus avós.

A ideia de que as gerações mais recentes eram as que tinham maior poder transformador nas sociedades desapareceu. Em uma mesma década convivem idosos interessados em cadeiras de rodas com acessórios eletrônicos e outros que ainda defendem o comunismo. Ao mesmo tempo, há jovens sonhando com o último modelo de carro esportivo, pouco importando se os meios para o obter exigem uma associação com o crime organizado. Haverá ainda outros que odiarão a geração atual por ter sido omissa em relação ao problema climático do planeta.

Nossas sociedades reprovam moralmente a paternidade irresponsável. Reprovam os adolescentes que têm filhos sem condições econômicas de sustentá-los e de educá-los. Pelos mesmos critérios, nossas sociedades deveriam também reprovam a longevidade irresponsável. Uma longevidade responsável exige que, para prolongar a vida, sejam dadas as condições para que os últimos anos das pessoas possam ser vividos com dignidade. A longevidade responsável é o princípio que rege a obrigatoriedade da contribuição para os sistemas previdenciários governamentais. Mas eles não têm arrecadado o suficiente e muitos estão falidos. Seria razoável aumentar a contribuição ou apenas estimular as pessoas a poupar mais para sua velhice? A questão não é apenas técnica, mas também ética. Será a solidariedade uma obrigação moral? Podemos exigir que ela seja algo mais do que um gesto espontâneo?

Em muitos países, os idosos ainda são uma minoria que pode pagar por técnicas sofisticadas para salvar e prolongar suas vidas. Nesses países, a longevidade é um luxo tecnológico que convive com uma multidão sem acesso à educação e ao trabalho. Essa convivência incômoda é legitimada pela disseminação da crença de que, em um futuro breve, essas tecnologias terão um custo reduzido e, por isso, serão universalizadas.

Essa situação causa uma sensação ambígua: a de que a vida humana nunca foi tão valorizada e, ao mesmo tempo, tão desvalorizada. No século XX, milhões de pessoas foram chacinadas em duas guerras mundiais. Milhões morreram em campos de concentração, vítimas de um massacre industrializado.

Na segunda metade do século XX, as guerras continuaram. Houve a guerra da Coreia, nos anos 1950, a guerra do Vietnã, a invasão do Tibete pela China, a guerra civil em Angola, a guerra do Golfo, a invasão do Iraque, o genocídio de povos indígenas na Guatemala liderado pelos Estados Unidos, o bombardeio da Líbia na década de 1980, a guerra na Chechênia e depois as revoltas na Ucrânia. Atualmente, há guerras civis no Congo e na Síria, ainda longe de acabarem.

Como um contraponto a tantas mortes violentas, as novas ciências da vida sugerem que poderemos viver cada vez mais. A engenharia genética, os transplantes de órgãos e as pesquisas com células embrionárias abrem perspectivas inimagináveis. O milionário Peter Diamandis e o pioneiro da genética Craig Venter criaram a empresa Human Longevity, Inc., uma *startup* voltada para pesquisas que permitirão vivermos muito mais e, talvez, para sempre.

Quando nos referimos à vida, não distinguimos entre *zoe* e *bios* como fizeram os gregos antigos. *Zoe* é a nossa vida como organismos, como seres biológicos. *Bios* é a nossa vida como experiência subjetiva, como história pessoal. Somos *zoe* e *bios* ao mesmo tempo. Nas últimas décadas, a vida passou a ser associada à *zoe*, deixando a *bios* para um segundo plano. Como *zoe*, a vida é uma *commodity*, uma matéria prima em uma economia que valoriza mais as máquinas do que as pessoas. A vida como *zoe* não tem preço, mas tem um custo. É a vida contabilizada pela medicina e pela previdência. Quando a medicina se refere à longevidade, está priorizando a vida como *zoe* e ignorando a *bios*. Por isso, quando se fala em viver mais de cem anos, isso significa que seremos *obrigados* a viver mais de cem anos, independentemente de nossa capacidade psicológica de suportar a vida. O cansaço existencial é insuperável.

A velhice é muito cansativa, mesmo com tratamentos antissenilidade. Os últimos anos de vida dos idosos são, em geral, marcados por doenças incapacitantes que causam muito sofrimento. A única alternativa seria interromper voluntariamente a vida. O suicídio encarna e garante a liberdade. Não tivemos nenhuma palavra a dizer sobre o nosso nascimento. No entanto, a geriatria e as relíquias teológicas obsoletas tentam nos privar dessa liberdade fundamental. Com exceção de alguns países, o acesso à morte assistida ainda depende de uma decisão clínica clandestina. Paradoxalmente, os direitos humanos não permitem que acabemos com nossas vidas por vontade própria.

A extensão da vida é considerada valiosa em si. *Zoe* predomina como parâmetro, tanto para a valorização da vida pela medicina

quanto para descartá-la quando ela não interessa mais. *Zoe* é a vida transformada em planilha. A mesma planilha que serve para aprovar investimentos em pesquisas de medicamentos para prolongar a vida dos idosos serve também para apressar sua morte quando ela é usada para aprovar o fim dos subsídios para anti-hipertensivos e antidiabéticos que muitos aposentados não podem comprar.

A contrapartida da longevidade e da vida como *commodity* precificada levou à aparição de um novo imperativo ético: o dever de sermos saudáveis para que as sociedades não se tornem sobrecarregadas com o alto custo das aposentadorias e da saúde precária no fim da vida dos idosos. O fardo econômico é imenso e, por isso, muitos idosos aposentados se sentem culpados por viver. O constrangimento por viver, talvez mais do que o esperado, e de consumir sem repor assola muitos aposentados em idade avançada. Esse constrangimento é a base de um novo imperativo moral que chamo de *ética somática*.

Uma postura ativa, informada e prudente em relação ao que pode ocorrer com nossos corpos em um futuro próximo se tornou, também, uma responsabilidade indiscutível. A boa saúde, o controle da dieta e os exercícios físicos regulares são prescrições gerais que todos devem seguir. Na ética somática está incluída, também, a *mens sana*, ou seja, o controle do stress pela meditação transcendental, que já está disponível em aplicativos para *smartphones*.

A busca pela prevenção de doenças se tornou uma exigência ética, um ideal obrigatório. A ética somática fez a demanda por serviços médicos de todos os tipos crescer exponencialmente. Hospitais, laboratórios e centros de pesquisas de novos medicamentos se multiplicaram. Tudo se passa como se tivéssemos total responsabilidade sobre o nosso corpo e não estivéssemos submetidos a más condições de trabalho e a uma alimentação na qual predominam os produtos industrializados.

O ideal da ética somática é ser normal em uma sociedade imensamente anormal. A exigência da boa saúde não combina com o *marketing* televisivo de alimentos que, para não serem vilões,

surgem agora em versão “*light*”, sem açúcar e sem glúten. A culpa, nesse caso, está associada com a transgressão dos novos ideais ecológicos de sustentabilidade que apregoam a possibilidade de vivermos e, sobretudo, de nos alimentarmos sem causar desequilíbrios ambientais, pois eles comprometeriam a vida dos outros e das gerações futuras.

Para compensar os excessos alimentares, temos de frequentar academias. O objetivo delas é cansar o nosso corpo, aliás, já cansado de passar o dia interagindo com computadores. A academia é o complemento natural da cultura do cansaço, ou seja, de uma cultura baseada na sobrecarga.

A promessa do fim do trabalho e a ideia da preservação da vida como valor inquestionável são incompatíveis, embora ambas tenham surgido do mesmo projeto tecnológico que se iniciou há três séculos. Elas têm produzido um cenário perverso, que só poderia começar a ser modificado se a questão da superpopulação fosse discutida abertamente, sem os dogmas religiosos e sem a pressuposição (também religiosa) de que a distribuição equitativa dos bens bastaria para resolver o problema da escassez. Como isso não ocorre, a associação entre hipertecnologias e a preservação da vida torna a inteligência artificial uma tecnologia temerária, que está colocando em risco a continuidade da espécie humana.

Uma solução para o desemprego que está sendo causado pelas novas tecnologias, em especial a inteligência artificial, é a criação de um programa internacional de renda mínima. Um dos defensores mais entusiasmados dessa ideia é Rutger Bregman. No seu livro *Utopia for realists* [Utopia para realistas] (2017), ele afirma, enfaticamente, que a ajuda financeira continuada não torna as pessoas inertes ou dependentes de uma mesada. Bregman defende que o rendimento básico garantido ou a renda mínima se torne um padrão global nas próximas décadas.

Uma iniciativa do mesmo tipo são as geladeiras comunitárias de Londres. Todas as noites sobra comida na cozinha dos restaurantes, excedendo a quantidade de porções servida. Em vez de

simplesmente descartá-la, vários restaurantes aderiram à ideia de disponibilizá-la, durante a madrugada, em geladeiras que ficam na calçada dos restaurantes. É uma comida que se destina a imigrantes e pessoas sem-teto. Há um compromisso moral por parte das comunidades. Nenhuma pessoa que não esteja nessas condições precárias se serve dessa comida.

Se um programa de renda mínima global for implementado, seria justo exigir contrapartidas daqueles que receberão esse benefício? Uma das exigências seria o controle da alimentação dos beneficiários, pois a obesidade e o excesso de consumo são encargos financeiros pesados para os sistemas de saúde pública em todo o mundo. Os defensores dessa ideia sustentam, também, que o consumo de álcool, açúcar e tabaco deveria ser proibido para quem recebe renda mínima. A lista de compras dessas pessoas deveria ser autorizada pelos dados que existem na nuvem de saúde. Será justa a exigência dessa contrapartida? Ou será ela uma limitação da liberdade das pessoas?

Os beneficiários da renda mínima receberiam, automaticamente, uma cesta básica mensal com os mantimentos necessários para sobreviver. Eles não poderiam fazer compras, um privilégio que será reservado aos ricos. Fazer compras, em uma época na qual tudo pode ser encomendado eletronicamente, será um privilégio, uma diversão que manterá os *shoppings* lotados. As pessoas gostam de fazer compras, pois pensam que estão tomando decisões, sem saber que, de fato, suas escolhas são induzidas subliminarmente.

Não acredito que o programa de renda mínima possa resolver todas as dificuldades, embora reconheça que ele é um paliativo imediatamente disponível. Mas a observação de Richard Dawkins, de que um ciclo evolucionário perverso pode ocorrer, vale também para este caso. Ou seja, o risco envolvido em tentar erradicar a miséria produzida pelo desemprego por meio de doações e programas sociais é a possibilidade de um aumento da população. Sempre que as pressões evolucionárias pela sobrevivência são abrandadas e ocorre um alívio, mesmo que apenas temporário, o

aumento da população o anula e a miséria retorna até que novo alívio ocorra. Paradoxalmente, quanto mais repartimos nossos alimentos, maior é a possibilidade de que a miséria ressurja.

Alguns economistas heterodoxos, como Amartya Sen (2017), observam que a pobreza não se resume à falta de renda e que ela envolve um conjunto de circunstâncias desfavoráveis, como falta de acesso a um ensino público de qualidade, desinformação sobre saúde e higiene e a necessidade de submissão a estados paralelos que dominam as comunidades nas periferias das grandes cidades.

Além disso existe, hoje em dia, um fator que não pode ser controlado por nenhum tipo de engenharia social, como os programas de renda mínima. Os planejadores da internet perceberam que somos mais vulneráveis às imagens na hora de julgar, tomar decisões e, principalmente, comprar. A ciência cognitiva mostrou que as pessoas são mais facilmente influenciadas por um apelo às emoções do que por argumentos racionais. Muitas imagens divulgadas nas redes sociais tornaram as sociedades cada vez mais instáveis. Frequentemente, essas imagens mostram um mundo de abundância, agravando ainda mais as frustrações individuais quando são acessadas por pessoas que vivem na pobreza.

Para essas pessoas, fica implícito que a tecnologia que cria a prosperidade é a mesma que a torna inatingível para uma multidão de pessoas pobres, desempregadas, que nunca poderão usufruí-la. Essa privação era aceita antigamente, mas se torna inaceitável em um mundo no qual nunca houve tanta abundância que, no entanto, permanece inacessível para a maioria da população mundial. Ela pode ser vista nas telas dos *smartphones*, tocada com os dedos nessa tela, mas como não pode se tornar real, beira a alucinação psicótica.

Essa tensão aumentou com a expansão da internet e das redes sociais. Não há mais como esconder nada. Tudo foi desvelado. Não há mais como camuflar as desigualdades extremas. O véu da ideologia se rasgou e a política cede espaço para uma guerra de todos contra todos. É a época do apocalipse, palavra que originalmente

significa “revelação”, mas que, por conta de mistificações, passou a significar “o fim do mundo”.

Imagine a experiência de uma pessoa que mal tem o que comer ou que troca um dia de trabalho por um prato de comida ao abrir o Facebook e se deparar com a foto de um prato de lagosta, frutos do mar e um pouco de arroz selvagem. Um prato irresistível, cuidadosamente montado para imediatamente abrir o apetite, formado com uma combinação agradável de cores, típico do *chef* internacional de um restaurante sofisticado em um hotel luxuoso.

Um *post* como esse prato de lagosta revolta milhões de pessoas. No século XIX, essa situação desconfortável era contornada pela ideia de fraternidade, proposta pela Revolução Francesa e, no século XX, se transformou em solidariedade. Mas a associação entre a riqueza de alguns com a miséria de muitos não desapareceu. Nesse cenário, os grandes milionários internacionais, que são promovidos e tratados como os heróis de nossa época, aumentam ainda mais os contrastes sociais.

Os noticiários na TV encamparam essa causa. A mídia descobriu que uma das melhores formas de aumentar e fidelizar sua audiência é causar indignação. Não é apenas a desigualdade extrema que nos indigna, mas a percepção de que ela tem como causa a corrupção impune, o desvio de verbas públicas e políticos que usufruem de privilégios injustificáveis. Infelizmente, ser honesto, ter escrúpulos, é coisa para otários, principalmente em países nos quais ter amigos poderosos vale mais do que anos de carreira.

Será que, para ser mais equilibrada, a mídia deveria enfatizar também a situação inversa? Se o prato de lagosta pode ser interpretado como um desrespeito às multidões pobres, por que não poderíamos afirmar que imagens de extrema pobreza seriam um desrespeito em relação à classe média e aos ricos? As imagens de extrema pobreza podem ser, para os ricos e para a classe média, tão disruptivas como o prato de lagosta para quem tem fome. Em um mundo de exclusão mútua, no qual se excluem os excluídos, sejam eles ricos ou pobres, a invisibilidade também é mútua. A circulação

dessas imagens, consideradas um efeito colateral da liberdade na internet, mostram como o totalitarismo digital pode se voltar contra si mesmo.

A superpopulação torna as sociedades instáveis. É comum ouvirmos que as desigualdades extremas levam a um aumento exponencial da violência urbana, que saiu do controle. Penso que isso é parcialmente verdadeiro, mas acredito que a internet e as redes sociais também têm contribuído para o crescimento dos crimes de ódio, frequentemente induzido por ondas de indignação.

Os crimes de ódio integram a violência urbana, embora quem os pratique nem sempre vise vantagens materiais. Crimes, como incendiar ônibus na periferia das grandes cidades, têm uma motivação clara, embora nenhuma vítima específica. Muitas vezes os crimes de ódio desafiam as associações estatísticas entre comportamento criminoso e pobreza, pois tomam a aparência de crimes contra raças, etnias ou imigrantes indesejáveis.

Quando são explicitamente motivados pela desigualdade, eles visam mais expô-la do que conseguir algum benefício imediato. Ou, na medida em que também se tornam imagens na TV ou nas redes sociais, os crimes de ódio visam tornar visível a desesperança de mudar uma ordem social mundial injusta. Da mesma forma que Como o terrorismo, os crimes de ódio visam mostrar que essa ordem pode ser desafiada e que ninguém deveria se sentir confortável nela.

As punições podem deter, temporariamente, a escalada dos comportamentos indesejáveis. Porém, elas não eliminam definitivamente essas tendências. Por isso, é bem provável que nos próximos anos o gerenciamento da violência perca, progressivamente, sua dimensão política e jurídica e que a neurociência, madrinha da biopsiquiatria, determine, nas próximas décadas, como diminuir estatísticas incômodas. Poderíamos chamar isso de uma *neuropolítica da violência*.

A neuropolítica da violência tem como projeto mapear o cérebro de jovens delinquentes para identificar falhas que levam a atos de violência. Há pesquisas feitas a partir de tomografias dos

cérebros de detentos que indicam falhas no córtex pré-frontal, sobretudo daqueles envolvidos em homicídios e latrocínios. Estudos preliminares indicam que pessoas com um número baixo de genes que produzem a enzima monoamina oxidase no cérebro têm maior propensão à delinquência. Os neurocientistas sabem que essa é apenas uma parte da história, mas ela já é suficiente para que dela se derivem mudanças institucionais.

Penso que a neuropolítica da violência se instalará nas sociedades a partir de recomendações que, por serem consideradas indubitavelmente científicas, serão acatadas pela polícia e pelo sistema judiciário. Da mesma forma que, hoje em dia, se use as palavras “adaptação”, “ajustamento” ou “comportamento socialmente orientado”, a neuropolítica recomendará que “se tire de circulação” alguns cidadãos para proteger a sociedade e suas instituições. Adicionalmente, pode ser recomendado o prolongamento da pena dos criminosos reincidentes ou induzir a adesão de suas famílias a um planejamento familiar que impeça a transmissão da criminalidade por via genética ou social.

Capítulo III

O mundo reencantado

Existe uma diferença muito grande entre automação e digitalização. O uso de ferramentas digitais pode apressar a realização de algumas tarefas, mas não deve ser confundido com a automação, que dispensa a participação e a supervisão do ser humano. Uma tentativa para superar essa dificuldade é o desenvolvimento de assistentes digitais que podem receber comandos de voz. Quando estiverem implantados em larga escala, os comandos de voz permitirão saltarmos várias etapas no trabalho mental. Mas ainda estamos distantes da automação e, enquanto ela não chegar, continuaremos com a sensação incômoda de sermos apenas serventes de máquinas.

Suponhamos que um dia você acorde doente, com tosse e rouquidão. Você precisa ir para um hospital e consultar um médico. O primeiro passo é pegar o *smartphone* e buscar um aplicativo. Você solicita um táxi. Escolhe o tipo de táxi que você quer tocando na tela. O táxi chega. O motorista insere na tela do seu Google Maps o destino. Ele liga o Waze para saber como chegar mais depressa. Como é a primeira corrida do dia, quando o taxista chega ao hospital, precisa ativar sua máquina de cartão de crédito. Isso consome mais meio minuto, mas, finalmente, você insere o cartão e sua senha é aceita.

No hospital, você vai até um balcão de *check-in*. Uma funcionária pergunta seus dados e os insere na tela de um computador. Você recebe uma senha que aparece em um monitor no topo do canto esquerdo da sala de espera. Meia hora depois, você

é chamado. Uma médica faz perguntas e insere as respostas na tela de um computador. Ela passa o diagnóstico mais provável, com a ressalva de que, se a medicação não funcionar, você deve voltar.

Com a receita na mão, você precisa novamente achar o aplicativo e chamar um táxi. Após chegar em uma farmácia, a atendente do balcão pega a receita e consulta o estoque em um computador. Em seguida, ela pede o número de seu CPF para saber se você tem direito a algum desconto pelo plano de saúde. Ela precisa também do seu cartão do plano de saúde para inserir o número de sua matrícula. Ela consulta novamente o computador e reclama que o sistema está lento. Em seguida, a atendente começa a escanear o código de barras de cada medicação e a anunciar os descontos. Com um novo comando no computador, uma etiqueta é impressa. Você assina a etiqueta e vai para o caixa carregando a sua cesta com os remédios.

Lá o processo se repete. Depois de fornecer novamente o seu CPF, a funcionária começa a escanear, mais uma vez, o código de barras de cada medicação. O código de barras de uma delas não passa. Ela tenta digitar os números manualmente. Não funciona. A funcionária aperta uma campainha solicitando uma supervisora, que chega depois de alguns minutos e insere um número geral no monitor. O preço final é anunciado. Você fornece seu cartão de crédito e logo uma pequena máquina apita solicitando sua senha. Você insere a senha. Na primeira vez, ela é rejeitada mas, por sorte, na segunda é aceita.

Você sai da farmácia com um pacote de remédios e entra no táxi que estava aguardando. O taxista precisa inserir o endereço de sua casa no Google Maps. O sistema leva quase meio minuto refazendo a rota na tela. Por fim, o taxista parte e, após alguns minutos, você chega à sua casa.

O que aconteceu? Você acordou doente, foi a um hospital, consultou um médico que passou uma receita. Em seguida você foi até a farmácia comprar as medicações. De lá você retornou à sua casa. Mas isso acabou se tornando um processo longo e complicado,

que exigiu várias interações com computadores *online*. Estamos distantes da automação. Mas será que estamos pelo menos a caminho dela e podemos projetar, para um futuro próximo, a automação das atividades físicas e mentais humanas? Será que as hipertecnologias que estão surgindo como a nova inteligência artificial podem nos aproximar do sonho da automação total?

Nas últimas décadas, a inteligência artificial foi beneficiada por uma invenção que aumentou exponencialmente a capacidade de processamento de dados. O *hardware* dos supercomputadores passou a ser equipado com um novo tipo de *chip*, a unidade de processamento gráfico. Esse *chip* foi projetado para processar uma imensa quantidade de dados visuais dos videogames, que precisam recalcular milhões de *pixels* que compõem uma imagem em apenas um segundo.

Desde 2005, esses *chips* passaram a ser produzidos em grande quantidade e, em 2009, Andrew Ng, pesquisador da Universidade de Stanford, começou a usá-los na computação em paralelo. Grandes bancos de dados puderam ser construídos, contendo o resultado de décadas de buscas que, agora, poderiam ser acessadas em segundos por máquinas equipadas com *chips* de processamento gráfico.

Essa extraordinária capacidade de estocar informação é extremamente importante para o desenvolvimento da inteligência artificial. Por exemplo, um *software* para jogar xadrez pode ter acesso a um enorme banco de dados no qual estão estocadas as melhores jogadas que já foram feitas e que podem ser reutilizadas em outras partidas para que a máquina vença o adversário humano. A cada movimento do adversário, abrem-se 20.000 possibilidades de jogadas futuras. A máquina pode percorrê-las em uma fração de segundos e, por meio da aprendizagem de padrões, selecionar a que se encaixa melhor como parte de uma estratégia que, nos movimentos seguintes, leve ao xeque-mate. O adversário humano tem de se basear na memória, no raciocínio e na intuição. Por isso,

essas disputas não são exatamente um torneio entre homens e máquinas, mas entre mecanização e intuição.

Com os *chips* de processamento gráfico, fica mais fácil identificar um rosto desconhecido. Em segundos, um computador pode percorrer todo Facebook, todo o Tinder e outras redes sociais, e verificar se aquele rosto está em alguma delas. É possível também percorrer todos os dados armazenados por câmeras de segurança que estão nas ruas e compará-los com os arquivos das polícias do mundo inteiro. Essa é a computação sobre gigantescas quantidades de dados, o BIG DATA, atualmente um dos componentes principais da inteligência artificial.

A computação em paralelo também melhorou o desempenho e a velocidade dos computadores. Vários cálculos são realizados ao mesmo tempo, partindo do princípio de que grandes problemas podem ser divididos em problemas menores, que são resolvidos concorrentemente. O cérebro humano funciona em paralelo, para compensar sua baixa velocidade de processamento. Cada um dos 10^{10} neurônios processa informação simultaneamente.

Imagine o processo de identificação da palavra “atividade”. No processamento paralelo, há redes que simultaneamente processam cada sílaba da palavra. Há redes processando A-ti-vi-da-de ao mesmo tempo. No processamento serial, convencional, é preciso percorrer toda a palavra antes de identificá-la.

Na última década, a inteligência artificial se beneficiou não apenas de *hardwares* mais poderosos, como também dos algoritmos (programas) que aprendem. A ideia de que o aprendizado seria a chave para a imitação da inteligência já tinha sido defendida por Turing, no artigo “Computação e Inteligência”, publicado na revista *Mind*, em 1950. No artigo, Turing discutia a possibilidade de educar uma máquina da mesma forma que se faz com uma criança. Mas só nos últimos anos os pesquisadores retomaram a ideia de que o aprendizado pode ampliar os horizontes da inteligência artificial.

O aprendizado automático progrediu tanto que já existem algoritmos para reconhecer objetos. Muitos desses algoritmos são

baseados em modelos de aprendizado indutivo, detectando padrões de forma a aprender algo com o passado que seja aplicável no futuro. Grande parte desse tipo de algoritmos que funciona a partir de exemplos e analogias.

Nossa interação com a internet é uma das maiores fontes de conhecimento para a nova inteligência artificial. Aprendemos com a internet e ela aprende conosco. Um caso típico é o sistema de operadoras como a NetFlix ou a Amazon Video de sugerir filmes. O sistema detecta padrões na medida em que você interage com ele. Um padrão pode ser o fato de que 60 dos últimos 100 filmes que você assistiu eram comédias. Com base nesse dado, os sistemas da NetFlix ou da Amazon Video sugerem novos títulos.

Muitas vezes, ao acessar alguns *sites* temos de provar que não somos robôs. É frequente que sejam exibidas várias imagens e que sejamos solicitados a escolher as que correspondem, por exemplo, a “posto de gasolina” ou “placa de trânsito”. Ao clicar nessas imagens, não só estamos ganhando acesso ao *site* como também estamos ensinando ao Google quais imagens devem ser incluídas na categoria “posto de gasolina” e “placa de trânsito”. Há muitos tipos de construções que classificamos como postos de gasolina com uma arquitetura variada em diversas partes do mundo. A mesma coisa ocorre com as placas de trânsito, que podem variar em termos de formato e de cor. Ao incluí-las sob uma mesma categoria, o Google aumenta a probabilidade de identificá-las corretamente no futuro.

Da mesma forma, suponhamos que você acesse o Google e escreva a palavra “angorá”. A busca me devolve uma grande quantidade de imagens de vários tipos de gatos. Quando cliço na imagem do gato angorá, estou ajudando o Google a identificá-lo no futuro. O próximo usuário que pesquisar “angorá” no *site* da Google receberá uma resposta muito mais precisa, pois já foi possível selecionar, anteriormente, as que se ajustam melhor a esse tipo específico de gato. Imagine um processo desse tipo sendo repetido 3 bilhões de vezes por dia, com imagens de vários tipos de objetos. O

potencial de aprendizado a partir dos rastros digitais que deixamos na internet é imenso.

Imagine agora médicos interagindo com o aplicativo WATSON na nuvem. Ele incorpora dados de milhares de pacientes com câncer e esse arquivo pode continuar a crescer à medida em que médicos e hospitais sempre o atualizarem com novos prontuários de novos pacientes. Sem dados sobre o sucesso ou fracasso de vários tipos de tratamentos reunidos em uma só nuvem teríamos sempre um conhecimento fragmentário do câncer. Como cada tipo de câncer é diferente, precisamos dessas atualizações para encontrarmos padrões comuns e desenvolvermos novos tratamentos. A interação com o WATSON expande seu conhecimento e reúne informações que antes ficariam dispersas.

Quanto mais pessoas usarem a inteligência artificial, mais inteligente ela ficará. E quanto mais inteligente ela for, mais ela atrairá novas pessoas que a tornarão ainda mais inteligente. Começamos a modificar e, em alguns casos, a aperfeiçoar *softwares*.

A base teórica dos algoritmos que aprendem é o conexionismo, um movimento na ciência cognitiva que busca explicar o conhecimento por meio das redes neurais artificiais. Redes neurais são modelos simplificados do cérebro, um intrincado conjunto de conexões entre neurônios artificiais dispostos em camadas e de pesos que medem a força das conexões entre essas unidades. Os neurônios artificiais podem ser ativados ou inibidos por meio das conexões. Os pesos simulam as sinapses, que ligam os neurônios no cérebro. Quanto maior o peso, mais forte é a sinapse.

A novidade das redes neurais é a possibilidade de imitar a plasticidade do cérebro, que as torna capazes de serem treinadas e de aprender. Se uma rede é repetidamente modificada por um estímulo, ela “aprende” a se modificar sempre que esse estímulo ocorre, da mesma forma que um animal pode ser condicionado a uivar todas as vezes que ele ouve uma campainha. Quanto mais uma conexão é exercitada, mais seu peso aumenta, fortalecendo a sinapse e aumentando a probabilidade de que ela ocorra. Esta é a regra de

Hebb, princípio geral das redes neurais que explica como elas aprendam. O psicólogo americano Donald Hebb (1904-1985) formulou essa regra no livro *The Organization of Behavior* [A organização do comportamento]. É com base nessa regra, aparentemente simples, que as redes neurais são construídas.

A rede neural é dinâmica, ou seja, conexões podem ser feitas, desfeitas e refeitas o tempo todo. Um estímulo inicial espalha excitações e inibições entre os neurônios artificiais. Diferentes estados na rede podem ocorrer como consequência de mudanças nas conexões, variando de acordo com a interação do sistema com o meio ambiente e com seus outros estados internos.

Quando uma rede neural aprende, isso significa que ela detectou um padrão que pode ser projetado para o futuro que, no caso, significa um aumento na probabilidade de uma determinada conexão ser mantida ao longo do tempo. O princípio fundamental do aprendizado também é baseado na lei de Hebb: conexões exercitadas são aprendidas. É isso que ocorre no caso dos algoritmos de aprendizado baseados em exemplos e analogias.

A maioria das redes neurais têm uma regra de treinamento por meio de exemplos e é capaz de extrair uma regra básica ou um padrão a partir dos dados. Quando uma rede neural é treinada e aprende, ela pode comunicar imediatamente o aprendizado para outras redes.

Imagine agora expor uma rede neural a uma coleção de rostos obtida por técnicas de BIG DATA, ou seja, uma imensa base de dados construída a partir de rostos que estão dispersos na internet. Essa rede neural pode identificar padrões nesses rostos e, com isso, aprender a agrupá-los a partir de características semelhantes, como se pertencessem a uma mesma família. Quando um novo rosto surge, a máquina é capaz de projetar os padrões aprendidos e verificar a qual grupo familiar ele pertence e, em seguida, refinar a busca nas bases de dados até chegar à identidade da pessoa. Se a mesma tarefa tivesse que ser executada manualmente por humanos, o resultado seria demorado e caro.

O uso do BIG DATA combinado com algoritmos que aprendem teve como resultado o Google Neural Machine Translation (GNMT), um *software* público que, pela primeira vez, produziu traduções de boa qualidade. A tradução automática era, até recentemente, uma das áreas mais frustrantes para os pesquisadores da inteligência artificial. A estratégia adotada até recentemente, de descobrir regras gramaticais universais e associá-las a grandes dicionários digitais por meio das quais seria possível criar *softwares* para tradução não foi bem-sucedida e teve de ser abandonada.

As traduções do GNMT não são perfeitas, mas ele representa um grande passo em relação aos *softwares* anteriores. Da mesma forma que *softwares* para jogar xadrez ou para fazer diagnósticos médicos, o Google Translator também se beneficia de nossas interações com a internet. Ele cruza quantidades gigantescas de dados, na forma de texto, voz ou imagens que estão disponíveis em bancos de dados, conversas nas redes sociais e vídeos. Muitos dados que foram adicionados a esse projeto vieram, também, da colaboração espontânea de linguistas e usuários da internet de várias partes do mundo, além de incorporar técnicas tradicionais de inteligência artificial.

Do ponto de vista da ciência cognitiva, uma das consequências mais interessantes do GNMT é o fato de ele demonstrar, claramente, que não é preciso compreender uma linguagem para podermos traduzi-la para outra. Contrariando muitas teorias linguísticas e filosóficas sobre a linguagem, o GNMT, utilizando técnicas de BIG DATA, descobre padrões e relações entre palavras sem precisar saber a que elas se referem no mundo. O GNMT pode comparar listas com milhares de palavras e concluir, por exemplo, que “rei” e “rainha” estão correlacionadas com “marido” e “mulher”, sem, entretanto, ter qualquer noção do significado dessas palavras. Para o GNMT, uma língua é apenas um código simbólico e a semântica é desnecessária. Para criar uma inteligência artificial com habilidades linguísticas não é necessário que ela saiba reconhecer o significado

das palavras como objetava o filósofo americano John Searle na década de 1980.

Certamente, o GNMT não compreende as línguas que ele traduz. Mas será que a compreensão é um componente cognitivo fundamental para se traduzir de uma língua para outra? Uma língua pode ser traduzida para outra sem que para isso elas precisem ser compreendidas. Compreender uma língua para, em seguida, traduzi-la para outra que também compreendemos é o modo humano de fazer traduções. Contudo, o GNMT não visa replicar a cognição humana. Ele visa apenas obter boas traduções entre línguas diferentes, de forma muito mais rápida e eficaz do que fariam tradutores humanos. Nunca seremos tão rápidos como o GNMT, da mesma forma que nunca poderemos igualar a velocidade de uma calculadora ao fazer operações aritméticas que envolvem números muito grandes.

O GNMT também desafia a ideia, defendida pelo linguista Noam Chomsky no século passado, de que uma língua não pode ser adquirida apenas pela experiência e que esse aprendizado pressupõe a existência de uma gramática universal típica dos seres humanos. Contudo, em um artigo publicado em 2002, “The Faculty of Language: What is it, Who Has it and How did it Evolve” [A faculdade da linguagem: o que é isso, quem a tem e como ela evoluiu], Chomsky, juntamente com Hauser e Fitch, revê essa ideia e sustenta que a linguagem humana, embora tenha características únicas, compartilha muitos aspectos com as linguagens de outras espécies, o que pode incluir linguagens processadas e aprendidas por máquinas.

O artigo de Chomsky reverte uma posição tradicional sustentada ao longo dos séculos por pensadores como Aristóteles e Descartes de que só os seres humanos seriam capazes de usar a linguagem, ou seja, que essa seria uma faculdade exclusivamente humana. Máquinas podem usar e aprender uma linguagem tanto quanto o homem.

As possibilidades abertas por algoritmos de aprendizado como o GNMT parecem ilimitadas. Mas será que seremos capazes, algum dia, de construir uma rede neural tão imensa e sofisticada como o cérebro humano e simulá-la em um computador digital?

As redes neurais podem ser simuladas por computadores digitais. Como elas são máquinas de Turing, elas sempre podem ser imitadas por uma outra máquina de Turing mais poderosa. Uma máquina sempre pode, também, ser virtualizada, ou seja, imitada por uma outra máquina. Por isso, uma rede neural pode ser simulada por meio de um modelo virtual, composto de neurônios artificiais que podem ser totalmente estimulados (ON) ou totalmente inibidos (OFF). Os neurônios enviam valores de ativação como sinais através de conexões que têm um determinado peso. O resultado é determinado pela soma de cada estímulo com o peso da conexão, um valor que pode variar de 0 (OFF) a 1 (ON).

É possível atribuir um grau de probabilidade à conexão entre grupos de neurônios, simulando, matematicamente, a inibição ou ativação entre eles. Como o cérebro humano, as redes neurais são máquinas estatísticas, uma hipótese apresentada e discutida por Kenneth Craik (1914-1945) no seu livro *The Nature of Explanation* [A natureza da explicação]. Craik partiu da ideia de que o cérebro constrói um modelo em miniatura da realidade para capturar as relações estatísticas entre eventos no mundo exterior.

A pesquisa em redes neurais e algoritmos de aprendizado está apenas começando. Mas elas indicam alguns atalhos para a possibilidade de criar inteligências artificiais se abandonarmos algumas ideias pré-concebidas como, por exemplo, a de que elas teriam de ser um dispositivo com uma mente própria e que essa mente teria de simular a consciência humana.

É nesse novo contexto, no qual temos máquinas que aprendem, que traduzem línguas e com um grande poder computacional, além de robôs cada vez mais baratos e também capazes de aprender que podemos agora reformular a nossa questão: Será que o trabalho vai realmente desaparecer? Seremos

capazes, no futuro, de replicar e automatizar todas as tarefas executadas pelos seres humanos?

Nas últimas décadas, a robótica também deu grandes passos. Atualmente, existem no mundo cerca de 2 milhões de robôs industriais. A Coreia do Sul é o país com mais robôs por trabalhadores humanos. A proporção é de 347 robôs para cada 10.000 trabalhadores.

Em geral, associamos robôs a criaturas com formato humanoide, com uma fala metálica sob um rosto imóvel. Mas essa é uma imagem derivada dos contos de ficção científica, longe de corresponder à realidade.

Existem vários tipos de robôs. Os mais comuns são os pré-programados, os robôs industriais das linhas de montagem. Há também robôs operados por controle remoto, máquinas que operam em ambientes hostis como nas guerras ou no fundo do mar. Os robôs-cirurgiões se enquadram nessa categoria. Nos últimos anos, alguns robôs dotados de autonomia começaram a ser construídos. Essas máquinas não podem ser desligadas e muitos de seus comportamentos não são previsíveis.

A Rethink Robotics, empresa de Rodney Brooks, ex-professor do MIT, desenvolveu o BAXTER, um novo e revolucionário robô. Com braços grandes e fortes e um visor de tela plana, ele rompe com a arquitetura cartesiana adotada até hoje, na qual um robô é um corpo movido e controlado por um computador que faz o papel de um cérebro.

A grande vantagem do BAXTER é que qualquer pessoa pode treiná-lo. Para isso, basta pegar nos seus braços e fazer movimentos na sequência certa. O BAXTER aprende o procedimento e o repete, sem precisar de programadores para fazer uma mudança na sua rotina.

Normalmente, para mudar a rotina de um robô industrial é preciso reescrever milhares de linhas de código, o que torna sua operação muito cara. Os custos para operar um robô industrial podem chegar, facilmente, a meio milhão de dólares. A operação do BAXTER tem custo praticamente zero. E a grande novidade, além dessa, é que ele custa apenas 25 mil dólares, um preço menor do que o de uma SUV nova.

O BAXTER mostra que os robôs também podem aprender e que, para isso, não é necessário representar, previamente, todas as suas ações por meio de programação. Na natureza, há vários exemplos de inteligência sem representação, que é usada por alguns animais. A gaivota que faz o voo rasante sobre o oceano nunca fez cálculos matemáticos para poder realizar esse tipo de ação.

Uma das ideias centrais da robótica de Brooks é a possibilidade de pegar alguns atalhos para produzir máquinas com comportamento inteligente sem ter de passar antes pela replicação da mente e da consciência. A produção de comportamento inteligente não está, necessariamente, associada à existência de um cérebro em um organismo complexo. Bactérias são criaturas inteligentes. Elas se comunicam por moléculas que enviam mensagens químicas e se associam, muitas vezes desenvolvendo comportamentos sociais complexos. Sua inteligência não depende de cérebros, de mentes nem de representações mentais do seu entorno.

A existência de seres unicelulares que reagem ao meio ambiente de forma inteligente foi descoberta no final do século XIX. Essas formas de inteligência anencefálicas foram identificadas pelo psicólogo Alfred Binet (1857-1911), o inventor do conceito de QI, que acreditava que seres unicelulares tinham sensações e motivações. Ele descreveu essa hipótese em um livro publicado em 1894, intitulado *The Psychic Life of Microorganisms* [A vida psíquica dos micro-organismos].

Uma possível explicação para esse fenômeno é supor que as proteínas presentes na membrana da célula funcionam como uma

máquina binária que fazem essa membrana abrir ou fechar. Com isso, a membrana recebe instruções para que a célula se divida ou para que o organismo se movimente de um lado para outro. Tudo se passa como se em cada célula existisse um minicomputador poderoso que orienta suas ações e produz comportamento inteligente como uma reação às mudanças em seu meio ambiente.

A robótica bioinspirada de Brooks parte da tentativa de replicação do comportamento inteligente de criaturas mais simples como os seres unicelulares ou os insetos. A estratégia de Brooks inclui, também, o estudo de como esses animais mais simples formam sociedades, como ocorre no caso das formigas.

Não podemos aguardar a explicação de como o cérebro gera a consciência para só depois tentar construir máquinas inteligentes. Em alguns casos, é conveniente tentar a simulação do comportamento inteligente pela construção de máquinas neuromórficas, ou seja, semelhantes ao cérebro. Essa semelhança pode ser inspiradora, ou seja, ser um primeiro passo, da mesma forma que os primeiros aviões foram inspirados no formato dos pássaros. Mas esse não é o único caminho possível para construir máquinas inteligentes. Podemos apostar na construção de máquinas que repliquem inteligências mais simples e aguardar até que elas desenvolvam comportamentos complexos por meio de sua interação com o meio ambiente ou por meio de sua interação mútua. Na robótica também prevalece a ideia inicial de Turing: a aprendizagem é a chave para a inteligência.

A Rethink Robotics, de Rodney Brooks, sinaliza um futuro brilhante, no qual conviveremos com robôs cada vez mais inteligentes e autônomos. Penso que ela poderá se expandir ainda mais se, superando preconceitos acadêmicos, puder se beneficiar do legado de estudos sobre o comportamento humano e animal do behaviorismo de B.F. Skinner (1904-1990). Os estudos sobre o comportamento realizados por Skinner e seus discípulos entre as décadas de 1930 e 1970 são um acervo científico inestimável que, depois da revolução da ciência cognitiva, foi ignorado. Se a análise

do comportamento não se mostrou adequada para construir uma psicologia humana, ela pode, contudo, ser aproveitada pela robótica.

O estágio atual da robótica ainda não permite dispensar o monitoramento humano. Ainda estamos na fase da digitalização das tarefas, ou seja, em um estágio no qual conseguimos mecanizar muitas operações físicas e mentais, mas ainda não podemos delegar tarefas às máquinas. Precisamos interagir e conduzir nossas máquinas para que elas realizem as tarefas que desejamos, seja pelo ensino, como é o caso do BAXTER, seja pela reprogramação, como ocorre com a maioria dos robôs industriais. É uma automação incompleta, que nos deixa cansados no fim do dia.

Para superar essa situação, estão sendo desenvolvidos sistemas que obedeçam a comandos de voz. Interagiremos verbalmente com eles para que, ao chegar em casa, possamos pedir para que as luzes sejam acesas e que a torneira da banheira se abra e possamos desfrutar de um banho quente. Poderemos pedir para eles que façam reservas em empresas aéreas, em cinemas, teatros e restaurantes.

A grande aposta para atingirmos a automação total é, hoje em dia, a IoT, a internet das coisas (Internet of Things), que está em plena expansão. A ideia é ligar todos os objetos à internet, não apenas pessoas e documentos. A IoT usa todo tipo de sensor para capturar dados e informações. Os sensores nos objetos fornecem informações sobre tudo o que está ocorrendo em volta, incluindo quem os usa e quando.

O produto emblemático da IoT e, ao mesmo tempo, sua maior anedota são as geladeiras inteligentes que repõem automaticamente os alimentos consumidos enviando mensagens ao supermercado. A ordem de compra é automaticamente emitida e debitada no cartão de crédito e, em seguida, o supermercado recebe, também automaticamente, uma mensagem para providenciar a entrega. Essas geladeiras foram um grande fiasco comercial.

Há uma cadeia de lojas especializadas em servir chocolate quente que vinculou o controle de seus estoques à variação da

temperatura. Quando há previsão de dias mais frios e o aumento do consumo é esperado, uma mensagem solicitando reforço nos estoques é automaticamente enviada para todas as suas filiais. Em seguida, pacotes de chocolate em pó são automaticamente despachados.

Chips implantados em vacas informam aos fazendeiros a temperatura, os batimentos cardíacos e outros dados sobre as condições de saúde do animal. Carros também já estão sendo equipados com *chips* que informam às companhias de seguro como os motoristas estão dirigindo. O próximo passo será o monitoramento do corpo humano através de *chips* diretamente conectados a bases de dados dos planos de saúde.

A IoT está em pleno desenvolvimento. Para acomodá-la, a internet aumentou, exponencialmente, o número de endereços eletrônicos possíveis. Tudo e todos terão um endereço na internet. Os *chips* RFID, ou seja, *chips* quase invisíveis com um circuito integrado e uma antena poderão ser instalados em passaportes, carteiras e cães. Cada objeto poderá enviar para outro informações de forma autônoma, isto é, sem precisar da ação e do monitoramento de seres humanos. Os objetos, agora em rede, se comunicarão entre si, independentemente de nossa vontade.

Uma aplicação da IoT será dotar os semáforos de *chips* que se comunicariam com os carros, que também terão *chips*. Os *chips* nos semáforos serão capazes de regular o tempo de acordo com a quantidade de carros. Mas há milhares de outras aplicações possíveis para a IoT. Ela pode conectar e sincronizar as linhas de produção de todas as fábricas do mundo para adequar sua capacidade às variações da demanda, otimizando o trabalho e o uso de matérias primas. Os entusiastas da IoT preveem obter uma redução de 30 a 50% em custos de logística global e transportes marítimos, 70% em custos de mobilidade e 50% em despesas de energia, aquecimento e ar condicionado.

Com a IoT, as empresas terão acesso às listas de compras das pessoas, a seus carros e a suas camas. Essas empresas poderão saber

o que você come, bebe, por onde anda, quantos passos você caminha durante o dia, quem você encontra, a taxa de seus batimentos cardíacos, seus ciclos hormonais, a taxa de álcool no seu sangue, a que horas você ligou a máquina de lavar roupa, quanto tempo você passou no chuveiro, quantas vezes por semana você usa o aspirador de pó, com qual frequência você esquece as luzes acesas ao sair de casa, quantas horas você dorme e quantas vezes se revira na cama. As empresas que controlarem a IoT saberão todos os seus hábitos e preferências para oferecer mercadorias e serviços nos momentos mais oportunos. Tudo e todos poderão ser administrados e otimizados.

Os efeitos cognitivos da IoT sobre as pessoas poderão ser surpreendentes. É provável que a IoT afete o modo como percebemos a relação entre os objetos físicos à nossa volta, em geral concebida como umnexo entre causa e efeito. Nossa vida cotidiana é organizada pelo princípio da causalidade. A relação causa-efeito molda nossas expectativas em relação ao futuro imediato. Representar o futuro é uma das funções primordiais do conhecimento.

A antropologia cognitiva mostra que a ideia de causalidade é adotada, por diversas culturas, como alternativa a uma visão animista da natureza. Contudo, em algumas culturas primitivas, as mudanças ainda são interpretadas como produto da vontade dos deuses ou de espíritos malignos. Uma dor de estômago não é o efeito da ingestão de algum alimento em condições inadequadas, mas o resultado da ação de algum espírito maligno. Um ataque cardíaco é resultado de bruxaria contra alguém. O interessante é que nessas culturas, o princípio de causalidade não é um conceito organizador do conhecimento e nem é o que torna inteligíveis as mudanças que ocorrem na vida cotidiana. Para os integrantes dessas culturas, a mágica é o que torna inteligível as mudanças cotidianas. Como para eles não existe relação causa-efeito, não faz sentido estudar as propriedades do alimento ingerido antes de a dor de estômago

ocorrer. Não faz sentido, tampouco, examinar o coração de quem teve o ataque cardíaco em busca da causa que o provocou.

Com a IoT, a percepção da relação entre causa e efeito poderá ser afetada, na medida em que agentes inteligentes passarem a intermediar o modo como os eventos no nosso entorno se relacionam. Nas associações complexas entre vários objetos conectados sem a participação humana, a percepção das relações causais pode deixar de ser evidente para a percepção comum. Essas relações podem variar e, em muitos casos, serem inesperadas. Perderemos o rastro de conexões causais mais complexas. A IoT poderá modificar profundamente nossa relação com o mundo físico e os agentes inteligentes poderão correlacionar objetos de uma forma que poderá ser mágica para nós, como se, subitamente, a natureza começasse a pensar.

Para muitos leigos e habitantes de civilizações pré-tecnológicas, o iPhone e o iPad são mágicos. A mágica envolvida nos objetos relacionados pela IoT não será a mesma dos povos primitivos que acreditavam em bruxaria. Não seria uma mágica animista, mas uma tecnologia que se apresenta como uma mágica, uma tecnologia que poderia dotar a natureza de fadas, demônios e fantasmas. Seria uma mágica diferente das drogas ilegais, pois elas não seriam mais necessárias para ter acesso ao mundo virtual. A tecnologia contemporânea cumpriria, com eficiência e a um custo baixo, a promessa da magia: colocar as forças naturais a serviço do homem. Afinal, como afirmou o grande autor de ficção científica A.C. Clarke (1917-2008), “qualquer tecnologia suficientemente avançada é indistinguível da magia”. A IoT é uma janela para um mundo reencantado.

Uma outra fonte de reencantamento que virá juntamente com a IoT serão máquinas com capacidade para receber comandos de voz e conversar. Os comandos de voz serão a versão contemporânea do “abracadabra” ou do “Abre-te Sésamo”.

Usando BIG DATA, máquinas aprenderão, a partir de imensas bases de dados linguísticas e probabilidades estatísticas, a prever

como os seres humanos respondem quando ouvem determinadas palavras, o que já é suficiente para essas máquinas poderem simular uma conversa. Se a simulação for aperfeiçoada, é muito provável que os seres humanos atribuam algum tipo de personalidade fictícia a essa máquina. Usando conversas e dados estocados na nuvem é possível construir uma personalidade digital, incluindo uma análise de humor e a simulação de sentimentos.

Teremos amigos digitais que poderão ser construídos de forma a reproduzir o ego de pessoas já falecidas. Poderemos continuar conversando com entes queridos que já se foram. Ou poderemos nos apaixonar por personalidades digitais como ocorre no filme *Ella* (2014), de Spike Jonze. O protagonista desse filme, um homem solitário e de meia idade, conversa com uma simulação de personalidade digital que interage tão bem que desenvolve uma paixão irresistível por sua amiga sem corpo. Mas seu coração é partido quando ele fica sabendo que sua amiga, usando as mesmas habilidades linguísticas, tem mais de mil amantes parecidos com ele.

Mas será que a internet poderá abrigar uma enxurrada tão grande de dados para que tudo e todos tenham um endereço digital? A IoT desafia os limites de expansão da internet. Números e estatísticas referentes a ela são sempre assustadores. Hoje em dia, 20 usuários da internet são suficientes para produzir todo o fluxo de informação que ocorria na rede em 2008. No início de 1995, havia 200.000 usuários de internet, mas ao final desse mesmo ano eles já eram 16 milhões. Em dez anos, o número de usuários já ultrapassava um bilhão e estima-se que, hoje em dia, sejam quase 4 bilhões. Em 2012 havia 9 bilhões de dispositivos conectados à internet, incluindo *laptops* e *smartphones*. Com a popularização crescente dos *tablets* e *smartphones*, a previsão é que esse número chegue a 50 bilhões em 2020. Os últimos aperfeiçoamentos aumentaram sua capacidade para poder abrigar 340 trilhões de trilhões de endereços, ou seja, algo em torno do número 340 seguido de 36 zeros. Espera-se com isso que a IoT possa ser plenamente implementada nas próximas décadas.

A expansão da internet também gera preocupações ambientais. Atualmente, ela consome uma quantidade extraordinária de energia elétrica para manter seus servidores funcionando. Apenas a companhia Google consome, sozinha, o equivalente de energia elétrica gasto por 200.000 habitantes de uma cidade. Será possível expandir ainda mais a internet usando apenas energia limpa? A produção de energia ainda parece ser um nó górdio para a robótica e para o projeto de automação total.

Os robôs também consomem muita energia. Uma célula solar acoplada a um robô não produz energia suficiente para movimentá-lo. É provável que para movimentar muitas plantas industriais robotizadas seja necessário recorrer a usinas termoeletricas, que consomem petróleo e agredem o meio ambiente. A produção e reposição dos componentes plásticos dos robôs também dependem da indústria do petróleo. Novamente nos deparamos com uma tecnologia e com uma economia que caminham na direção oposta da preservação do planeta e da vida. Como vimos, os defensores da IoT e do projeto de automação total argumentam que ela resultará em uma grande economia de energia. Contudo, se isso não ocorrer, isto é, se a IoT não oferecer uma economia de energia no longo prazo que compense esses possíveis danos ao meio ambiente, ela se tornará inviável. As tecnologias precisam ser testadas e retestadas e precisamos de uma contabilidade honesta de fatores externos como consumo de energia e poluição.

Será que a IoT nos encaminhará para a automação total? Parece que, até agora, o sonho de John von Neumann, o grande engenheiro que ajudou a tornar os computadores digitais uma realidade, ainda não se realizou. Ele previa que, para as máquinas funcionarem perfeitamente, era preciso retirar o ser humano do circuito. A autonomia crescente dos robôs e a IoT produzem um ambiente dominado por relações máquina-objeto e máquina-máquina, sem a intervenção humana. Mas, por enquanto, essa nova revolução industrial ainda é um sonho.

Um passo importante para que esse sonho seja realizado serão os computadores quânticos. Nos computadores que temos hoje, a unidade básica de informação é o *bit* ou “dígito binário”. Um dígito binário é um “0” ou um “1”, e todos os números são feitos a partir de cadeias de zeros e uns. O *bit* usado nos computadores de hoje só pode estar em um desses estados.

Nos computadores quânticos, a unidade de informação será o *bit* quântico ou o *qubit*, que poderá estar em ambos os estados ao mesmo tempo. Uma partícula subatômica

pode estar em vários estados diferentes simultaneamente para vários observadores dependendo de quando se mede seu “momento” (o produto de sua massa pela sua aceleração). Como a partícula subatômica pode estar em estados diferentes simultaneamente, uma combinação de *qubits* transporta muito mais informação do que a mesma quantidade de *bits*. Na medida em que muitas computações ocorrem simultaneamente, o computador quântico pode executar uma vasta quantidade de operações em paralelo, aumentando sua capacidade computacional e a sua velocidade, ao ponto de considerarmos ridículo o que pode, hoje em dia, ser realizado pelos *chips* de processamento gráfico.

Não sabemos ainda se computadores quânticos serão viáveis comercialmente, pois ainda há enormes desafios técnicos para serem superados. Se eles forem bem-sucedidos, daremos um grande salto no treinamento de redes neurais e no aprendizado automático. Como afirmou David Deutsch, o pioneiro em computação quântica, “será o começo do infinito”.

Capítulo IV

A pos-ciência

A ciência é um dos projetos filosóficos mais ousados da humanidade. A grande hipótese metafísica na qual se baseia a ciência moderna é a ideia de que a matemática é o espelho da natureza. Por isso, a física moderna, que inaugura a revolução científica do século XVII, é uma matemática aplicada. Galileu e Descartes foram os grandes heróis dessa revolução.

Galileu Galilei (1564-1642), foi um dos primeiros cientistas modernos a afirmar que o livro da natureza está escrito em números. Ele descobriu as equações que descrevem o movimento dos objetos físicos e permitem calcular sua posição, velocidade e aceleração. Foram essas leis, mais tarde aperfeiçoadas por Isaac Newton, que passaram para a história da ciência com o nome de mecânica clássica. São essas equações que descrevem o movimento dos corpos, formuladas por Galileu há mais de 400 anos e que aprendemos no ensino médio.

O método científico também foi uma invenção filosófica que teve um papel decisivo na formação da ciência moderna. Quando ele foi formulado, no século XVII, um de seus princípios fundamentais era o de que todas as enunciados da ciência sempre podem ser revisados e que só devem ser aceitos se forem confirmados pela experiência. Para nós isso pode parecer trivial, mas naquela época uma novidade. Até então, o conhecimento não era concebido como uma investigação, mas como a interpretação e o comentário dos textos sagrados do cristianismo e da filosofia de Aristóteles. A veracidade desses textos era inquestionável e, como eles eram

considerados uma revelação transcendental, eram aceitos como dogmas imutáveis. O método científico questionava, pela primeira vez, essa concepção de conhecimento e seus defensores, considerados autoridades inabaláveis.

Descartes foi um dos primeiros filósofos a formular explicitamente as regras do método científico na sua obra *Discurso sobre o Método*, publicada em 1637. Era uma obra tão importante quanto as *Meditações*, mas Descartes publicou seu texto de forma discreta, como um prefácio a um compêndio de física no qual ele abordava a ótica, a meteorologia e a geometria.

Havia quatro regras fundamentais a serem obedecidas em toda investigação que seguisse os princípios do método científico:

- 1- Nunca aceitar por verdadeira coisa nenhuma que não conhecesse como evidente;
- 2- Dividir cada uma das dificuldades que examinasse em tantas parcelas quantas pudessem ser e fossem exigidas para melhor compreendê-las;
- 3- Conduzir por ordem os meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e fáceis de serem conhecidos, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais complexos;
- 4- Fazer sempre enumerações tão completas e revisões tão gerais que ficasse certo de nada omitir.

A primeira regra significava erigir o tribunal da experiência como critério para decidir se uma proposição ou uma teoria científica era correta. A segunda era derivada da ideia de que o universo era um imenso mecanismo e, por isso, para desvendá-lo era preciso desmontá-lo em várias partes. Quando se faz isso com uma máquina podemos compreender o seu funcionamento.

Essa estratégia é chamada, atualmente, de *engenharia reversa*, algo muito utilizado pela ciência cognitiva e pela neurociência. Faz parte da engenharia reversa remontar o

mecanismo depois de identificar suas partes para entender como sua interação explica seu funcionamento. Na vida cotidiana, praticamos frequentemente a engenharia reversa sem perceber. O exemplo típico é o do adolescente interessado em eletrônica que desmonta o rádio para tentar entender como ele funciona.

A neurociência é um bom exemplo do uso da engenharia reversa. Para tentar descobrir como o cérebro funciona, ela o dividiu em partes. O funcionamento de muitas partes já foi identificado, mas ainda não descobrimos como elas interagem. Desmontamos o rádio, mas agora o desafio é remontá-lo. Se um dia esse desafio for superado, teremos uma teoria do cérebro, da mesma forma que temos a teoria da gravitação ou a teoria da relatividade.

Contudo, a neurociência ainda patina na sua busca por bases mais sólidas, que nos levem para além de um conhecimento descritivo do cérebro. Falta à neurociência definir um paradigma que, para se consolidar, requer que os neurocientistas decifrem o código neural, isto é, as regras ou a sintaxe que transforma sinais eletroquímicos do cérebro em pensamentos, decisões e desejos. Decifrar o código neural pode ser a chave para resolver questões filosóficas milenares como o problema mente-cérebro e o problema da existência do livre-arbítrio. Mas estamos longe de poder decifrar o código neural.

Uma análise mais atenta do método cartesiano revela como na segunda e na terceira regra a ideia de algoritmo estava germinando, uma ideia fundamental para a ciência da computação. Uma das estratégias mais importantes para resolver problemas na ciência da computação é dividir uma tarefa complexa em partes, que correspondem a rotinas e sub-rotinas de um programa de computador. Um problema complexo também é dividido em partes quando se usa como estratégia para sua solução a computação em paralelo.

O método cartesiano orientou o caminho percorrido pela ciência nos últimos séculos. O mundo foi dividido em suas partes constituintes: partículas subatômicas, genes e *bytes*. Essas ideias,

sobretudo a de uma decomposição preliminar de um objeto em partes, levou muitos intérpretes da obra de Descartes a aproximá-lo, incorretamente, do reducionismo. Descartes nunca foi um reducionista, embora a decomposição analítica, em alguns casos, encoraje o reducionismo.

A física triunfou como modelo de ciência até as primeiras décadas do século XX. A física era considerada uma ciência básica, ou seja, completa. Uma ciência é completa se todos os seus enunciados podem ser derivados de leis dessa ciência. A economia, a psicologia e a biologia, por exemplo, não são completas. Há fatos econômicos que só podem ser explicados pela psicologia e fatos psicológicos que requerem uma explicação biológica, bem como há fatos na biologia que precisam ser explicados pela química. Mas não há fatos para os quais a física precise recorrer a outras ciências para serem explicados.

A narrativa confortável de um universo determinista, controlável e inteiramente cognoscível predominou até a década de 1930, quando começaram a ocorrer cataclismos teóricos na física. A física newtoniana sofreu seu primeiro abalo com a teoria da relatividade proposta por Einstein em 1905. Poucas décadas depois, veio um novo abalo: a mecânica quântica.

A mecânica quântica fornece uma descrição correta e matematicamente impecável do mundo físico subatômico, mas torna nosso universo praticamente ininteligível para o senso comum. Em seu manual introdutório de mecânica quântica, o físico britânico Paul Dirac (1902-1984) afirmou que a física tinha perdido a pretensão de criar uma imagem do mundo e que seu objetivo era apenas o de descrevê-lo por meio de um conjunto de leis coerentes. É muito difícil imaginar os fenômenos subatômicos que ela descreve e não foi por acaso que o físico americano Richard Feynman (1918-1988) afirmou, certa vez, que ninguém, até hoje, realmente compreendeu a mecânica quântica.

O princípio de incerteza, formulado por Werner Heisenberg (1901-1976), é o coração da mecânica quântica. Ele afirma que é

impossível medir a posição e a velocidade de uma partícula ao mesmo tempo. Quanto mais precisamente soubermos sua posição, mais imprecisa será a medida da velocidade. No mundo subatômico, o ato de observar interfere no objeto observado.

Imagine que você está vendado em um quarto escuro. Há um elefante andando nesse quarto e você quer saber onde ele está e, para isso, você joga bolas de pingue-pongue nele. Você poderá saber onde ele está, para onde ele está indo e em qual velocidade.

Mas imagine agora que você, na mesma situação, quer saber a posição e a velocidade de um aviãozinho de papel. Ao jogar muitas bolas de pingue-pongue nele, você poderá saber onde ele está, mas não exatamente sua velocidade e para onde ele está indo. As bolas de pingue-pongue afetam sua velocidade e direção. Por outro lado, se você jogar poucas bolas de pingue-pongue, poderá saber sua velocidade e direção, mas não sua localização. Não se pode, nesse caso, saber localização e velocidade ao mesmo tempo.

O mesmo ocorre no mundo subatômico. Quando se lida com algo tão pequeno quanto um fóton, percebe-se a ocorrência do princípio de indeterminação. Para saber onde um elétron está é preciso jogar um fóton nele. Isso muda a sua posição e altera a sua velocidade. Heisenberg quantificou essa relação e demonstrou que a precisão da localização é inversamente proporcional à velocidade, um fato que subverteu um dos maiores pressupostos da física moderna.

O princípio de indeterminação não afeta a nossa vida cotidiana e nem muda a nossa percepção habitual do mundo físico. No entanto, de um ponto de vista teórico, ele significa que não podemos conhecer totalmente o que ocorre no mundo físico, mesmo sendo algo que só acontece no nível subatômico. Sem um conhecimento completo, a previsibilidade no nível subatômico torna-se impossível. Nunca poderemos conhecer completamente o que ocorre na natureza. A mecânica quântica revelou que o mundo físico não é determinista. Ele é agora um mundo no qual, para o

desgosto de Einstein, que nunca aceitou a mecânica quântica, Deus passa o tempo todo jogando dados.

A noção de causalidade se tornou obsoleta na física contemporânea, especialmente depois da mecânica quântica, que a substituiu pela ideia de probabilidade. Como escreveu o filósofo inglês Bertrand Russell (1872-1970), a lei da causalidade se tornou uma relíquia filosófica. A ideia de probabilidade se tornou o conceito central da física do século XX. O determinismo, embutido na ideia de relação causal, começou a ser progressivamente abandonado a partir dos estudos de Ludwig Boltzmann (1844-1906) sobre a dinâmica do calor.

Hoje em dia, a física atravessa uma crise ainda mais profunda que abala o próprio método científico no qual ela sempre se baseou. A primeira regra do método, que exige algum tipo de confirmação empírica, direta ou indireta, para que uma teoria científica possa ser aceita, sempre foi considerada sagrada, o marco distintivo entre uma teoria científica e outros tipos de conhecimento.

Ela é uma regra fundamental, sobretudo quando consideramos que a ciência moderna se constituiu desafiando a percepção comum do mundo. A física nos diz que a Terra não é imóvel, não é plana e que ela gira em torno do sol e não o contrário. Para aceitar essas hipóteses contra intuitivas, a física precisou não apenas se valer da matemática como também conceber algum tipo de experimento que provasse que suas teorias são verdadeiras. Para isso, foram criados os experimentos cruciais, como o de Galileu na Torre de Pisa e, muitos anos mais tarde, para confirmar a teoria da relatividade foi necessário fazer observações extremamente precisas sobre a curvatura da luz. Assim, um complexo observatório planetário no Maranhão foi montado, no início do século passado. Esses experimentos cruciais mostram que a descrição científica do mundo é verdadeira, embora não sejamos capazes de viver em um mundo diferente de nossas ideias instintivas de espaço, tempo e matéria.

No entanto, nas últimas décadas, a física passou a enfrentar uma crise. Como conciliar a teoria da relatividade geral proposta por Einstein com a mecânica quântica? Em outras palavras, como conciliar a descrição do microcosmo com a do macrocosmo? Na relatividade, o movimento é contínuo, causalmente determinado e bem definido. Na mecânica quântica, ele é descontínuo, não é determinado causalmente e é indefinido. Seria inaceitável para a física ter teorias diferentes, uma para o macrocosmo e outra para o microcosmo, pois o mundo físico descrito por elas é o mesmo. Era preciso buscar uma teoria que unificasse a mecânica quântica e a teoria da relatividade geral.

Essa crise levou à formulação de uma das mais ousadas teorias da física: a teoria das cordas. Essa seria a *teoria de tudo* ou a *teoria final*. Nos últimos anos de sua vida, Einstein se dedicou à elaboração dessa teoria unificadora. Mas ele faleceu em 1955 sem conseguir realizar essa tarefa.

A teoria das cordas muda radicalmente a concepção de matéria. Ela propõe que as partículas não são pontos, mas filamentos vibrantes minúsculos semelhantes a cordas que estão presentes em todo o universo, tanto no mundo subatômico como no astronômico. As cordas não têm espessura, mas apenas comprimento e, por isso, são entidades unidimensionais.

A teoria das cordas propõe que a matéria é um conjunto de harmonias criadas por uma corda que vibra. Cada partícula subatômica corresponde a uma ressonância que vibra em uma frequência específica. A massa de uma partícula é a energia de sua corda. Se uma partícula é mais pesada é porque a corda que a constitui vibra mais. Da mesma forma que há um número infinito de harmonias que podem ser compostas para o violino, há também um número infinito de formas de matéria que podem ser construídas com as cordas.

O aspecto mais surpreendente e também mais controverso da teoria das cordas é que ela exige que concebamos um universo com nove dimensões. Vivemos em um mundo tridimensional definido

pelo comprimento, largura e altura dos objetos físicos. Einstein acrescentou uma quarta dimensão ao nosso mundo: o tempo. Mas, onde estão as outras dimensões? Porque não as percebemos?

A existência de outras dimensões além das que podemos observar até agora não foi confirmada. É possível que elas existam de forma compactada, como propriedades de partículas subatômicas. Mas, para provar a existência de distâncias um bilhão de bilhões menores que o núcleo de um átomo é preciso gerar uma quantidade de energia que não podemos reproduzir em laboratório. Não temos aceleradores, sondas espaciais e dispositivos para investigar, nem mesmo indiretamente, a nona dimensão. Não dispomos de uma tecnologia que nos permita confirmar experimentalmente a descrição da matéria e do universo proposta pela teoria das cordas.

Essa nova crise nas ciências exatas teve consequências que transbordaram para além de seus campos respectivos, infiltrando-se em nossos pressupostos mais básicos. Sem um experimento crucial que possa determinar se a teoria das cordas é correta, um dos preceitos básicos do método científico passou a ser questionado. A teoria das cordas fornece um modelo de universo matematicamente perfeito e coerente que, no entanto, não pode ser confirmado empiricamente. Isso rompe com um dos preceitos básicos do método científico: é a confirmação empírica que permite distinguir a ciência dos outros tipos de conhecimento, conferindo-lhe um lugar especial. Como não há possibilidade de confirmação empírica, muitos físicos não consideram a teoria das cordas uma teoria científica, mas apenas uma filosofia com equações. Para eles, a física se transformou em metafísica.

A crise provocada pela teoria das cordas teve uma consequência surpreendente: a ideia de que o conhecimento não poderia mais depender unicamente da cognição humana, pois ela tinha chegado ao seu limite. A ciência cognitiva sugeria que o conhecimento produzido pelo cérebro humano não apenas pode ser distorcido por fatores biológicos, evolucionários como é, também,

limitado por vieses antropológicos. Provavelmente, nossos raciocínios são limitados pelo tipo de filtragem que nossos sentidos impõem sobre a nossa percepção do mundo. Essas limitações podem comprometer nossas deduções e afetar o modo como concebemos teorias científicas. Nosso cérebro foi selecionado pela evolução para sobreviver em um mundo hostil e imprevisível e, por isso, a cognição humana foi ajustada para realizar, prioritariamente, tarefas práticas. A evolução não nos preparou para entender teorias complexas que desafiam nossa intuição, como a mecânica quântica ou outras que envolvem a percepção de outras dimensões, algo que nunca foi acessível ao cérebro humano.

Ao mesmo tempo que ocorria essa crise na física, a produção da ciência passou por transformações fundamentais. A partir da segunda metade do século XX, ela teve de se adequar a um novo regime de produção de conhecimento que exigia grandes equipes trabalhando em laboratórios caros e sofisticados e que exigiam milhões de dólares de subsídios das agências governamentais. Esse novo regime caracteriza, para alguns sociólogos e historiadores, a passagem da ciência para a tecnociência, um momento a partir do qual não se investia muito em ciência básica. A investigação científica passou a ser predominantemente voltada para aplicações tecnológicas. A esperança de que novos paradigmas que mudassem radicalmente a nossa imagem do mundo, descobertos por lobos solitários como Galileu, Newton ou Einstein, também se esvaneceu. A ciência deixou de ser produzida por cérebros individuais.

A crise na física, que arrastou junto com ela o método científico, modificou profundamente a nossa concepção de conhecimento. Chamo a esse novo conhecimento de *pós-ciência*, pois ele nos afasta do método científico e também não se alimenta do ideal de obter uma descrição exata e objetiva do mundo. A pós-ciência marca o nosso ingresso em uma nova etapa da história da cognição humana. Depois da mecanização e da digitalização, a pós-ciência inicia uma nova etapa na história da tecnologia, a *datificação*.

A datificação é o melhor exemplo da transformação da ciência em tecnociência. Ela marca o momento no qual, pela primeira vez, a tecnologia determinou a nossa concepção de conhecimento que, historicamente, sempre foi estabelecida pela filosofia e, a partir do século XVII, pela ciência moderna. A pós-ciência dispensa a fundamentação filosófica e a justificação do conhecimento científico pelo emprego do método. Na pós-ciência não é necessário confirmar teorias científicas e hipóteses por meio de experimentos cruciais.

A internet e, mais precisamente, as técnicas de BIG DATA, estão na origem da pós-ciência. A pós-ciência é um conhecimento que não é restrito à forma como os seres humanos conhecem o mundo. Esse novo saber não precisa do cérebro para ser produzido nem para ser armazenado. A produção do conhecimento deixa de ser mediada por estados mentais. Ele é produzido por máquinas e pela identificação de padrões e de correlações entre dados. A observação é substituída por dados coletados por sensores distribuídos por todo planeta. A relação entre dados passa a predominar sobre a apreensão mental de objetos no mundo e estabelece uma nova forma de aquisição e de expansão do conhecimento, além de redefinir as suas características.

A estatística se tornou o fundamento da ciência. Como o conhecimento na era da pós-ciência é fragmentário e específico, será difícil derivar dele teorias científicas. Mas será que as teorias científicas continuarão sendo necessárias? Essa é a questão formulada por Chris Anderson, no artigo “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete” [O fim das teorias: o dilúvio de dados torna o método científico obsoleto] publicado pela revista *Wired* em 2007. Anderson defende que, por dispormos agora técnicas de BIG DATA, modelos e teorias científicas se tornaram desnecessários. Não cabe ao conhecimento científico produzir metáforas ou analogias que possam fornecer uma imagem inteligível do universo. Essa pretensão foi abandonada no século passado com a formulação da mecânica quântica.

A pós-ciência não é apenas BIG DATA. Uma máquina não poderá ser considerada inteligente se ela for apenas um dispositivo para estocar informação. O armazenamento inteligente difere pelo fato de que a informação pode ser *usada* pelo sistema que a estoca. Um dispositivo que não gere informação *para si*, ou seja, para o próprio dispositivo e não meramente para seus usuários, não estoca informação de forma inteligente. Para que uma informação se torne algo *para* um dispositivo é preciso que ele tenha algum *uso* para essa informação.

No caso dos seres vivos, esse uso é definido pelas suas necessidades biológicas. A estocagem e o uso inteligente da informação pode ser medido pela adequação do comportamento do organismo para suprir suas necessidades biológicas. Ou seja, o uso inteligente da informação se manifesta pela capacidade do organismo de produzir comportamentos flexíveis e adaptados às variações do ambiente no qual ele se encontra visando sempre suprir suas necessidades biológicas. Um sistema sem essas características não poderia ser considerado como tendo inteligência própria. Ele seria, no máximo, uma ferramenta poderosa como, por exemplo, uma calculadora sofisticada que realizasse operações matemáticas no campo da engenharia. Ou um banco de dados gigantesco.

A capacidade de estocar e usar informação de forma inteligente não é derivada apenas do tamanho ou da complexidade dos mecanismos de processamento de informação de um sistema. É preciso saber como correlacionar as informações para transformá-las em conhecimento. De nada adiantaria saber todas as palavras de uma língua estrangeira se não soubéssemos como associá-las, pois não seríamos capazes de nos expressar nesse idioma desconhecido. É a associação correta entre as palavras, formando sentenças, que permite que nos expressemos em uma língua estrangeira. Da mesma forma, a informação contida no Google só se torna conhecimento na medida em que é possível associá-la a outras

informações. A criatividade também depende da busca por novas associações.

Até recentemente se acreditava que a capacidade de relacionar informações era exclusiva do cérebro humano. Máquinas como o DEEP BLUE e o WATSON se destacaram pela capacidade de jogar xadrez e de responder questões sobre conhecimentos gerais. Elas são extraordinários dispositivos de estocar informação, reconhecer padrões e identificar regularidades. Mas elas não eram consideradas máquinas capazes de associar informação e gerar conhecimento. Para isso, elas precisariam ter a capacidade de identificar o significado dessas regularidades e torná-las inteligíveis. Seria isso possível sem que essas máquinas fossem conscientes? Ou sem terem as propriedades de um ser vivo que determinaria, de início, necessidades vitais que gerassem informação para si e a usassem para sobreviver? Mesmo considerando que a inteligência dessas máquinas não precise ser idêntica à humana, até que ponto a incapacidade de interpretação de dados e regularidades não seria uma limitação?

Um sistema que não gere informação *para si*, ou seja, que não faça um recorte do que é relevante nos dados que manipula, não poderá formar nenhuma concepção do significado dessa informação. Esse sistema, sem o poder de gerar informação relevante, tampouco será capaz de planejar ou gerar estratégias novas para lidar com o meio ambiente. A ideia de relevância parece estar intimamente ligada à ideia de necessidades biológicas básicas que selecionem informação *para si*. É por isso que filósofos como John Searle argumentam que a geração de informação relevante é exclusiva dos organismos e que vida, inteligência e consciência são indissociáveis. Para Searle, a ideia de informação relevante, ou seja, de significado, não pode ser gerada por sistemas informacionais artificiais.

A nova inteligência artificial desenvolveu uma estratégia para lidar com esse problema. O uso da informação, ou seja, aquilo que a torna relevante é derivado de nossa contínua interação com a

internet. Nossos rastros digitais podem ser invisíveis para nós, mas facilmente detectados e analisados por máquinas. Em outras palavras, somos nós que alimentamos a inteligência artificial, quase sempre sem sabermos. Somos nós que contribuimos para estocar a informação garimpada pelas técnicas de BIG DATA. Somos nós que alimentamos e aperfeiçoamos os algoritmos de aprendizagem.

A internet é a grande rede neural na qual todos participamos para gerar novas conexões e fortalece-las pelo seu uso repetido, transformando a estatística no melhor critério de relevância de que podemos dispor. Ao interagir com a internet estamos, também, ensinando-a como a informação deve ser usada. A probabilidade passou a ser a medida da relevância e da crença que devemos atribuir a uma informação baseada no seu uso e repetição na internet. Quanto mais ela é usada, mais ela é repetida e maior é a sua chance de ocorrer novamente, o que é um indício de que ela é uma informação relevante e com grande probabilidade de ser verdadeira.

Esse cenário de simbiose se assemelha ao que ocorre no filme *Matrix* (1999, 2003), dirigido por Wachowski & Wachowski, no qual os seres humanos estão profundamente entranhados com máquinas que usam seus corpos como fonte de energia para se manterem funcionando. No entanto, não é dos corpos humanos que essas máquinas realmente precisam, pois o corpo de outros animais, muito maiores do que o nosso, poderia gerar muito mais energia. Elas precisam da consciência humana, pois nunca poderiam gerá-la artificialmente. A consciência produz ação que, por sua vez, produz uso para a informação e, ao torná-la relevante, gera comportamento inteligente.

Como a nova inteligência artificial pegará emprestada a semântica de seus usuários, ela tenderá a se tornar o que Pedro Domingos chamou de “subconsciência global, a identidade coletiva da raça humana”. Mas prefiro chamá-la de *conectoma global*.

O conectoma é o conjunto das ligações entre os neurônios. Ele é extremamente plástico, ou seja, constantemente modificado pelas

experiências e pelas lembranças adquiridas ao longo da vida. No conectoma estão as assinaturas de toda a história individual de uma pessoa e como elas influenciaram a criação ou extinção de circuitos no cérebro.

O conectoma global será a enciclopédia que contém todas as enciclopédias, como no conto de Jorge Luis Borges, “A Biblioteca de Babel”. Nesse conto, ele imagina uma vasta biblioteca que contém todos os livros que foram escritos até hoje e também todos os que poderiam ser escritos no futuro, a partir de todas as combinações possíveis entre os caracteres de nosso alfabeto e o de outras línguas. Há livros cujos caracteres não fazem sentido algum e outros, como, por exemplo, o *Hamlet*, de Shakespeare, que têm uma infinidade de cópias, cada uma diferindo do original em apenas uma letra. Tudo o que pôde e pode ser escrito estará nessa biblioteca.

O conectoma global também é plástico e, por isso, é modificado pela experiência. Ele é uma via de mão dupla: cada usuário de uma interação aprenderá a partir dela e aplicará o que aprendeu em suas novas interações. Ou seja, quando usamos a internet também somos usados por ela. Construímos a inteligência artificial e ela nos constrói. Tornamo-nos um meio pelo qual a inteligência artificial é construída e aperfeiçoada e poderá se expandir para além da inteligência humana.

A internet é um imenso algoritmo que gera outros algoritmos por meio da nossa interação com ela. A estocagem do comportamento inteligente no conectoma global abre a possibilidade de preservar o modo como as pessoas correlacionam as informações e como o conhecimento é construído. Nossa criatividade, ou a nossa maneira original de resolver alguns problemas também fica registrada no conectoma global e se torna disponível para outras pessoas se utilizarem dela.

No cérebro humano, a correlação entre informações é baseada no que os psicólogos chamam de memória de trabalho. A memória de trabalho é a nossa capacidade de armazenamento temporário de informação. Retemos a informação enquanto ela nos é útil, ou seja,

quando precisamos dela para a realização de uma tarefa. Não posso trocar o pneu de um carro sem me lembrar onde deixei as ferramentas e os parafusos durante a operação da troca. Mas, uma vez realizada essa tarefa, a informação não é mais retida. Qualquer informação que tenha estado na memória de curto prazo e que se perca, estará perdida para sempre, só se mantendo se passar para a memória de longo prazo.

A memória de trabalho humana é muito limitada. Nosso cérebro é muito mais lento do que os computadores modernos. O cérebro, por sua vez, tem seu número de neurônios limitado pelas dimensões da caixa craniana, cujo tamanho já está no limite do canal de parto. Cérebros biológicos se cansam facilmente e envelhecem rápido. A transmissão de informação entre cérebros humanos, quase sempre por meio de símbolos, é demorada e penosa, o que não ocorre com os computadores, nos quais a passagem de um arquivo de uma máquina para outra, mesmo se for muito grande, dura no máximo alguns minutos. Todos esses fatores restringem a capacidade de nossa memória de trabalho.

Mas isso não ocorre no conectoma global, que poderia ser definido como uma imensa memória de trabalho, muitas vezes maior do que a soma das memórias de trabalho de todos os seres humanos juntos. Essa gigantesca memória de trabalho, sempre disponível, possibilita gerar continuamente novas associações entre as informações que são inseridas nele por meio de nossa interação com a internet. Novas associações entre novas informações significam a produção de conhecimento, que pode sempre ser expandido pela utilização das técnicas de BIG DATA. Em outras palavras, o conectoma global está se tornando uma inteligência muito superior à humana.

Ainda é cedo para avaliar as consequências do desenvolvimento do conectoma global. Mas algumas já podem ser

apontadas. A reivindicação de Chris Anderson de que as teorias e os modelos não são mais necessários está se tornando realidade e já afeta o modo como fazemos pesquisas científicas. Mas, será que estamos no caminho certo? Qual será o futuro do conhecimento humano?

O BIG DATA se apropriou de um dos bens mais preciosos produzidos pela ciência moderna: as teorias científicas. Elas permitem compreender o funcionamento da natureza. Um mundo no qual não há compreensão pode nos devolver a um estranho tipo de animismo, uma descrição mágica da natureza, desta vez protagonizada por máquinas como vimos no caso da IoT.

A compreensão é tão importante quanto o teste experimental reivindicado pela primeira regra do método científico. Experiência significa experimentação, significa testar a plausibilidade de uma teoria científica por meio da sondagem de evidências diretas e indiretas ou pela criação de experimentos cruciais que indiquem que uma determinada teoria científica deva ser aceita preferencialmente às outras.

O BIG DATA constrói o conhecimento pela varredura e entrecruzamento de dados e pelos rastros digitais humanos que permanecem no conectoma global. Ele não requer a formulação de nenhuma teoria científica. O *software* passa a ocupar esse lugar. Elaborar um *software*, ou seja, um algoritmo, significa elaborar um procedimento passo a passo, com instruções inequívocas que levem a um determinado resultado. Nesse processo, todos os passos precisam ser explícitos e, por isso, não há lugar para a intuição. Será que poderemos substituir teorias científicas por *softwares*? E, prescindindo da intuição, prescindir também da compreensão?

O conhecimento sem intuição tem como consequência a concepção da inteligência como um jogo, que passou a ser considerado um modelo geral do pensamento humano. A *gamificação* do mundo, ou seja, a prática de aplicar mecânicas de jogos em diversas áreas, como negócios, saúde e vida social tem sido atacada com frequência pelos críticos da revolução digital. Eles veem

a gamificação como reflexo de uma idolatria da economia de mercado ou como incentivo à competitividade desenfreada e à violência.

A gamificação não é uma ideia nova. Sua origem antecede ao capitalismo tardio. Foi Alan Turing que, em 1950, definiu a inteligência como um jogo no qual a estratégia principal é ludibriar o adversário. Antes dele, Norbert Wiener (1894-1964), o pai da cibernética, afirmou que a ciência nada mais é do que um jogo que travamos com a natureza.

No seu artigo “Computação e Inteligência”, Turing imaginou um teste para descobrir quando é possível afirmar que uma máquina pensa que ficou conhecido como *teste de Turing*. O princípio geral do teste se baseia na ideia de que uma máquina pensa quando não podemos distinguir seu comportamento do de um ser humano. Seres humanos pensam e, por isso, são considerados inteligentes. Se um dispositivo se comporta como um ser humano, então deve também pensar e, por isso, ser inteligente. Com seu teste, Turing buscava formular uma definição operacional do pensamento, um atalho para evitar o confronto com questões filosóficas milenares que, inevitavelmente, surgiriam no caminho.

O teste de Turing define a capacidade de pensar e de ser inteligente como um jogo, o que Turing chamou de *jogo da imitação*. No jogo da imitação, há três jogadores: uma mulher (A), um homem (B) e um interrogador (C), que pode ser de qualquer sexo. O interrogador fica em um quarto separado do homem e da mulher e o seu objetivo é determinar o sexo dos outros dois. Como o interrogador fica separado dos outros, ele conhece seus parceiros apenas por X ou Y e, no final do jogo, ele tem de dizer que X é A (uma mulher) e Y é B (um homem) ou vice-versa. Para determinar o sexo de X e de Y, o interrogador deve formular uma bateria de questões, que terão de ser bastante capciosas, uma vez que X e Y podem mentir.

Por exemplo, C pode começar perguntando: “O senhor ou a senhora poderia me dizer o comprimento de seu cabelo? ”. E, em

seguida: “Que número de sapato você calça? Se Y for de fato um homem, ele pode dar uma resposta evasiva e dizer: “Meu cabelo é ondulado, o fio mais comprido deve ter uns 20 centímetros”. X também pode tentar tumultuar o jogo, despistando o interrogador com sentenças do tipo: “Eu não me lembro do número de sapato que calço” ou “Ouça, eu sou o homem! Não ouça Y, ele está tentando criar confusão”.

Para jogar esse jogo é preciso que seus participantes fiquem isolados uns dos outros, isto é, nenhum contato que permita a identificação do sexo de X ou de Y deve ser permitido. Ou seja, C não poderá vê-los, nem tampouco ouvir suas vozes. A comunicação entre C, X e Y deve ser feita por meio de um teclado de computador e das perguntas e respostas que aparecem em uma tela.

Suponhamos que, em vez de um homem (B, ou, no caso, Y), o jogo esteja sendo jogado por uma máquina. É possível que C nunca venha a descobrir o sexo convencional de Y, nem tampouco perceber que não estava jogando com um ser humano e sim com uma máquina. Se essa situação ocorrer, essa máquina passou no teste de Turing, pois seu comportamento, na conversa, foi indistinguível daquele exibido por um ser humano. Não haveria, então, nenhuma razão para não atribuir a essa máquina a capacidade de pensar.

O jogo da imitação é um caso típico de gamificação da inteligência. O problema com a gamificação é que nem todos os problemas podem ser tratados como jogos. Para que exista um jogo é necessário formular, de forma clara e explícita, suas regras. É preciso também que o ambiente no qual ocorre o jogo seja delimitado e descrito com precisão. No caso do xadrez, o ambiente é o tabuleiro, no caso de futebol, o campo. O xadrez e o futebol têm regras claras, mas será possível identificar regras em todos os comportamentos humanos? Será possível descrever com precisão o ambiente no qual ocorrem todos os comportamentos humanos?

Quando lidamos com porções limitadas da realidade, com propriedades conhecidas, a gamificação é um método eficiente. Mas

nem tudo pode ser descrito como um jogo ou como um problema matemático. Problemas sociais, políticos e econômicos têm se mostrado resistentes à gamificação, embora a teoria dos jogos tenha progredido muito nas últimas décadas.

A internet favorece cada vez mais a gamificação. Como os jogos ocorrem no conectoma global, eles incorporam mais estratégias e requerem sempre mais astúcia dos jogadores. Como resultado, há, hoje em dia, uma forte tendência a identificar a inteligência como a astúcia necessária para ganhar um jogo. Se essa tendência continuar a ser favorecida e estimulada, teremos, no futuro, uma geração de exímios matemáticos e jogadores de todos os tipos de jogos. O raciocínio matemático e a capacidade de elaborar algoritmos crescerá exponencialmente, com reflexos diretos no desenvolvimento de tecnologias cada vez mais sofisticadas. Mas nossos *nerds* não serão capazes de resolver problemas sociais e políticos como as crises no Oriente Médio e o problema da imigração na Europa. A inteligência gamificada, a valorização da proficiência sobre a compreensão, não contribui para resolver esse tipo de problema que, nas últimas décadas, está se agravando.

O resultado é o cenário de uma sociedade *cyberpunk* como a retratada na primeira versão do filme *Blade Runner* (1982), de Ridley Scott. Nessa sociedade, a alta tecnologia convive com a miséria e com a superpopulação. Será que estamos caminhando, inevitavelmente, para uma sociedade desse tipo?

No conectoma global estão armazenados todos os nossos dados institucionais como idade, profissão, local de trabalho e endereço. Estão também armazenadas informações sobre o que compramos, sobre os lugares que frequentamos, nossos gostos culinários, filmes que gostamos de ver no cinema, filmes que assistimos em casa, preferências políticas, sexuais, lugares preferidos para tirar férias. Estão estocados também todos os seus *e-mails*, todas as suas conversas telefônicas, todos os seus recados no WhatsApp, os filmes que você viu no Youtube, os *posts* que você

colocou no Facebook, no Twitter, no Instagram e quais os que você curtiu. Geramos uma quantidade brutal de informação.

Imagine agora um *software* que seja capaz de cruzar todas as informações que você forneceu e inferir seus desejos e expectativas inconscientes a partir de seus rastros digitais. Esse *software* pode nos atemorizar por ter acesso aos seus segredos mais íntimos. Mais assustador é o fato de que esse *software* pode montar uma história da sua vida a partir de seus dados, da mesma forma que os aplicativos de *smartphone* conseguem reunir as fotos tiradas durante um dia e transformá-las em uma narrativa.

Essa história de vida pode ser montada a partir de uma perspectiva de primeira pessoa se a trama for baseada em dados que você postou voluntariamente na internet. É uma narrativa construída a partir do que imaginamos que somos que compõe nosso eu imaginário. Entre nosso eu imaginário e o que de fato somos há uma brecha que só pode ser preenchida por uma perspectiva de terceira pessoa que possa nos transmitir informações sobre nós que desconhecemos. Esse é, frequentemente, o papel de um psicoterapeuta: lançar sobre o eu um olhar em terceira pessoa, transmitir informações sobre nós que desconhecemos e que, muitas vezes, são dissonantes em relação a esse eu imaginário.

Imagine o que acontece quando uma máquina cruza os dados que você produziu, seu eu imaginário, com um olhar de terceira pessoa baseado no registro de seus comportamentos e nos seus rastros digitais involuntários. Esse olhar em terceira pessoa conta ainda com a agregação e o cruzamento de informações de grandes bancos de dados sobre as pessoas, o que possibilita a dedução de mais informações pessoais. Essa máquina, o BIG DATA operando no conectoma global, gerará informações sobre nós que desconhecemos ou que excedem nossa memória, aproximando as perspectivas em primeira e terceira pessoa e tornando todos observáveis e observados.

Esse cenário é assustador. Uma máquina desse tipo é aterradora, pois ela pode, em princípio, manipular nosso

comportamento como agentes econômicos, políticos e psicológicos. Como esta máquina sabe sobre nós muito mais do que nós mesmos, ficaríamos em desvantagem em relação aos dados que esta máquina produz. Cruzando rastros digitais e dados sobre pessoas com perfis semelhantes, será possível projetar as tendências de grupos sociais que orientarão o *marketing* político e empresarial que oferecerá o candidato à presidência ou o produto certo na hora certa, preenchendo, de forma quase mágica, os desejos e expectativas dos integrantes desses grupos. Essa foi a tecnologia utilizada secretamente nas eleições presidenciais dos Estados Unidos em 2016. Agora que ela já foi descoberta, serve para alimentar a indústria da indignação que move a mídia.

Estamos cedendo nosso imaginário, delegando a uma máquina o poder de montar uma narração da nossa vida. Somos autores involuntários de uma biografia que deixa transparecer muito mais sobre nós do que imaginamos ser. Entramos, decididamente, na era do totalitarismo digital, uma situação irreversível, pois, até agora, o uso das tecnologias digitais tem sido irreversível.

O futuro pode não ser tão reluzente como gostaríamos, mas penso que o uso das técnicas de BIG DATA pode ter um efeito positivo. Nas próximas décadas, a pesquisa científica será feita, em sua maior parte, por computadores e, por isso, os cientistas também começarão a perder seus empregos. Nesse novo cenário é muito provável que as ciências humanas sejam revalorizadas, depois de um longo período de declínio que tem levado muitas universidades a fechar departamentos de filosofia, de sociologia, de letras e de artes. Mas essa situação pode mudar.

Essa situação poderá mudar se, nos próximos anos, a filosofia e as ciências humanas não virarem as costas para as novas tecnologias por considerarem que elas ameaçam a sua existência. De nada adianta reivindicar um território próprio se ele não servir para nada. Até agora, as ciências humanas depositaram na história, sempre concebida de forma linear, a esperança de que os dramas

humanos se resolveriam. Ao fazer isso, herdaram o mito do fim da história, que poderá ser grandioso ou desastroso. As narrativas sociológicas reeditam de forma laica esse mito, presente nas grandes religiões monoteístas. O fim da história é também o pressuposto de todas as ansiedades apocalípticas que são semeadas diariamente na grande mídia.

Penso que, com o BIG DATA, as ciências humanas poderiam recuperar um lugar de destaque perdido nas últimas décadas. Elas poderão contar com dados experimentais mais precisos em vez de se basearem apenas em especulações ou intuições sobre a natureza humana. O BIG DATA pode alavancar novas engenharias sociais, novos programas de combate à fome, à miséria e estancar guerras.

Herbert Simon (1916-2001), um dos pioneiros da inteligência artificial no século passado, afirmou que as ciências humanas são as verdadeiras *hard sciences*, as “ciências duras”, pois elas lidam com problemas muito mais complexos do que os da matemática, da física ou da biologia. A organização econômica e política das sociedades é um desafio maior do que a compreensão do universo. Mas será que o BIG DATA poderá ser usado para orientar novas engenharias sociais, desta vez com mais sucesso?

Há uma crença generalizada em quase todos os governos atuais de que o processamento de dados usando técnicas de BIG DATA permitirá aperfeiçoar as políticas públicas, os programas sociais e fazer previsões econômicas mais seguras que levarão à prosperidade. Países como Singapura já falam de BIG BANG DATA, o uso de dados pessoais para melhorar a economia, a democracia e a participação dos cidadãos no governo.

No entanto, o uso dos dados pessoais, quase sempre sem consentimento, ainda gera muitas controvérsias políticas e éticas. A ausência de uma legislação específica sobre a propriedade dos dados pessoais pode ser uma barreira para o desenvolvimento de projetos sociais baseados em técnicas de BIG DATA. A União Europeia ensaia, timidamente, uma legislação para proteger os dados das empresas sediadas no seu território. Essa legislação nunca poderá ser rigorosa,

nem totalmente implantada. É preciso manter uma boa convivência com os gigantes das redes sociais. O Facebook, por exemplo, se tornou tão poderoso que pode apedrejar políticos e destruir lideranças em poucas horas expondo algum segredo íntimo das autoridades públicas em nome da transparência.

A Estônia, um país da União Europeia com aproximadamente 1,3 milhão de habitantes, está se tornando a primeira república digital do planeta e se proclamou a E-stonia. A inovação é o uso obrigatório de um cartão de identidade eletrônico por todos os cidadãos estonianos. Sem esse cartão não é possível sequer acessar a internet e se conectar às plataformas de serviços públicos *online*. Quando dados pessoais como prontuários médicos ou fichas criminais são alterados ou atualizados, o portador do cartão é automaticamente alertado.

Na Estônia, os dados pessoais não são públicos; só o Estado e o portador do cartão têm acesso aos próprios dados. O estado estoniano se redefiniu, nos últimos anos, como um grande prestador de serviços, entre eles, o de ser o guardião dos dados pessoais de seus cidadãos. O uso do cartão obrigatório permite identificar os usuários estonianos nas redes sociais, pois ele deixa um rastro digital indelével. Não há como introduzir avatares nas redes sociais e se alguém postar *fake news* ou discursos de ódio, rapidamente será rastreado.

Recentemente, a Estônia inventou a e-residência. Ela que permite que estrangeiros possam ter empresas sem morar na Estônia. As eleições presidenciais também são feitas *online*.

A E-stonia é inspirada na arquitetura de *blockchain*. O princípio dessa arquitetura é o compartilhamento de bases de dados e de registros contábeis. Tudo que ocorre em uma base de dados é distribuído e compartilhado, criando consenso e confiança nas partes que atuam nela ou em um determinado segmento de mercado. Todas as mudanças ou transações na base de dados se tornam públicas para seus participantes e só são concretizadas

quando reconhecidas e validadas por todos. Em outras palavras, não é possível alterar dados sem o conhecimento prévio de todos.

Cada computador ou cada “nó” na base de dados tem a tarefa de validar e repassar informações. Para isso, cada participante obtém uma cópia de tudo o que ocorreu na base de dados logo após ingressar na rede. Ou seja, cada um tem informação completa sobre todos os participantes e recebe um histórico de tudo o que ocorreu desde o bloco inicial do banco de dados até o mais recente. Essa arquitetura se expande à medida que novos blocos completos são adicionados por um novo conjunto de registros, sempre de modo linear e cronológico.

O *blockchain* é o cruzamento de olhares, a vigilância de todos sobre todos, a versão digital do Panóptico de Jeremy Bentham. No século XIX o filósofo inglês Jeremy Bentham projetou o modelo de uma prisão circular com pequenas celas transparentes e conectadas nas quais os prisioneiros podiam enxergar uns aos outros e serem sempre supervisionados por um único inspetor situado no centro. Bentham sabia que o melhor vigia para um preso era outro preso. No panóptico, todos estão presos. No *blockchain* todos acreditam que estão livres.

Será que o uso legal de dados pessoais permitirá a melhora das políticas públicas, como apostam os governantes da Estônia? Ou será essa tentativa apenas uma versão 2.0 do totalitarismo digital? A cidadania digital permite vislumbrar que, no futuro, a delinquência será reprimida pela cassação, temporária ou definitiva, do cartão de identidade eletrônico, transformando os delinquentes em párias que perdem o direito de usufruir serviços essenciais garantidos pelo Estado, como os cuidados com a saúde. Se isso ocorrer, a Estônia terá criado um Leviatã eletrônico.

O projeto da E-stonia é inovador. É uma grande aposta nos benefícios de uma sociedade totalmente digitalizada. Mas ele mostra que sempre haverá o guardião dos dados pessoais de todos. E quem será o guardião desse guardião?

Em quase todos os outros países, as leis que regulamentam o uso de dados pessoais começam a ser elaboradas agora. Elas chegam tarde demais. Todos os dados de todas as pessoas já foram usurpados. Fecharam a porteira depois que o cavalo escapou. Nunca saberíamos que nossos dados pessoais foram usurpados se Edward Snowden, um engenheiro de software que sofre de Síndrome de Asperger, não tivesse tornado públicos vários programas do sistema de vigilância da National Security Agency (NSA) americana, um órgão governamental cuja existência foi mantida em segredo por vários anos. Para alertar o mundo e para se vingar de seus empregadores na NSA, Snowden revelou detalhes desse sistema nos jornais *The Guardian* e *Washington Post*, mostrando que a vida das pessoas e das empresas estava sob constante espionagem. O governo dos Estados Unidos acusou Snowden de vazar informações secretas e de traição nacional.

O Google vê suas buscas, a Amazon suas compras, a AT&T seus telefonemas, o aplicativo *online* SPOKEO.COM permite construir um pequeno dossiê sobre uma pessoa, bastando para isso ter um endereço de *e-mail* dela. Usando o Google, também é possível saber em quais lugares você esteve. Não há mais como forjar álibis. A empresa Capital One permite saber suas transações com cartões de crédito. É fácil fazer estatísticas sobre os hábitos de consumo de uma pessoa, quais lojas e restaurantes ela frequenta, além de cinemas e parques de diversões. Rastreamento os remédios que ela toma e com qual regularidade é possível fazer previsões acerca de quanto tempo ela viverá e o que vai consumir nos anos seguintes. É possível, também, saber se essa pessoa sofre de depressão, angústia ou de ansiedade. A datificação das sociedades nos encaminha para a organização total.

É provável que o impasse da física com a teoria das cordas se resolva nos próximos anos. Há notícia de que Steven Hawking,

recentemente falecido, deixou um artigo póstumo no qual ele descreve experimentos que podem confirmar a existência de multiversos e de mais dimensões além das 4 que podemos observar.

Esse artigo abrirá a possibilidade de resolver o conflito entre a física e o método científico que ocorre atualmente. Penso que ele pode sinalizar, também, a necessidade de uma nova revolução na física que, nos últimos anos, tem privilegiado o trabalho técnico baseado nas habilidades matemáticas dos jovens pesquisadores.

Grandes físicos do século XX como Einstein e Heisenberg eram também filósofos que refletiam sobre a natureza do espaço, do tempo e da matéria. Porém, cientistas com esse perfil foram desaparecendo e, talvez Steven Hawking seja um dos últimos. Parafraseando os físicos George Ellis e Joe Silk vivemos, hoje em dia, uma batalha pelo coração e pela alma da física. Em 2004 eles publicaram um artigo na revista *Nature* chamando a atenção para a necessidade de restaurar a reflexão na física, que nos últimos anos ficou soterrada sob a análise de dados e de medições.

A pesquisa científica também foi gamificada. Atualmente, ouvimos com frequência que há uma nova geração de jovens muito inteligentes, com um QI elevado. Uma das razões apontadas é o fato de eles jogarem muitos videogames, que contribuem para sua agilidade mental. Mas essas afirmações não levam em conta que os testes de QI são muito semelhantes a um jogo de computador. A gamificação criou seu próprio critério para definir e medir a inteligência das pessoas¹².

¹² Ver Greenfield, S., 2017.

Capítulo V

O pesadelo de Descartes

No segundo capítulo, examinamos como a inteligência artificial modifica nossas relações com o trabalho e emprego em um processo crescente, sem precedentes na história. Mas, haverá limites para a expansão da tecnologia e, mais especificamente das tecnologias digitais?

Penso que o grande risco que ameaça o projeto de uma civilização tecnológica é o fato de nossas tecnologias, cada vez mais interligadas, se tornarem excessivamente complexas. As panes estão crescendo exponencialmente e, por isso sua manutenção, já trabalhosa e cara, pode se tornar inviável. Os ataques cibernéticos, que diariamente se multiplicam e se sofisticam, também contribuem para que essa situação se agrave. Um outro fator, ainda mais grave, é o descompasso da economia em relação às hipertecnologias que, para serem implementadas exigem, em muitos casos, o desmonte de plantas industriais existentes e modificações radicais na infraestrutura das sociedades.

A combinação desses fatores pode fazer com que o sonho de Prometeu acabe como o de Ícaro, que queria voar mas acabou caindo no mar Egeu. Ou que o sonho de Descartes se torne o pesadelo de um mundo com uma tecnologia estagnada e defeituosa.

A ciência e a tecnologia estão correlacionadas, mas não devem ser confundidas. Uma tecnologia bem-sucedida é uma artimanha que consegue desviar uma força da natureza e colocá-la a serviço de nossos interesses. Todas as tecnologias requerem energia. Desequilibrar a natureza para produzir energia é uma das

características intrínsecas da tecnologia moderna. Manipulamos a natureza para que ela compense algum desequilíbrio que provocamos, e é nessa operação que a energia é gerada.

O desafio não é, como fazem Heidegger e Hottois, simplesmente rejeitar em bloco a tecnologia. O desafio é poder desenvolver uma tecnologia que permita manipular a natureza de forma a amenizar ao máximo esse desequilíbrio. Mas a segunda lei da termodinâmica¹³, descoberta no século XIX quando a máquina a vapor foi inventada, é implacável. A natureza perde energia e se desorganiza, por mais que tentemos reequilibrá-la.

A eficiência é uma das características que distingue a tecnologia da ciência. O cientista sonda o mundo e tenta explicar sua complexidade desafiadora, mas nunca precisou ser eficiente. A eficiência é o critério para medir a qualidade de uma tecnologia. Por isso, a tecnologia não é falsa nem verdadeira. Uma tecnologia funciona ou não funciona. Seu método não é o da ciência, pois, embora em ambas haja experimentos, o que guia a tecnologia é o ajuste, a tentativa e erro.

A ciência e a tecnologia podem, mutuamente, colocar-se uma a serviço da outra, mas são guiadas por motivações diferentes. Os códigos de barras e seus leitores, hoje utilizados amplamente no comércio, são uma tecnologia derivada da mecânica quântica. Mas, certamente, a mecânica quântica não foi formulada para desenvolver essa tecnologia. Por outro lado, a física de Galileu não poderia ter sido formulada sem a existência do cronômetro. Mas o cronômetro não foi inventado para que Galileu pudesse formular as leis do movimento.

Não faz parte da agenda da tecnologia uma justificação racional de seu sucesso. Há tecnologias que funcionam na qualidade de soluções obtidas aleatoriamente e, quando isso acontece, essas soluções se tornam segredos industriais. Há ainda outra situação

¹³ A segunda lei da termodinâmica afirma que: "A quantidade de entropia de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a incrementar-se com o tempo, até alcançar um valor máximo". A energia no universo tende a se dissipar, levando-o a um resfriamento completo, uma morte térmica.

extrema: quando não é possível refazer os passos que levaram a uma determinada solução para fazer uma tecnologia defeituosa voltar a funcionar. Chamamos isso de *conhecimento compilado*. Só as pessoas que lidam muito tempo com máquinas complexas e enfrentam situações nas quais é difícil consertá-las têm a experiência estranha desse tipo de conhecimento.

Mas há uma manifestação cotidiana do conhecimento compilado que se tornou habitual. Quando um computador, um roteador de internet ou até mesmo uma rede elétrica doméstica apresentam defeitos, a primeira recomendação de um técnico é desligá-los e ligá-los novamente depois de um pequeno intervalo de tempo. Tudo volta a funcionar, mas não sabemos o porquê.

O mundo da tecnologia, o sublunar ou império do mais-ou-menos, do dar-se um jeito, não é um submundo a não ser quando comparado com o mundo das idealizações produzidas pela ciência. A tecnologia é a arte de driblar a imperfeição por meio do macete, da gambiarra. Como ela é intervenção na natureza, seu domínio é o do imprevisto, da improvisação, da impossibilidade de calcular previamente todas as consequências que podem surgir de uma invenção. No mundo da tecnologia, a imperfeição não é exceção, mas a regra. A tecnologia fala do mundo como ele é; a ciência do mundo como ele deveria ser.

Alan Turing percebeu isso com clareza. Em uma série de artigos publicados na década de 1930 Turing demonstrou que não é possível sabermos, *a priori*, existe uma solução algorítmica para um problema. Não há como sabermos isso mecanicamente, ou seja, não existe nenhum algoritmo que possa prever se existe um procedimento algorítmico para resolver um problema e se ele funcionará.

Esse é o calcanhar de Aquiles da ciência da computação, que a impede de ser uma ciência inteiramente matemática, pois precisa da intuição humana. Na prática, essa situação se traduz no fato de que ao criar um algoritmo, só podemos saber se ele funcionará se o testarmos. Esse processo de tentativa e erro pode se tornar se tornar

extremamente trabalhoso quando um algoritmo é complexo e exige uma grande quantidade de linhas de código. A solução para esse problema é desenvolver algoritmos que produzam outros algoritmos, ou seja, máquinas auto programáveis, mas isso pode gerar outras dificuldades.

Nas suas pesquisas sobre o DNA, descoberto poucos anos antes de sua morte, Turing chegou a conclusões semelhantes. O DNA pode ser concebido como um algoritmo que comanda, pela sua auto reprodução, a morfogênese dos organismos, ou seja, a forma física que eles assumirão ao longo do crescimento. Quando alteramos o DNA e produzimos o DNA recombinante não há como prever, o que poderá ocorrer no organismo modificado quando ele se desenvolver. A engenharia genética sempre envolve um risco.

Em outras palavras, há limitações para o que é computável e para o que podemos saber *a priori* sobre o desempenho de um algoritmo. Por isso, a ciência da computação e a inteligência artificial são tecnologias e não ciências. Como tecnologia, elas se situam no mundo do sublunar, do mais-ou-menos, no qual sempre podem ocorrer falhas.

O problema das falhas é crucial para todos os tipos de automação e sugere que, em muitos casos, a tecnologia ainda não é suficientemente independente para poder prescindir do homem. O símbolo emblemático dessa situação é o funcionário de *shopping*, que tem de ficar de pé, controlando as cancelas automáticas dos estacionamentos para poder ajudar os motoristas quando elas não funcionam.

Rotinas de manutenção preventiva são importantes, mas não resolvem o problema. Diariamente, elevadores param, carros quebram, caixas eletrônicos falham, transações bancárias feitas por computador são interrompidas. Mensagens de erro pipocam com frequência.

Há defeitos que são causados por erros de programação. Alguns deles ocorreram em missões espaciais. Em junho de 1996, a Agência Espacial Europeia enviou uma nave para pesquisar a

atmosfera terrestre. Menos de 40 minutos após o lançamento, a nave explodiu. Foi um prejuízo de centenas de milhões de dólares. A causa foi um *bug* na programação.

Outro acidente causado por erro de programação ocorreu com a nave russa Phobos I, em 1988. Essa nave tinha um objetivo ambicioso: levar uma plataforma de desembarque espacial para uma das luas de Marte. Mas, por falta de alguns hifens no código que a controlava, o programa mandou desligar todos os sistemas da nave quando ela ainda estava a caminho de Marte.

Nossa tecnologia é precária, intrinsecamente defeituosa e, por isso, ela sempre precisa de manutenção. Atualmente, um programa de verificação automática de defeitos, chamado *seL4*, executa verificações, item por item, em vários tipos de *software*. Mas será que esse programa será suficiente para impedir que qualquer tipo de defeito ocorra em um *software*? Até que ponto podemos contar com nossa tecnologia?

Precisamos ter várias senhas para acessar *sites* de compras e serviços. Como não conseguimos padronizar uma única senha, é muito frequente esquecê-las. Os procedimentos para recuperá-las falham e o *e-mail* que deveria ser enviado com o *link* para restabelecer a senha esquecida nunca chega. Alguns programas antivírus prometem salvar as senhas automaticamente, mas ainda não sabemos se são inteiramente seguros.

Temos problemas com *wifi* domésticos. Muitas vezes não conseguimos baixar filmes nos serviços de *streaming*, que enviam mensagens de erro e solicitam nova tentativa. Mas, em geral, essas novas tentativas não funcionam. Todas essas falhas nos causam irritação e ansiedade. Os custos dessas falhas ainda não foram calculados, mas os prejuízos devem ser da ordem de bilhões de dólares por dia.

Quanto mais sofisticadas se tornam nossas máquinas, mais difícil será consertá-las. Quem consertará os carros autônomos? Já faz algum tempo que os computadores se tornaram capazes de escrever a maior parte dos programas que eles utilizam. Já

delegamos essa tarefa, quase sempre demorada e penosa, às nossas máquinas. Por isso, estamos perdendo o privilégio de sermos os únicos seres capazes de gerar novas máquinas. Muitas máquinas já podem gerar várias partes delas mesmas, e, com isso, uma boa parte da programação usada por elas pode se transformar, para nós, em uma caixa preta. Como poderemos reparar uma tecnologia que ganhou vida própria?

A situação se torna particularmente preocupante no caso da IoT. Um defeito em cascata na IoT será algo parecido com um descontrole total, uma revolta surrealista das máquinas contra nós. Um ataque cibernético à IoT teria um efeito ainda mais devastador. Como a relação entre os objetos será extremamente interligada e complexa, dificilmente encontraremos alguém que possa consertar algum erro neste sistema.

Essa angústia aparece no seriado *Mr. Robot*, no qual um ladrão que invade uma casa inteligente não consegue desligar o alarme e o termostato, também fora de controle, esquentando e esfriando subitamente. Há também muitos vídeos no Youtube nos quais as pessoas se desesperam por não conseguirem desativar o detector de fumaça em suas casas e o telefone do corpo de bombeiros fica tocando incessantemente.

Muitos programas gerados automaticamente são ininteligíveis e inimaginavelmente longos para nós. Esse é o caso dos algoritmos genéticos. A programação genética se baseia em uma imitação da seleção natural. Em vez de produzir milhões de linhas de código os pesquisadores desenvolveram um sistema evolutivo para selecionar as melhores linhas e criar mutações nelas, eliminando, em seguida, as que não funcionavam. Tudo se passa como se o programador inserisse na máquina uma descrição do problema que precisa ser resolvido, e aguardasse até que várias soluções sejam geradas. As mais aptas para resolver o problema são preservadas e as outras são rejeitadas. Esse processo é repetido várias vezes, em ciclos semelhantes às várias gerações de uma espécie, incluindo, também, soluções aleatórias.

Um dos resultados mais interessantes da programação genética é que, problemas que já haviam sido anteriormente solucionados, foram reapresentados a máquinas que usam algoritmos genéticos e elas foram capazes de gerar novas soluções. Eles geraram uma programação eficiente, mas, muitas vezes, ininteligível para os seres humanos. Isso significa que não controlamos nem compreendemos integralmente o que algumas máquinas fazem. Quem poderá consertá-las no caso de uma pane?

Essa situação é agravada pela atrofia de nossas faculdades cognitivas. Na década de 1980, os taxistas londrinos tinham de saber de cor a localização de mais de 2000 ruas. Era uma exigência do departamento de trânsito, que gerou a piada de que o hipocampo deles, ou seja, a região do cérebro na qual ficam estocadas as memórias, era mais pesada do que a das pessoas normais. Hoje em dia, com o GPS e o Waze, essa exigência não faz mais sentido, e muitas pessoas dirigem seus carros sem se preocupar em ter nenhuma noção geográfica das cidades. Saber onde são as ruas e como planejar caminhos deixou de ser uma preocupação. O sentido de direção não é mais necessário e é provável que essa faculdade cognitiva se atrofie nos próximos anos. Mas será que outras habilidades também poderão se atrofiar? E até que ponto essas atrofias poderiam tornar-se mais um obstáculo para compreendermos o funcionamento de máquinas complexas e consertá-las no caso de panes ocorrerem?

A percepção da tecnologia como intrinsecamente defeituosa leva a uma desconfiança quase irracional em relação a pilotos automáticos de carros ou de aviões. Pesquisas indicam que a maioria das pessoas não aceitaria viajar em aviões totalmente automáticos e que, por mais seguros que eles sejam, a presença de pelo menos um piloto humano é fundamental.

Não questionamos os resultados de uma longa sequência de adições ou subtrações quando ela é realizada por uma calculadora. Ninguém se ofende ao ouvir que as calculadoras são mais confiáveis do que a mente humana para realizar esse tipo de tarefa. No entanto,

difícilmente aceitaríamos diagnósticos de doenças graves ou incuráveis vindos de uma máquina. Difícilmente prescindiremos de médicos humanos, que podem saber menos do que as máquinas, mas nos acolhem, apertam nossas mãos com firmeza e nos encorajam a prosseguir lutando pela vida. A empatia prevalece sobre o conhecimento. Há também a dificuldade, no caso de um diagnóstico médico por meio de máquinas ou aplicativos, de saber como conseguiríamos uma segunda opinião. De uma outra máquina? Provavelmente nos sentiremos mais seguros com o diagnóstico de um médico humano, embora eles tendam a se tornar um artigo de luxo. As consultas demoradas e minuciosas já são, atualmente, um privilégio pelo qual poucos podem pagar. Em um futuro próximo, a presença de um médico se tornará, também, um privilégio que poucos poderão usufruir.

O caso dos juízes é ainda mais complicado. À primeira vista, uma máquina que desempenhasse as funções de um juiz de direito teria a vantagem de ser incorruptível. Ele não seria, tampouco, tendencioso com relação à raça, cor e gênero dos réus. No entanto, dificilmente aceitaríamos uma sentença proferida por um juiz mecânico. A única maneira de tornar a justiça menos cega é contar com a empatia dos julgadores na interpretação da letra da lei.

Paradoxalmente, não é a eficiência de uma máquina que nos inclinará a trazê-la para o nosso convívio; ao contrário, essa eficiência é marca de desumanização, da pertença dessa máquina a uma linhagem (ou falta dela) que não é a nossa. Essa seria uma forte razão para rejeitar uma máquina-juiz em nossa cultura, não pelo fato dela não conseguir imitar a mente humana em seu aspecto técnico, mas por uma razão mais profunda, antropológica. É possível que uma máquina muito parecida com o homem deixe de ser percebida como um robô e passe a ser considerada um ser humano anormal, o que nos causaria muita estranheza.

O senso comum ainda é visto, pela maioria das pessoas, como o melhor recurso contra os imprevistos. É o senso comum que permite a interrupção abrupta de uma rotina e a adoção de outra

para evitar um possível acidente. Marvin Minsky (1927-2016), um dos fundadores da inteligência artificial, já afirmava, na década de 1960, que a replicação do senso comum seria uma das maiores dificuldades enfrentadas pela automação.

Como evitar que um robô envie um *e-mail* para Bach, Beethoven ou Schubert se, quando nos referimos a eles, sabemos implicitamente que eles viveram em outros séculos e já morreram? Como um robô seria capaz de lidar com uma informação implícita?

É muito mais fácil programar uma máquina para jogar xadrez ou fazer cálculos de engenharia do que para arrumar uma cama de hotel. Não é fácil para uma máquina identificar uma porta, sobretudo quando ela não tem maçanetas visíveis. Quando a porta está fechada, se confunde com a parede; quando está aberta, é um objeto inteiramente diferente.

Como um grupo de robôs poderia organizar e executar uma mudança de casa? Subir escadas, selecionar e empacotar objetos para, em seguida, carregá-los até um caminhão? É possível que, no futuro, robôs desse tipo possam ser construídos. Mas eles seriam tão complexos e caros que a nossa tendência será deixar esse tipo de tarefa a cargo de seres humanos.

Uma das dificuldades do robô industrial BAXTER, reconhecida pelo seu próprio criador, é a incapacidade de variar automaticamente os comportamentos aprendidos. A ideia de que para isso seria necessário inventar uma inteligência multifuncional é rejeitada por muitos pesquisadores da inteligência artificial que defendem que a mente é uma grande coleção de módulos dedicados a tarefas especializadas. Mas, mesmo se adotarmos essa concepção, um robô teria de saber quando inibir um módulo e ativar o outro. Essa é uma ação intuitiva para nós que, no entanto, ainda é um grande problema para a robótica.

Imagine uma lanchonete na qual nenhum dos funcionários tenha uma tarefa específica. Conforme a situação, um corta o pão, o outro é o chapeiro e um outro é o garçom. Mas todas essas tarefas são rodiziadas e todos sabem executá-las. Certamente, o BAXTER

pode aprender todas essas rotinas, mas como ensiná-lo a saber quando deve executar cada uma delas? Tudo se passa como se o BAXTER fosse a replicação de um autista, que pode desempenhar excepcionalmente bem uma tarefa específica, mas nunca seria capaz de variar sua rotina.

Descartes já tinha formulado esse problema nas suas discussões sobre autômatos. Talvez essa tenha sido uma das razões para ele rejeitar a possibilidade de autômatos serem conscientes. A consciência seria uma espécie de “caixa de passagem” de todas as rotinas, que serviria para distribuí-las de acordo com a ocasião apropriada. Para variar uma rotina é preciso saber o que deve ser feito em seguida, e esse conhecimento teria de ser uma escolha consciente. A hesitação, a ponderação, por mais breve que seja, pressupõe a presença de uma consciência.

Programar uma máquina que imite o senso comum ainda é um grande desafio. Penso que, em grande parte, esse desafio se deve ao fato de que o senso comum é *paraconsistente*. A paraconsistência é a ideia de um sistema de proposições que não implode ao chegar a proposições contraditórias, nem tampouco assume que de uma contradição qualquer proposição possa se seguir, como ocorre na lógica tradicional.

Muitas situações da vida cotidiana são desafiadoras. Suponhamos que um robô esteja em um prédio que se incendiou. Ele teria duas opções: recuar até um lugar seguro e esperar pelos bombeiros ou avançar, atravessar em um segundo as chamas e chegar a uma janela na qual há uma escada. São opções contraditórias, mas ambas são válidas. Um sistema construído com lógica tradicional, binária, implodiria diante de duas opções válidas, mas contraditórias. Talvez não seja esse o comportamento de um robô que tenha um *software* elaborado a partir de uma lógica paraconsistente.

Não vejo como nossas máquinas, que funcionam com linguagens binárias, elaboradas a partir da lógica tradicional, poderiam replicar o senso comum. Na lógica tradicional, a crença

perceptiva de que a terra é plana não é compatível com a crença na informação científica de que ela é redonda. Contudo, são essas incompatibilidades que ocorrem frequentemente no senso comum. Por isso, penso que uma lógica que descreva o senso comum terá de ser paraconsistente. Fazer com que uma máquina que funcione com linguagens binárias emule um *software* elaborado a partir de uma lógica paraconsistente será um grande desafio para os cientistas da computação nas próximas décadas.

Como todos os dispositivos acoplados à internet, as inteligências artificiais poderão ser afetadas pela guerra cibernética. A internet está longe de ser um ambiente seguro. Nela ocorrem espionagem financeira, política e industrial. Através de uma técnica já conhecida, *hackers* espalham alguns vírus maliciosos pela internet, os “*malwares*”, que se instalam em milhões de computadores pessoais conectados à rede. Esses *malwares* contêm instruções para que esses computadores, quando contaminados, revelem senhas bancárias. Empresas especializadas em caçar *malwares* investem, diariamente, milhões de dólares para evitar esse problema.

Mas ninguém está suficientemente protegido. Um *hacker* não roubaria um milhão de reais de uma conta, mas um real de um milhão de contas. Quem notaria? A maioria dos *hackers* quer apenas enriquecer, mas alguns visam o financiamento do terrorismo internacional.

Quem abrir um computador verá que nele há *chips* produzidos por centenas de empresas espalhadas pelo mundo. É sempre possível que algum montador mal-intencionado insira em um desses *chips* uma instrução de código para que, em determinado dia e hora, esse computador transmita senhas para a máquina de um *hacker*. Como a fabricação globalizada de equipamentos não pode mais ser detida, o risco é inevitável.

Outra forma de ataque são as tentativas de “derrubar” páginas importantes da internet, como, por exemplo, as de agências governamentais ou de grandes *sites* do comércio eletrônico internacional. Nesse caso, os *hackers* espalham, através da internet, *malwares* que se instalam em milhões de computadores pessoais sem que seus donos percebam. Esses computadores, apelidados de “zumbis”, têm um *malware* com a instrução de acessar, a um só tempo, um determinado *site*. Incapaz de lidar com tantos acessos a um só tempo, esse *site* acaba sendo “derrubado”, ou seja, sai do ar.

A guerra cibernética pode, também, assumir uma dimensão política. Desde o início da globalização na década de 1990, pensava-se que as guerras tradicionais acabariam para sempre. Nenhum país bombardearia outro no qual estivessem filiais de suas próprias empresas, pois isso seria um contrassenso. Mas os ataques cibernéticos abriram novas possibilidades.

As redes de distribuição de energia elétrica de quase todos os países se utilizam da internet para transmitir dados. Isso as torna vulneráveis a ataques cibernéticos, que podem levar a apagões prolongados em várias partes do planeta. O mesmo vale para serviços de comunicação, serviços bancários, controle de voos e até de suprimento de água para qualquer país. Se tudo isso for bloqueado por algumas horas, só restará a esse país se render.

No caso da espionagem industrial, a guerra cibernética se torna algo mais sutil. Há *hackers* especializados em invadir bases de dados de empresas de alta tecnologia e copiar dados sem deixar rastro. Tudo se passa como se você fosse o zelador de um museu e, no fim do dia, verificasse que todos os quadros estavam lá, ativasse o alarme e fosse para casa dormir. Na calada da noite, alguém entra tão habilmente que nem o alarme soa, nem as câmeras de segurança detectam nenhuma movimentação. O intruso substitui todos os quadros por cópias e desaparece. No dia seguinte, tudo parece estar em perfeita ordem, como se nada tivesse acontecido. Talvez nunca ninguém perceba que os quadros não são mais os originais ou, se algum dia perceber, será tarde demais.

Há muitos países financiando *hackers* especializados em invasões imperceptíveis, pois, através deles, é possível burlar patentes de inovações tecnológicas de todos os tipos, inclusive a fórmula de medicamentos. Afinal, acordos internacionais de transferência de tecnologia são apenas uma farsa midiática.

Os crimes cibernéticos estão se tornando cada vez mais sofisticados. Em 2008, um grupo de *hackers* nos Estados Unidos anunciou ter conseguido, pela primeira vez, desligar o marca-passo de uma pessoa usando apenas um *smartphone*. Uma proeza desse tipo só poderia gerar pânico entre pacientes cardíacos, mas havia intenções criminosas mais sutis: a chantagem e a venda de antivírus para essas pessoas.

Os carros autônomos e os aviões totalmente automatizados também correm o risco de serem *hackeados* com consequências imprevisíveis. *Hackers* podem travar seus motores e abrir suas portas deixando livre o caminho para assaltantes. Ataques terroristas graves, como o de 11 de setembro, podem se repetir, sem a necessidade de treinar pilotos suicidas para fazer manobras complicadas. Dificilmente o 11 de setembro teria acontecido sem a ajuda de *hackers* que invadiram, não apenas o sistema de navegação dos aviões, mas também o de controle de voos. O GPS de carros e aviões pode ser *hackeado*, causando vários acidentes.

As empresas têm investido pesadamente em sistemas de segurança para evitar os ataques cibernéticos. Contudo, eles ainda causam prejuízos estimados na ordem de 500 bilhões de dólares por ano. Por um lado, empresas com sistemas de segurança frágil têm suas ações desvalorizadas na Bolsa de Valores. Por outro, gastos excessivos com cibersegurança podem comprometer os lucros. A IoT tornará ainda mais fácil invadir fábricas, laboratórios e até residências para roubar informações sigilosas. A sociedade da visibilidade e da vigilância pode se voltar contra ela mesma.

O mercado da cibersegurança está em franca expansão, sobretudo pelo fato de que, provavelmente, as empresas que vendem *firewalls* de antivírus sofisticados devem ser as mesmas que

contratam *hackers* para plantar vírus na internet e realizar ataques cibernéticos. Como ainda não existe nenhuma legislação internacional que regule ciberconflitos e ciberataques, essa situação tende a persistir nas próximas décadas. Uma das poucas alternativas à essa situação é conseguir que as inteligências artificiais, no futuro, escrevam seus próprios códigos de segurança, transformando-os em *firewalls* impenetráveis.

A regulamentação da internet não interessa às grandes empresas digitais, aos governos e nem às corporações transnacionais. Para elas é muito mais conveniente manter a internet como “terra de ninguém”, o lugar imaginário no qual todos ingressam como indigentes, sem levar nada, e do qual alguns regressam milionários.

Outro fator que pode ameaçar o sucesso da inteligência artificial é a necessidade de sua implementação em larga escala. Esse processo implica no desmanche das tecnoestruturas já existentes. Uma tecnoestrutura não é apenas um parque industrial, mas a combinação de vários deles.

Um exemplo típico de tecnoestrutura é a indústria automobilística. Produzir um carro não significa apenas ter uma linha de montagem, peças e operários qualificados. Significa ter fornecedores de autopeças que, por sua vez, têm linhas de montagem e vários tipos de funcionários. Para que tudo isso funcione é preciso que haja eletricidade em abundância e petróleo suficiente para mover esses carros. Isso envolve empresas petroleiras, hidrelétricas, parques eólicos e oleodutos.

Petroleiras e hidrelétricas empregam milhões de pessoas. Mas, além disso, é preciso que haja estradas, revendedores de carros novos e usados, uma rede de postos de combustível, oficinas mecânicas, guinchos, seguros de automóvel, guardas rodoviários e policiais de trânsito na cidade. Isso sem falar de todos os contadores

e outros burocratas que são necessários para o funcionamento de toda essa tecnoestrutura.

O carro autônomo pode reduzir, drasticamente, não apenas os motoristas, como também várias atividades que dependem da fabricação de automóveis. A transformação dos automóveis atuais em carros autônomos, que não necessitam de motoristas, pode ter consequências imprevisíveis. O automóvel deixaria de ser um bem individual e se tornaria mais um tipo de transporte público. Tudo se passaria como se cada um tivesse um motorista particular para levá-lo e trazê-lo de casa para o trabalho ou a qualquer outro lugar da cidade. A necessidade de estacionamentos diminuiria dramaticamente e seus terrenos poderão ser reaproveitados para a construção de edifícios. As áreas de estacionamento dos shoppings, muitas vezes maiores do que o próprio espaço ocupado pelas lojas, seria, também reaproveitado e usado para outras finalidades. Em poucas palavras, o carro autônomo pode levar a uma reconfiguração ampla das grandes cidades. Mas será que os grandes especuladores imobiliários desejam essa grande transformação do solo urbano? Uma super oferta de espaços que faria o preço dos terrenos despencar?

Nesse cenário, o futuro da inteligência artificial é incerto. A substituição do trabalho humano por robôs pode não exigir grandes investimentos, como no caso do robô BAXTER que descrevemos no terceiro capítulo. Mas será que nossas sociedades estão preparadas para a automação? Como farão os governos para administrar o desemprego em massa?

O destino da grande indústria tem sido os países em desenvolvimento. As plantas industriais são transferidas para países como a China, Índia e Brasil em busca de mão de obra mais barata, menos impostos e subsídios fornecidos pelos governos locais. Mas o que acontecerá quando esses subsídios não puderem mais ser financiados pelos governos desses países? Sem subsídios para tornar o trabalho barato, o custo do transporte pode desfavorecê-

los. O que ocorrerá se a China precisar se voltar para seu mercado interno para continuar a crescer?

A grande indústria deixará de investir em países distantes de seus consumidores e o processo de substituição do trabalho humano ocorrerá de forma mais rápida e vigorosa nos países desenvolvidos. Países como a China talvez tenham de jogar uma última cartada para não afugentar a indústria de seus territórios: robotizar suas fábricas, eliminando definitivamente qualquer tipo de custo do trabalho, apesar de ele já ser baixíssimo. Por isso, já existem, na China cidades desertas e multidões de desempregados, apesar dos salários paupérrimos e ausência total de direitos trabalhistas.

Mas há outro cenário possível: a estagnação da demanda. Existe uma tendência para o que o economista Paul Krugman chamou de “estagnação secular”, ou seja, baixo crescimento do PIB mundial nas próximas décadas. A estagnação da demanda diminuiria o interesse no aumento da produtividade, que poderia se originar da automação. É possível que nas próximas décadas a tecnologia passe por uma grande estagnação, pois ela pode não interessar mais ao capitalismo, que se contentaria em lucrar com inovações e não precisaria correr os riscos envolvidos de disrupções causadas pelas hipertecnologias. Estamos estagnados sob o peso das tecnoestruturas da economia do gás, do carvão e do petróleo.

Essa situação desafia a ideia de que o poder econômico e a tecnologia estão sempre associados, quase sempre aceita como uma hipótese trivial, principalmente pelos historiadores e sociólogos marxistas. Esquece-se com facilidade que o alinhamento entre economia, tecnologia e política, que ocorreu no século XVII, e que levou a uma explosão na ciência e nas artes, pode ter sido um evento único, que dificilmente se repetirá na história. Um século como o de Descartes pode nunca mais acontecer.

Atualmente, há um desalinhamento crescente entre economia, tecnologia e meio ambiente, que causa um profundo desequilíbrio e um mal-estar indefinível nas sociedades pós-modernas. Creio que esse mal-estar resulta de uma profunda

dissonância cognitiva que se estabeleceu entre as possibilidades abertas pelas hipertecnologias e a organização das sociedades, sobretudo do trabalho, que não mudou nas últimas décadas. A economia e a organização social humana não estão preparadas para as hipertecnologias, que se tornaram incompatíveis com o capitalismo industrial. Para termos uma ideia desse conflito, basta pensarmos o que aconteceria se não apenas a inteligência artificial, mas outras tecnologias, como a nanotecnologia e a impressão em 3-D, fossem rapidamente implementadas.

A nanotecnologia permitiria uma fantástica economia de matéria prima. Um computador, por exemplo, poderia ser construído com apenas algumas moléculas. As fábricas nanotecnológicas pesariam pouco mais de um quilo e seriam capazes de produzir grande variedade de artefatos em apenas algumas horas. Como as fábricas nanotecnológicas estariam espalhadas pelo mundo, o comércio exterior, a estocagem e o transporte de produtos manufaturados seriam desnecessários. O comércio exterior entraria em colapso e, com ele, a grande tecnoestrutura voltada para o transporte, que inclui navios, aviões, portos e aeroportos, que também teriam suas atividades drasticamente diminuídas.

No entanto, somos reféns das tecnoestruturas existentes. Nenhum investidor aceitaria perder o que já investiu nelas. O capitalismo industrial se tornou conservador e só aceita mudanças a conta-gotas, introduzindo pequenas inovações nas invenções já existentes. Muda-se algum componente dos *smartphones*, dos carros e das TVs, mas as novas invenções não são implementadas. O capital industrial faz coro com os sindicatos na defesa, preservação e criação de empregos, que são considerados prioridades por todos os governos.

Os sindicatos atacam as hipertecnologias que, para eles, são sinônimo de desemprego. O trabalho é sagrado e discutir sua redistribuição ou reorganização é um tabu. Os empregos, por mais degradantes que sejam, passaram a ser vistos como prêmios. Com

isso, o processo de automação torna-se muito mais lento. Em vez de aperfeiçoar os robôs para que eles possam substituir no trabalho, ainda é mais fácil e menos dispendioso robotizar os humanos, um projeto de automação às avessas. Paradoxalmente, a máquina mais complexa que existe, ou seja, o cérebro humano, é também a mais barata, pois está se tornando cada vez mais abundante no planeta.

Como a superpopulação tornou o trabalho humano um dos artigos mais baratos no planeta, um fenômeno paradoxal na história da automação está ocorrendo. Paralelamente à corrida para humanizar os robôs, para que eles possam substituir vários tipos de trabalhadores, a robotização de seres humanos também está acontecendo. Em vários países, os projetos de automação industrial foram interrompidos; em outros, sequer foram iniciados. Os investimentos em tecnologia foram redirecionados para a automação de operações mentais sofisticadas, como jogar na Bolsa ou fazer a contabilidade complexa de grandes corporações. O trabalho braçal foi reabilitado e tarefas mecânicas e repetitivas, que poderiam ser realizadas por máquinas, são executadas por seres humanos em troca de salários baixíssimos.

Nesses países, os humanos substituíram as máquinas e inverteram o caminho habitual da tecnologia. A divisão do trabalho entre humanos e máquinas se tornou perversa. Ao se tornar um robô, o homem passou a ser apenas um componente da tecnologia que ele mesmo criou. O fantasma da automação total e a super oferta de mão de obra têm sido ameaças suficientes para produzir esse cenário paradoxal no qual hipertecnologias convivem com semiescravidão.

Nesse cenário, a seleção e a implementação de novas tecnologias está sendo feita tendo como critério a possibilidade de reaproveitamento das tecnoestruturas existentes. Um bom exemplo é o carro movido a etanol, que não desestabiliza a indústria automobilística e tem suas vantagens monitoradas para que elas convivam com nossa maior e mais poderosa tecnoestrutura: a economia do petróleo.

Tudo gira em torno da economia do petróleo. Ele não é apenas combustível para os carros, mas também é fundamental para o aquecimento doméstico no hemisfério norte, no qual os invernos são cada vez mais rigorosos, uma situação, aliás, causada pelo aquecimento global que o uso do petróleo tem produzido. A aviação também consome uma grande quantidade de petróleo e não há, a curto prazo, perspectivas para substituir as turbinas de aviões por dispositivos elétricos ou de outra natureza.

Por isso, a economia do petróleo não é ameaçada por fontes de energia alternativas, ou como dizem os ecologistas, pela “energia limpa”. A economia do petróleo tem financiado, nas últimas décadas, seus próprios críticos e várias organizações ambientalistas como uma forma de mantê-las sob controle. Essas organizações buscam refrear a poluição do ar, dos rios e dos oceanos e estimular a reciclagem, objetivos que, hoje em dia, se tornaram obviamente necessários e que não conflitam com a indústria do petróleo. Há muita confusão entre criticar a poluição produzida pelo lixo e criticar a emissão de dióxido de carbono. Em alguns momentos, elas se sobrepõem, mas são coisas distintas.

Do petróleo sai o plástico, cada vez mais presente nas embalagens. E o plástico está sempre presente em todos os artefatos tecnológicos que utilizamos, sobretudo nos computadores e *smartphones*. Dificilmente uma revolução tecnológica poderia ser tão radical a ponto de subverter a tecnoestrutura montada pela economia do petróleo. Pois os próprios componentes de máquinas que poderiam revertê-la dependem do plástico e de seus derivados, ou seja, dependem da produção de petróleo. Sem plástico, a construção de robôs torna-se praticamente impossível. Ou seja, com ou sem a participação humana nas fábricas, a produção de computadores e de *smartphones* em escala industrial depende, inevitavelmente, do petróleo. Por isso, a força de uma revolução em direção a um novo capitalismo, hipertecnológico e que rompa com as tecnoestruturas existentes, será sempre uma tarefa que só pode ser feita parcialmente.

A indústria do petróleo encontrou um meio para lembrar, constantemente, que seus limites não devem ser ultrapassados por nenhum tipo de tecnologia que ameace a sua primazia: os ataques terroristas. Em outras palavras, a possibilidade de uma escalada do terrorismo mantém boa parte do mundo refém da economia do petróleo. Esses ataques, uma espécie de advertência simbólica intermitente, servem para ilustrar a luta da fé contra a racionalidade ocidental. Eles têm a lógica de uma doença autoimune, pois ocorrem predominantemente em sociedades cuja tecnologia depende do petróleo ou em sociedades que o vendem para vários países do mundo.

Não é por acaso que as ideologias radicais encontram abrigo em países produtores de petróleo e que, algumas delas, como o Taleban e o Boko Haram, se posicionam explicitamente contra o modo de vida ocidental, ou seja, contra a ciência e contra a tecnologia que podem subverter a fé religiosa por aproximar as pessoas de um mundo de prazeres e comodidades. A tecnologia, para essas organizações, é o símbolo do modo de vida das sociedades ocidentais. O terrorismo não nos choca apenas porque ele é violento, mas também por ser uma manifestação explícita de uma antimodernidade, da existência de um nicho arcaico inaceitável para as sociedades ocidentais. Não existe nada mais conservador do que o terrorismo islâmico.

É uma situação esquizofrênica para as sociedades ocidentais, que precisam do petróleo de quem as ataca. E é uma situação esquizofrênica para os grupos terroristas, que condenam o Ocidente e sua tecnologia, mas precisam da internet para recrutar seguidores e divulgar seus atentados para adquirir visibilidade.

Os veículos autônomos não ameaçarão a economia do petróleo se mantiverem os motores tradicionais baseados na combustão interna. Esse é o caso dos caminhões, cuja versão com motor elétrico ainda está em teste. Mas no caso dos carros já se prevê que eles utilizarão motores elétricos, o que pode significar uma perda de mercado para as petroleiras, a não ser que a geração

de eletricidade dependa de usinas termoelétricas movidas por combustíveis derivados do petróleo. Nesse caso, a melhoria ambiental produzida pelos carros elétricos seria praticamente anulada. Além disso, a maioria dos componentes dos carros autônomos será de plástico, pois eles precisam ser leves. E o plástico, um derivado do petróleo, exige grandes quantidades de energia e de água para ser produzido além de liberar gases nocivos na atmosfera.

Os motoristas humanos ainda são um componente estratégico da tecnoestrutura do petróleo. A profissão de motorista só será desabilitada gradualmente, sobretudo pelo fato de ela ainda interessar a muitos governos. Dirigir um táxi tem sido, até agora, uma alternativa temporária e, às vezes, definitiva para desempregados e imigrantes. Cada vez mais aposentados também complementam seus rendimentos dirigindo um táxi.

Atualmente, há cerca de um bilhão de veículos a combustão interna no planeta. Todos têm sido, até agora, pilotados por seres humanos. O que faremos com eles quando todos se tornarem apenas sucatas e forem substituídos por carros elétricos autônomos? Onde depositá-los para serem reaproveitados? E qual será o custo dessa operação gigantesca?

A promessa de não implementar os carros autônomos no curto prazo será, provavelmente, utilizada como plataforma política nas eleições e será moeda de troca em negociações com congressistas e sindicatos. Por isso, a implementação de carros autônomos será sempre desigual no planeta. Alguns países já se adiantaram e, em outros, é fácil prever que ela será lenta e exigirá muitas negociações.

Em alguns países enriquecidos com a exploração do petróleo, como os Emirados Árabes, esse programa está mais avançado. Mas esses países também nos dão uma amostra de um futuro no qual o motorista humano pode acabar, embora o carro a gasolina durará mais tempo do que se deseja. Os motoristas humanos tampouco serão totalmente dispensáveis, pois serão necessários para guinchar carros autônomos quando eles sofrerem alguma pane.

Carros cujo funcionamento depende de sua conexão com a internet podem, como ocorre com os carros autônomos, podem ser mais vulneráveis a defeitos. Em 2017, Ryan Negri, proprietário de um carro Tesla S, foi passear com a sua esposa no Red Rock Canyon no deserto de Nevada. Quando chegaram lá, foram fazer um longo passeio a pé. Algumas horas depois, ao retornarem para ao carro, perceberam que tinham se metido em uma encrenca: o carro só ligava e desligava por meio de um aplicativo no celular e, naquele lugar, não havia sinal. É fácil imaginar o resto da história.

Em uma fase de transição, quando os carros autônomos e os convencionais dividirem o espaço das ruas e estradas, será necessário desenvolver novos dispositivos de segurança. O mais importante será o *chip* interveicular, que permitirá que os carros conversem entre si, evitando acidentes. O *chip* interveicular será um dispositivo de segurança obrigatório. Os carros novos já virão equipados com esse *chip* e os mais antigos terão de fazer uma atualização de segurança.

De todas as inteligências artificiais, o carro autônomo é a que poderá gerar mais controvérsias jurídicas e éticas. Se ele transgredir uma regra de trânsito, quem deverá ser multado? O fabricante ou o usuário que, por estar distraído, não interferiu? Uma infração pode ser convertida em apenas um erro, um defeito esporádico de uma máquina. Mas, e no caso de um atropelamento ou de uma colisão que envolva mortos e feridos?

O primeiro acidente envolvendo um carro autônomo causou a morte do piloto de provas Joshua Brown, que estava a bordo para acompanhar os testes preliminares do modelo Tesla S. O carro percorria uma estrada usando câmeras, radar, sensores ultrassônicos e um *software* sofisticado. O carro tinha também sensores que permitiam uma visão de 360 graus, um GPS que funcionava em tempo real, além de *scanners* que detectavam qualquer objeto que estivesse à sua frente.

Infelizmente, o sistema de navegação automática do carro não foi capaz de distinguir entre o azul claro do céu e a carroceria,

também azul clara, de um *trailer* que atravessou na frente. O carro continuou sua trajetória como se ela estivesse livre e acabou esmagado sob o *trailer*.

Dirigir um carro implica em tomar decisões cruciais em frações de segundos. Por isso, dizemos frequentemente que elas são resultado de um reflexo. Em alguns casos, a ação reflexa embute um cálculo ético instantâneo e quase inconsciente. Preferimos atropelar alguém que atravessa a rua para não jogar o carro sobre uma calçada na qual há várias pessoas esperando por um ônibus. Um motorista humano pode sempre escolher se ele deve frear bruscamente um ônibus quando um pedestre atravessa a rua à sua frente. Frear bruscamente um ônibus urbano pode ferir os passageiros, sobretudo os que viajam em pé. Ou pode causar um engavetamento de muitos veículos, com vários mortos e feridos. Será válido programar o carro autônomo para atropelar um motociclista de capacete de preferência a um sem capacete, se a situação exigir? Em outras palavras, será que poderemos programar um carro autônomo para realizar essa escolha ética sempre que ela for necessária?

O fabricante de uma máquina pode ser responsabilizado pelo seu funcionamento defeituoso. Mas o que acontece no caso de um robô gerar comportamentos emergentes? Ou seja, comportamentos imprevisíveis gerados a partir da combinação ou recombinação de outros comportamentos? Nesse caso, será que o fabricante poderia ser responsabilizado? Ou teríamos de responsabilizar o robô?

A ação de uma máquina não é gerada por motivos ou por sentimentos. Tecnicamente, uma máquina é incapaz de livre-arbítrio. Em outras palavras, se uma máquina é autônoma, mas não é um agente moral, como poderíamos responsabilizá-la por alguma ação? Teremos de conviver com esse vácuo jurídico e ético?

Os próximos anos serão decisivos para testar a segurança dos carros autônomos. Há vários protótipos sendo testados, mas ainda não sabemos como eles se comportarão quando tiverem de dividir o espaço das ruas com carros pilotados por humanos e com outros

veículos autônomos. As companhias de seguro enfrentarão o problema de definir os riscos dessa nova tecnologia. O valor das apólices refletirá o quanto poderemos confiar nessas máquinas.

A busca pela automação total continuará. Haverá investimentos vultuosos na internet das coisas. O projeto europeu FuturICT é um dos maiores. Ele busca criar um modelo do mundo que reúne governos, indústrias, sociedades, cultura, agricultura, saúde e economia. Tudo estará conectado nesse imenso sistema. A vida será decidida nos seus bastidores, em uma realidade paralela, uma espécie de subconsciência global com outro tipo de inteligência, diferente da nossa, mas suficientemente poderosa para governar grande parte de nossos comportamentos, gostos e atitudes.

As novas tecnologias dependem, direta ou indiretamente, da internet. Ela é a mãe de todas as tecnologias do século XXI. A nova inteligência artificial se baseia, em sua maior parte, nas técnicas de BIG DATA, ou seja, na explosão da disponibilização de dados que vem ocorrendo. A IoT depende inteiramente da internet. Mas será que um dia a internet pode acabar? Será que empresas como o Google e o Facebook podem, no futuro, falir? Quantas empresas que estavam na Bolsa de Nova Iorque em 1920 sobreviveram até hoje?

Conclusão

Seria um equívoco supor que nossa época é a era da informação. Nunca houve, na história da humanidade, um período no qual dispuséssemos de tantos meios de comunicação. Nunca vivemos um período no qual a troca de mensagens fosse tão rápida, eficiente e barata como nos últimos anos. Mas, paradoxalmente, as redes sociais estão nos arrastando para o grau zero da informação e a sociedade da informação se transformou na sociedade do ruído. O termo ruído na teoria da comunicação significa chiado, estática ou sinais indesejados na transmissão de informação. Superamos os problemas técnicos que produzem estática. Mas agora, são as nossas próprias mensagens que tendem a se transformar em estática.

O excesso de informação é torrencial. Existe uma profusão tão grande de emissores e receptores, um trânsito incessante de novas postagens trafegando nas redes sociais, uma quantidade imensa de mensagens e de alertas sonoros ocorrendo em nossos smartphones que nossa tendência é ignorar a informação que chega até nós. O excesso de informação bloqueia a comunicação. Todos os dias temos de nos livrar centenas de *spams* produzidos por robôs e dificilmente conseguimos responder a todos os *e-mails* que recebemos. Quando todos falam, ninguém consegue escutar.

Nesse cenário de comunicação precária a tendência é que cada um se recolha a seu casulo eletrônico. As redes sociais já se utilizam de algoritmos para selecionar as postagens que aparecem para cada usuário. Os conteúdos são selecionados por uma inteligência artificial com base nos rastros digitais que produzimos involuntariamente. Em breve, o mesmo procedimento servirá para ajustar a programação da TV a cabo. Quando você contratar um

provedor, ele terá um sistema de escolha automática de seus programas preferidos, ajustando canais e horários. Cada pessoa terá um noticiário customizado, que pode incluir notícias que não serão exibidas para outros assinantes, dependendo de sua classe social. A televisão está rapidamente deixando de ser o que sempre foi, isto é, uma atividade coletiva consumida individualmente.

Embora vivendo em casulos, as pessoas continuarão a ter a ilusão de que se comunicam. Usarão as mesmas palavras para construir diálogos imaginários, sem perceber que falam de mundos diferentes. A ideia de que há um mundo comum, no qual os fatos podem ser montados e interpretados formando narrativas diferentes tende a desaparecer. Não existe mais um compartilhamento de premissas básicas e, a mais importante, a de que estamos nos referindo a um mundo comum descrito de maneiras diferentes é uma das primeiras a sucumbir.

Paradoxalmente, a customização da percepção não reforça a ideia de um eu soberano. Ao contrário, ela o enfraquece. A personalidade é diluída, ao mesmo tempo em que o individualismo é estimulado, o que nos leva ao paradoxo de sermos uma sociedade individualista de massas. Temos de ser todos iguais, mas ao mesmo tempo se exige que cada um seja diferente.

As pessoas passaram a ser *perfis*. Um perfil é construído não apenas com o que tornamos visível sobre nós mesmos, mas também com base em nossos rastros digitais, que permitem prever a personalidade e as ações de uma pessoa sem nunca ter estado em contato com ela. Há *softwares* que, a partir dos “likes” nas redes sociais, compõem a personalidade de uma pessoa de forma mais precisa do que sua esposa ou seu marido. O “eu” só sobrevive na medida em que suas postagens são validadas por compartilhamentos nas redes sociais. O eu digital é uma versão diluída da subjetividade, é o eu supersocializado.

Há um discurso inflamado na mídia sobre a usurpação de dados pessoais. Penso que esse debate oculta nosso desejo de sermos pessoas únicas, especiais. E se algum dia acessássemos as

informações privilegiadas sobre nós e descobríssemos que nossa vida íntima pouco difere da dos outros? Que nossos desejos e expectativas são pífios, comezinhos, iguais aos da maioria das pessoas. Aprenderíamos que somos estatística, que nossos segredos são iguais aos de milhões e milhões de pessoas e que, como elas, podemos nos satisfazer com muito menos do que fantasiávamos.

O fim da privacidade, que nos transforma em criaturas com desejos trivializados, marca o fim da era do encantamento com o eu. Não foi apenas a natureza que se tornou desencantada, como afirmaram os filósofos românticos. Tornamo-nos transparentes, desencantados em relação aos outros e a nós mesmos e, com isso, irremediavelmente melancólicos. O “eu” é uma fortaleza que não guarda nada de único, nada de especial, mas sem essa sensação de privacidade a nossa vida seria ainda mais sombria.

Penso que apesar das profundas transformações causadas pela internet e sua aliança com a inteligência artificial, o trabalho humano não desaparecerá tão cedo. Os tecnoutopistas que defendem um mundo sem trabalho exageram nas suas previsões. Ou tentam vender algo que não poderão entregar. No entanto, com a diminuição do trabalho e com o aumento do desemprego, teremos de nos acostumar com o fato de que boa parte de nossa vida se parecerá com o marasmo interminável de uma tarde de domingo após o almoço. Teremos de acertar as contas com o tédio, um sentimento indelével que sempre esteve presente na vida humana. Os *reality shows* são, atualmente, a melhor imagem que temos do tédio. Eles mostram a dificuldade enfrentada por grupos de pessoas confinadas em uma casa sem ter o que fazer além de aturarem umas às outras.

A reconfiguração tecnológica do trabalho não será indolor. O trabalho terá de ser reorganizado e passará por várias reconfigurações. Mas, sem esse perigoso passo adiante, é provável que mergulhemos em uma longa noite de obsolescência. O risco é fazermos como Sísifo, a criatura mitológica na sua interminável

tarefa de levar uma pedra morro acima até que ela caia novamente pela encosta, mesmo antes de chegar ao topo.

Uma das reconfigurações do trabalho, talvez a mais interessante, virá da redefinição de nosso papel nas sociedades digitalizadas. As redes sociais, que deveriam aproximar as pessoas, criaram um efeito paradoxal nas relações humanas. O aumento da comunicação levou a uma diminuição da intimidade e da empatia. A perda progressiva da capacidade de percepção do outro é uma consequência quase inevitável. Construimos o outro a partir da projeção de nossas intenções, crenças ou desejos, mas essa tarefa fica muito difícil quando não sabemos se estamos conversando com um vizinho, um amigo, com blogueiros pagos ou com um robô na internet que produz mensagens como se fosse um ser humano.

A introspecção é a chave para a compreensão do outro, pois sempre supomos que ele agirá de uma forma parecida com a nossa. Mas o que ocorre quando a avalanche de sons, imagens e mensagens que recebemos incessantemente ofusca a introspecção? Quais serão os efeitos de interagirmos, cada vez mais, com sujeitos virtuais?

Um sujeito virtual nos dá a segurança de estar sempre sob nosso controle, pois podemos fazê-lo aparecer e desaparecer quando quisermos, bastando, para isso, ligar ou desligar um computador. Mas a incapacidade de reconhecer a existência de uma outra pessoa a partir de nossos próprios sentimentos pode nos confinar a um casulo digital, no qual conversamos apenas com nós mesmos da mesma maneira que uma menina dialoga com sua boneca, fantasiando suas respostas e interrompendo a brincadeira quando quiser.

A necessidade de revalorizar a empatia e a presencialidade já trouxe de volta os shows ao ar livre como alternativa ao *streaming*. Um show musical ao ar livre ou em grandes auditórios envolve a presença de um corpo ao vivo, com o qual interagimos em tempo real. Como vimos no capítulo III, o corpo em exibição é uma compensação para uma vida sedentária na qual os contatos virtuais predominam. Nada disso pode ser fornecido pelas operadoras de

streaming. Por isso, os shows ao ar livre e ao vivo continuarão atraindo milhares de pessoas, pois a tentativa de substituir artistas por holografias não tem sido bem-sucedida.

Se estas tendências persistirem, o teatro, atualmente ofuscado pelo cinema e pela internet, voltará a florescer, e provavelmente será um artigo de luxo que poucos poderão usufruir, como ocorria antes da invenção da TV e de outros meios de reprodutibilidade das artes. Reuniões físicas serão consideradas um toque de elegância. Só as firmas baratas trabalharão eletronicamente.

Nesse contexto de diluição do eu e da necessidade de preservar a empatia para não destruir a comunicação entre as pessoas algumas profissões que, até agora permaneceram desprestigiadas, serão revalorizadas. E outras serão afetadas negativamente.

A psicologia evolutiva mostra que empregos que requerem empatia como os de cuidadoras, enfermeiras, psicólogas e professoras são dominados por mulheres. Provavelmente, esses serão os empregos que, no futuro, resistirão à avalanche da automação. Se essa tendência se confirmar, em poucos anos o mercado de trabalho será majoritariamente feminino. Essa brecha história acentuará, cada vez mais, a presença das mulheres na cultura e a descoberta de um imenso potencial de inteligência e de criatividade que, por se manter ignorado, ainda não pode emergir plenamente. Um mundo no qual as mulheres ocupem a maioria dos empregos e tenham mais status do que os homens será uma mudança radical após séculos de predominância masculina. Se isso ocorrer, será uma mudança sem precedentes na história do trabalho humano¹⁴.

Todos os empregos sempre estarão pendurados por um fio. Um único deslizamento ou uma piada infeliz já serão motivos para demissão. A tentativa de abafar os conflitos e polarizações inevitáveis produziram um policiamento da linguagem, orientado

¹⁴ Devo essa sugestão a meu amigo Gustavo Leal-Toledo.

pelo ideal do politicamente correto, uma espécie de camisa de força supracultural. Não será surpreendente se, em um futuro próximo, leis antiblasfêmia forem promulgadas pelo Conselho de Segurança da ONU.

Na política, esses deslizos se tornam ainda mais visíveis e, muitas vezes, os políticos enfrentam o dilema de não poder defender publicamente suas posições sem desagradar parte de seus eleitores potenciais. A política é uma das carreiras mais ameaçadas pelas redes sociais. Todos os governos estão desmoralizados. Eles não resistem à divulgação de segredos amorosos ou financeiros de seus integrantes obtidos pelo uso do BIG DATA. O político astuto enfrenta o desafio de se tornar conhecido sem deixar que os eleitores conheçam alguma coisa sobre eles. O político se tornou a figura cinzenta por excelência. Mas o vazamento de informações é praticamente inevitável. É difícil admirar alguém quando se conhece todos os detalhes sórdidos de sua vida.

Os políticos lutam, atualmente, para reverter uma tendência praticamente irreversível das sociedades contemporâneas: sua auto-organização por meio das redes sociais. A auto-organização das sociedades, principalmente na economia, exclui, cada vez mais, a participação dos políticos, que, aos olhos do público, estão se tornando desnecessários. Para sobreviver eles recorrem à televisão, e tentam, desesperadamente, se tornar celebridades cuja importância justificaria o alto custo de sua participação na máquina administrativa estatal. A televisão ainda é um dos mais poderosos e populares meios de comunicação, embora ela seja desprezada pelos intelectuais.

A política tradicional, baseada na retórica explícita dos comícios e na propaganda na TV agoniza juntamente com o declínio do Estado-nação. Os políticos sabem que não é mais possível fazer campanhas e vencer eleições com base em argumentos. Hoje em dia, os memes na internet, fragmentos de informação que, como mantras, invadem e se repetem incessantemente na cabeça das

peças têm muito mais poder do que qualquer argumento engenhoso.

O poder político do Estado, que se estabelecia por meio de uma hierarquia não é mais o catalisador simbiótico que formata as sociedades humanas. As intervenções verticais utilizadas pelos governos se tornaram ineficazes. As instituições não funcionam mais. O Estado-nação se tornou incapaz de fazer com que suas leis sejam respeitadas e que os parlamentares tenham qualquer representatividade. As democracias tradicionais estão corroídas pela corrupção crônica. Não é por acaso que uma admiração por governos autocráticos e autoritários está ressurgindo em várias partes do mundo. Há, também, uma condenação moral da política, considerada por muitas pessoas como intrinsecamente nefasta.

Nas últimas décadas o poder político foi deslocado para as redes sociais. Ele é agora um poder horizontal, que depende da capilaridade dessas redes e das técnicas para viralizar algumas mensagens. A figura do político como autoridade é substituída pelo político como bom gestor de recursos. A liderança, o político carismático, um dos últimos resquícios do Estado-nação tende a desaparecer. A prioridade é a administração transparente e eficaz que beneficie o grupo de onde surgiu o político, seja ele o bairro onde mora ou a sua cidade.

O papel mais importante do Estado é a prestação de serviços para seus cidadãos: administrar os serviços de saúde pública e da segurança urbana. Por isso, nas democracias contemporâneas os cibercidadãos escolhem seus representantes da mesma forma que escolhem um hotel ou um pacote turístico por meio do TripAdvisor ou do Booking.

O totalitarismo digital que enfrentamos atualmente se baseia na ideia de que todos temos de ser cibercidadãos. Essa é a única característica comum a todas as tribos. Embora metade da população do planeta não tenha acesso à internet, transformar todos os cidadãos em cibercidadãos, em uma época na qual a tecnologia é onipresente, está se tornando cada vez mais fácil. A tecnologia não é

opcional. Como alguém poderia, atualmente, trabalhar sem ter um *smartphone*? Como fazer sua declaração de imposto de renda se você não tiver um *smartphone*? Ou como estacionar um carro nas zonas azuis de São Paulo sem um *smartphone*?

Em poucos anos, os *smartphones* se tornaram mais populares e mais importantes do que os computadores pessoais. É impossível trabalhar em uma sociedade na qual todos têm um *smartphone* se você não tiver um. A tecnologia se tornou praticamente obrigatória. Ela coopta as pessoas de uma forma muito mais efetiva do que qualquer ideologia política e as insere, facilmente, no jogo do totalitarismo digital.

Há um efeito colateral perigoso nesse novo tipo de governança das sociedades. As pessoas se confinam a seus grupos e só têm acesso àqueles que concordam com seus pontos de vista. Não há mais discussão, pois isso implica em desqualificar, *a priori*, pontos de vista discordantes. Como só temos acesso àquilo que concordamos, vamos, aos poucos nos tornando extremistas. Passamos a nos definir pelo pertencimento a uma determinada gangue. É um novo tribalismo, em versão digital.

Na sombra desse tribalismo digital, zoófilos, pedófilos e neonazistas, antes dispersos e sem coragem de se manifestar publicamente, agora se agregam em grupos na internet e começam a reivindicar espaço apesar de suas atividades serem totalmente ilegais. São grupos com cadastros públicos e agendas publicadas na internet, pessoas que por estarem agrupadas não temem a polícia ou punições legais. Talvez esse fenômeno sirva para mostrar que homem é um animal gregário e não um animal social como supusemos até agora.

Muitas pessoas arriscam uma resposta simples para reverter o totalitarismo digital e enfrentar outros desafios da internet: é preciso reinventar a educação. Mas, viver em uma sociedade com

hiperabundância de informações coloca uma questão difícil: o que ensinar? O que as pessoas esperam aprender ao ir à escola? Uma resposta imediata vem à mente. As pessoas precisam aprender não apenas a buscar informações como também a selecioná-las em meio à avalanche que qualquer mecanismo de busca na internet retorna.

Essa não é uma tarefa fácil. Não basta apenas de verificar a origem das informações que circulam, identificando aquelas que são produzidas por avatares ou robôs. Conhecimento e opinião são apresentados da mesma forma, isto é, como informação. É difícil selecionar informações. Temos a tendência de aceitar aquelas que são adotadas pela maioria que correspondem aos *links* mais visitados quando um mecanismo de busca é acionado. O conhecimento produzido por máquinas e postado automaticamente na internet torna o problema ainda mais complexo.

Será preciso, também, traçar estratégias para enfrentar a pós-verdade. O mundo da pós-verdade é o caldeirão do vale-tudo, da estatística forjada, dos artigos científicos que descrevem experimentos que nunca aconteceram, da ciência lutando por um espaço na mídia para sobreviver, da filosofia banalizada na televisão. A pós-verdade é uma consequência inevitável do desmonte do método científico. O único objetivo da pós-verdade é o convencimento, é inundar as redes sociais com motes políticos e agendas sociais edificantes, mas que nunca poderão ser cumpridas pelo fato de serem inviáveis.

Se hoje em dia as escolas estão cada vez mais desorganizadas e os professores desvalorizados, isso ocorre porque elas se tornaram uma instituição que parece contrariar seus próprios objetivos. Por que passar horas preso a uma carteira, ouvindo alguém repetir informações disponíveis no Google? Paradoxalmente, a sala de aula se tornou um dos poucos lugares nos quais é proibido acessar informação *online*, cabendo ao professor transmiti-la. Tudo se passa como nos tempos em que havia escassez de informação.

Decorar fórmulas matemáticas e físicas e usá-las para resolver problemas de um caderno de exercícios é nos obrigar a fazer um

trabalho que pode ser feito por máquinas. Como podemos ter autoestima se gastarmos quase todo nosso tempo fazendo o que poderia ser feito por máquinas? Obrigar os estudantes a fazer o que as máquinas fazem é um ranço punitivo que muitas escolas ainda conservam.

Não há mais tempo para recapitular o conhecimento. Enfatizar a memorização como estratégia de ensino é tornar a escola redundante, pois estocar informação é algo que não precisa ser feito por cérebros humanos. Todos sabem que se aprenderem simplesmente o que uma máquina pode fazer se tornarão não, apenas desempregados, mas inempregáveis. Esse será o triste destino de grande parte de quem optar pelo ensino profissionalizante.

A escola deveria se concentrar no que as máquinas não podem nos proporcionar. Uma máquina não tem capacidade de negociar. Uma máquina não sabe ler nas entrelinhas. Essas serão habilidades cada vez mais necessárias. As escolas deveriam, também, ensinar como enfrentar perdas e frustrações, que serão muito mais numerosas à medida em que as sociedades se tornam competitivas e que vivemos por mais tempo. Seria importante, também, que as pessoas se acostumassem com a morte para diminuir um pouco a brutalidade com que ela nos assola.

Em sociedades superpovoadas e mais violentas, mortes intempestivas serão mais frequentes. Uma forma de lidar com esse problema é levar os alunos a visitarem, de tempos em tempos, hospitais e a comparecerem a alguns funerais. Essa é uma tarefa delicada, pois seu exagero pode levar à banalização da morte, o que seria totalmente indesejável. Seria importante, também, que todos passassem pela experiência de ser um cadeirante por pelo menos uma semana, até que as tecnologias de exoesqueletos estejam desenvolvidas e popularizadas.

A empatia, o convívio, a capacidade de fazer e de receber críticas são benefícios insubstituíveis da escola tradicional. O autoconhecimento, condição para a flexibilizar os comportamentos

e atitudes diante de circunstâncias sempre novas e desafiadoras precisa ser revalorizado.

Nos próximos anos, surgirão grandes desigualdades entre conhecedores de tecnologia e usuários passivos que não entendem como elas funcionam. Por isso, é preciso aprender lógica de programação, iniciativa já adotada por algumas escolas, para que possamos não apenas usar as máquinas como também alterá-las de acordo com as nossas necessidades. Como todas as profissões envolvem algum tipo de máquina, precisamos compreender melhor seu funcionamento e o que podemos fazer para melhorá-las. Aprender lógica de programação se tornou tão importante quanto aprender a ler e a escrever.

Há escolas que ensinam a codificar programas a partir dos cinco anos de idade, pois essa será uma habilidade necessária para o trabalho em qualquer área de atividade. Não sou um especialista em educação, mas penso que o estudo da lógica de programação deveria ser priorizado pelas escolas, pois ele será um dos principais antídotos contra o desemprego nas décadas seguintes.

O Raspberry-Pi3 é um computador que custa menos do que cem dólares e pode ser conectado a um monitor ou a uma TV. Ele é a máquina ideal para quem quiser se iniciar em lógica da programação.

Mas, além da lógica de programação, é preciso aprender a lidar com máquinas. Isso nunca foi parte de nossa educação formal. Sempre foi algo colateral, parte do aprendizado de outras disciplinas consideradas mais nobres. Não existe educação tecnológica. Na maior parte do tempo, agimos como amadores, tentando adivinhar, a partir de manuais confusos, como fazer nossos dispositivos digitais funcionarem.

A educação tecnológica serve para aprendermos a conviver com as máquinas, tirar o máximo proveito dos recursos que elas oferecem e saber lidar com seus truques e falhas. O fazendeiro precisa saber como fazer seus drones mandarem imagens para o seu celular, o pescador precisa saber como usar o GPS. Precisamos

aprender a conectar um celular à uma televisão. Fazer com que as tecnologias conversem umas com as outras será um desafio nas próximas décadas. As tecnologias e os modos pelos quais elas se conectam estão longe de ser autoexplicativas. A interface humana da maioria das nossas tecnologias ainda está longe de ser amigável.

Faz parte dessa educação tecnológica deixar claro que colocar um computador ligado à internet nas mãos de uma criança é tão imprudente quanto pedir a alguém para dirigir um carro sem nunca ter se sentado atrás do volante ou frequentado uma autoescola. Quem aprendeu a dirigir um carro sabe que não pode permanecer no volante indefinidamente, pois tem noção dos efeitos do cansaço e do estresse. Este mesmo raciocínio vale para o caso do adolescente que quer permanecer conectado 24 horas por dia. A Apple e outros fabricantes de smartphones estudam a possibilidade de inserir mensagens de alerta quando a imersão virtual se torna excessivamente prolongada.

Infelizmente, muitas escolas se transformaram apenas em estacionamentos de crianças. As escolas se tornaram o único lugar nos quais os pais sabem que os filhos não estarão o tempo todo acessando a internet, pois nas salas de aula o uso de *smartphones* é proibido.

O temor de que as crianças fiquem o dia inteiro grudadas a uma tela não é infundado. Estudos realizados por pesquisadores como Nicholas Carr, Susan Greenfield e Andrew Keen mostram que as crianças que “nasceram conectadas” têm maior probabilidade de desenvolverem transtornos de atenção.

Viciar-se em internet se tornou uma das preocupações mais aflitivas dos pais de adolescentes. Como ocorre com o amor, o mundo virtual tende a ser uma droga legalizada sempre abundante. Alguns estudiosos dessa nova “doença” afirmam que jovens que navegam demais nas redes apresentam mudanças cerebrais semelhantes às aquelas verificadas em compulsivos por jogos de azar. A excitação ao receber uma mensagem libera uma minúscula dose de dopamina no cérebro, um neurotransmissor que produz prazer.

A sensação prazerosa gera uma expectativa por uma nova dose desse neurotransmissor, que dependerá de receber uma nova mensagem, criando um círculo vicioso que leva as pessoas a se tornarem dependentes da internet. Na China, os jovens dependentes de internet são isolados da população e levados para campos de reeducação nos quais não há computadores, *smartphones*, nem acesso à internet.

Penso que um dos maiores desafios a serem enfrentados pelos professores nos próximos anos será combater a ideologia de que qualquer pessoa se tornou capacitada a compreender o mundo e as sociedades sem ter nenhum preparo prévio, bastando que ela possa acessar informação *online*. A internet passa, implicitamente, a impressão de que todos podemos entender de vários assuntos, desde economia até medicina, como se o conhecimento especializado não fosse mais necessário e bastasse, quando sentimos alguma dor, consultar um *site* no lugar de procurar um médico.

Outra grande dificuldade a ser enfrentada pelos professores é o miniapocalipse cultural que já presenciamos. As redes sociais e os *blogs*, por dominarem a comunicação, estão se transformando em uma espessa cortina de fumaça que nos separa do passado.

A conectividade nos distrai, nos diverte, e torna a vida cotidiana um pouco mais suportável. Mas o preço é mergulharmos em um mar de frivolidade e de irrelevância. A distração ininterrupta massacra a reflexão.

Todos os dias circulam 30 bilhões de mensagens pelo WhatsApp e 87% dos jovens nos Estados Unidos nunca deixam de lado seus *smartphones*. Outros 44% afirmam utilizar diariamente a câmera de seus celulares e que permanecem *online* ao praticar esportes ou durante as refeições. Raramente uma conversa ao vivo não é interrompida pelo sinal de chegada de uma mensagem e, tirar o celular do bolso para saber o que foi enviado já deixou de ser falta de educação e se tornou um hábito inteiramente aceito. Receber e responder mensagens é uma prioridade indiscutível. Vivemos isolados, mas momentos de solidão são drasticamente inibidos pela

troca incessante de mensagens. Sem momentos de solidão, fica cada vez mais difícil nossa própria percepção como seres conscientes.

A transmissão de bens culturais, como os clássicos da literatura, poderá ser definitivamente interrompida. Ler Machado de Assis ou Dostoiévski não condiz com responder centenas de mensagens diárias que chegam pelo WhatsApp. A maioria dos livros autopublicados também serão esquecidos nas próximas décadas. As próximas gerações, privadas de um passado literário e artístico, viverão como se acordassem de uma longa noite de blecaute cultural.

O futuro da cultura, da arte e da política está nas mãos dos influenciadores, pessoas que têm grande presença no conectoma global, seja por conseguir muitos seguidores em seus *sites* ou por deixar muitos rastros digitais. Essas pessoas são identificadas como os formadores de opinião, não apenas pelo que dizem como também pelo que vestem e pelo que consomem, algo sutilmente instilado como padrões a serem seguidos.

O *site* Klout fornece às pessoas um número para avaliar o quanto alguém é importante de acordo com sua atividade no conectoma global. Os influenciadores sempre apresentam números muito elevados nessa avaliação e é por isso que eles e seus hábitos de consumo são seguidos pelas outras pessoas. A fama e o sucesso já não têm mais nada a ver com o talento.

Mas há um efeito colateral positivo produzido pela internet que beneficiará as novas gerações: o pensamento cosmopolita. Pensar de forma cosmopolita significa ultrapassar o modo estritamente local de conceber o mundo. É perceber que qualquer ação, qualquer clique em um *smartphone* pode ter consequências que se espalham pelo planeta. Tudo se passa como se estivéssemos em um sistema físico tão interligado que o bater das asas de uma borboleta pudesse provocar uma avalanche a milhares de quilômetros de distância.

Nada mais é invisível nem ocorre de forma isolada. As alterações climáticas extremas contribuem para formar um

pensamento cosmopolita. A causa da enchente que afeta a minha casa não é apenas o transbordamento do rio próximo ao meu quintal, mas o derretimento de alguma geleira a milhares de quilômetros de distância. Não adianta apenas construir um dique se eu quiser que a enchente não ocorra novamente.

A cosmopolitização não é a globalização. Globalizar significa impor os mesmos padrões e os mesmos valores para todos, um projeto que nunca poderia dar certo. Sob a globalização se oculta o projeto de padronização e de pasteurização cultural, cujo único objetivo é aplinar as diferenças para compor um consumidor-padrão, adaptado para desejar os mesmos produtos em toda parte do mundo. A globalização é um dos últimos suspiros do industrialismo.

A cosmopolitização significa aprender que o mundo e as pessoas são inevitavelmente diferentes. Ela significa também perceber que os países se encontram em momentos diferentes da história e que não é possível sincronizá-los em um presente único que deveria ser compartilhado por todos.

Infelizmente, o pensamento cosmopolitizado raramente vem acompanhado da aceitação das diferenças e, por isso, tende a ser confundido com o projeto de globalização. A maioria de nossas escolas, de nossos políticos e das nossas instituições ainda são dominados pelo pensamento local. Em alguns países, o pensamento local levou a um recrudescimento de um nacionalismo paradoxal motivado, quase sempre, pela xenofobia.

No século XIX, muitas pessoas se assustavam com a tecnologia de sua época, que agora nos parece primitiva. O mesmo ocorrerá com a tecnologia contemporânea que, nos próximos séculos, será considerada ultrapassada. Todas as gerações acham que são as últimas e que nas décadas seguintes a espécie humana dificilmente sobreviverá.

Essa angústia sempre esteve presente nas épocas nas quais ocorreram grandes revoluções no conhecimento. Grande parte dessa angústia decorre do fato de que fomos educados para representar a história como uma flecha irreversível no tempo, um progresso contínuo. A ressurgência do passado, a volta para um mundo assombrado por demônios é uma possibilidade sobre a qual ninguém gosta de pensar.

A tecnologia contemporânea precisa fazer as pazes com o meio ambiente. Vivemos uma janela de abundância que está prestes a fechar. A economia cresce na contramão da natureza. A abundância está esgotando os recursos naturais. A longevidade diminui os postos de trabalho. A violência urbana aumenta. Algumas providências como a reciclagem, a racionalização de recursos e o carro elétrico ainda são uma solução insuficiente para os problemas que se avolumarão nas próximas décadas. Se as novas tecnologias não puderem ser sustentadas por energia limpa elas não terão nenhum valor. O blockchain, por exemplo, é uma invenção que pode mudar a internet e o sistema financeiro, mas sua implementação em escala global exige um consumo tão elevado de energia elétrica que pode inviabilizá-lo.

Estamos em uma encruzilhada. Se a tecnologia não for capaz de diminuir os defeitos que produz, sucumbiremos junto com ela. Evitar panes não significa apenas não acumular contrariedades no fim do dia. A organização das sociedades se tornou dependente das tecnologias digitais, transformando as panes em uma ameaça que deve ser prevenida ao máximo.

No entanto, todos os dias caixas eletrônicas saem do ar, transações bancárias são interrompidas pela sobrecarga e empresas aéreas precisam interromper seu sistema de reservas. Essas panes atingem, também, bancos, lojas e supermercados. Não perdemos o controle da tecnologia como afirmou Heidegger. Mas estamos à mercê dela.

Estamos tão profundamente mergulhados na tecnologia que uma civilização pós-tecnológica ou um retorno à uma época pré-

digital só pode ser uma fantasia pós-apocalíptica. Qual seria o novo totem, isto é, o novo símbolo sagrado em torno do qual se agrupariam as sociedades contemporâneas? Essa parece ser a grande dificuldade dos críticos radicais da tecnologia: eles têm sido, até agora, incapazes de apresentar alternativas viáveis. A tecnologia se tornou parte indissociável do *Umwelt* humano. O *Umwelt*, um termo criado pelo biólogo alemão Jakob von Uexküll (1864-1944), designa o mundo próprio de cada organismo, um microcosmo inseparável e insuperável que se estabelece na interface dos seres vivos com seu meio ambiente.

A internet nos transformou em meros elos de uma imensa rede na qual apenas retransmitimos um fluxo ininterrupto de palavras e de informações. As redes sociais monopolizaram a internet, que se tornou algo completamente diferente do que seus inventores imaginaram. Elas estão promovendo, por meio de algumas sutilezas linguísticas, uma pasteurização dos valores. A transparência substituiu a honestidade, a saúde substituiu a vida boa, a governança substituiu o governo, a inteligência foi substituída pela astúcia, os empregados se tornaram colaboradores. A oposição entre esquerda e direita, entre Primeiro Mundo e Terceiro Mundo e entre centro e periferia são palavras ocas que não significam mais nada.

No século passado, os utopistas acreditavam que a diminuição do trabalho e o aumento do tempo livre abririam uma janela na história que permitiria às pessoas se dedicarem à cultura e às artes. Mas não foi isso o que aconteceu e, provavelmente, nunca acontecerá. Quando estamos a bordo de um avião (provavelmente navegando no piloto automático), vemos muitas pessoas diante das telas de seus computadores, alguns exaustos, mas ainda trabalhando, e outros se entretendo com *games*. É pouco provável encontrar alguém lendo Machado de Assis e, muito menos, Dostoiévski ou Camus como, até pouco tempo, supunham os utopistas.

A história mostrou que essas expectativas não eram apenas otimistas, mas ingênuas. Foi ingênuo acreditar que temos livre-arbítrio e que, por isso, poderíamos decidir o que fazer com nosso tempo livre. Como imaginar o que poderíamos fazer com nosso tempo em um mundo no qual especialistas e máquinas nos dizem como devemos nos alimentar, como devemos nos vestir, como devemos trabalhar, nos divertir e até quantos passos se espera que tenhamos dado no fim do dia?

É quando nos sentimos fúteis que temos certeza de estarmos usufruindo de algum tempo livre. A futilidade nos torna humanos, *demasiado humanos*. Essa é, provavelmente, uma das maiores razões que levam as pessoas a se viciarem em redes sociais. A internet vicia por nos dar a oportunidade de tornar a nossa vida mais lúdica, baixar jogos e brincar por algum tempo sentindo-nos livres e seguros. Ao criar o mundo virtual, a internet gerou um ambiente fluido, plástico, que se aproxima da maneira como concebemos a atividade de nossas próprias mentes. Nesse mundo confortável, nada oferece resistência e é possível se deslocar rapidamente.

Sermos interrompidos constantemente por alguém que nos manda uma mensagem é reconfortante, pois significa que somos lembrados e, por isso, que existimos. Para ser suportável, a vida cotidiana precisa de distrações ininterruptas que nos mergulhem em um mar de irrelevância. Mas, ao mesmo tempo que somos lembrados, somos também interrompidos e sobressaltados por uma conectividade ilimitada que ameaça nossa intimidade pelo assalto constante à fortaleza ilusória que demarca os limites de nossa subjetividade.

A internet foi uma das tecnologias que gerou muitas expectativas, sobretudo após sua abertura para o público a partir de 1995. Nela foi estocado o acervo de todos os museus de arte que, agora, podem ser acessados de qualquer parte do mundo, sem a necessidade de nos deslocarmos fisicamente para visitá-los. Todos os clássicos da literatura, do teatro, da filosofia também foram

disponibilizados *online*. A internet era vista como uma ferramenta inusitada na história da humanidade, pois ela abria um leque de novas possibilidades, sobretudo no campo da educação pois, pela primeira vez, havia a possibilidade da informação chegar a todos os lugares do planeta.

Hoje em dia há no mundo 4 bilhões de pessoas sem acesso à internet. Quase 10% desse número são jovens e crianças. Muitas dessas pessoas sequer têm eletricidade em suas casas. Para a maior parte delas, tecnologias que pudessem libertá-las de seu trabalho extenuante é algo que nunca esteve presente em seu imaginário.

O Google Brain tem um projeto de difundir a internet em áreas remotas usando balões. Recentemente, milionário Elon Musk iniciou o projeto de cercar a Terra com pequenos satélites de comunicação para criar uma internet com base no espaço, na qual esses satélites emitirão banda larga em alta velocidade para áreas pobres ou remotas demais para serem conectadas por fibra ótica. Não sabemos se esses projetos serão bem-sucedidos. Ou, se não forem, se isso fará muita diferença. Há poucos consumidores potenciais entre esses 4 bilhões de pessoas. Há também pessoas que se recusam a se tornar cibercidadãos por motivos religiosos, ideológicos ou para preservar a sociodiversidade que ainda lhes resta. Em algumas nações, o acesso à rede é proibido ou restrito.

Será que no futuro viveremos o sonho de Descartes? Um mundo mecanizado, altamente automatizado no qual o trabalho seria reduzido ao mínimo? Ou será que, ao contrário, ele está se transformando em pesadelo? Um mundo no qual a tecnologia está fracassando, seja por levar ao desastre climático ou por não conseguir conter a avalanche de defeitos em cascata, os ataques cibernéticos e a desagregação das sociedades?

Nunca nos preocupamos tanto com o futuro como no nas últimas décadas. Por que um animal, que por séculos se auto definiu

pelo trabalho, pela doença e pela morte deveria se preocupar tanto com o futuro? Por que somos tão obcecados por nós mesmos, às vezes para nos exaltar, outras para amaldiçoar a nossa própria espécie e a insignificância de nossa existência?

O homem é um animal que não se conforma com a sua própria existência. O grande incômodo é não saber porque ele tem de viver uma vida se a ela não há como atribuir nenhuma finalidade. E ter de vivê-la, na maior parte do tempo, acordado.

Nas últimas décadas, esse incômodo se agravou. Como observou o filósofo espanhol Ortega y Gasset (1965), a plenitude tecnológica aumentou o vazio existencial. “Por que” e “para que” são questões que a tecnologia não coloca a si mesma.

Há tanto ruído, tantas *fake news* que não sabemos se estamos sonhando o sonho de Descartes ou se ele já se transformou em um pesadelo. Um pesadelo que pode nos assombrar em plena vigília.

Referências

Obras citadas e consultadas

ABRANCHES, S. *A era do imprevisto: a grande transição do século XXI*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

ACZEL, A. *O caderno secreto de Descartes*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.

ANDERSON, C. “The end of Theory”. *Wired*, 16, 2007. Disponível em: <https://www.edge.org/3rd_culture/andersono8/andersono8_index.html>. (Acesso abr. 2018).

AUGÉ, M. *A guerra dos sonhos*. Campinas: Papirus, 1998.

_____. *Para onde foi o futuro?* Campinas: Papirus, 2012.

BECK, U. *A metamorfose do mundo*. Lisboa: Edições 70, 2016.

BINET, A. *The Psychic Life of Microorganisms: a study in experimental psychology*. 1894. Disponível em: <<http://www.archive.org/details/psychiclifeofmicoobinerich>>. (Acesso abr. 2018).

BOSTROM, N. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press, 2016.

BREGMAN, R. *Utopia for realists*. New York: Little, Brown and Co., 2017.

BUFF, L. *Sonhos sobre as meditações de Descartes*. São Paulo: Annablume, 2001.

BUNZ, M & MEIKLE, G. *The internet of Things*. Cambridge: Polity Press, 2018.

CARR, N. *A geração superficial*. Rio de Janeiro: Agir, 2011.

_____. *The glass cage*. New York: W.W. Norton Company, 2015.

CLARKE, R. *Cyberwar*. New York: Ecco Press, 2011.

CASTELLS, M. *Redes de indignação e esperança*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

CHOMSKY, N; HAUSER, M; FITCH, W. T. The Faculty of Language: What is it, Who Has it and How did it Evolve. *Science Magazine*, 2002. Disponível em: < <http://science.sciencemag.org/content/298/5598/1569>>. (Acesso jun. 2018).

CIORAN, E. *Breviário de decomposição*. Rio de Janeiro: Rocco, 2011.

COLVIN, G. *Os humanos subestimados*. São Paulo: DVS Editora, 2016.

CRAIK, K. *The nature of explanation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1967.

DERESIEWICZ, W. “The end of solitude”. *The Chronicle Review*, 2009. Disponível em: <<http://www.hermitary.com/solitude/deresiewicz.html>>. (Acesso abr. 2018).

DESCARTES, R. *Oeuvres Philosophiques de Descartes*. Présentés par F. Alquié, Tomo I, II e III. Paris: Garnier Frères, 1963.

DIAMANDIS, P. *Bold: how to go big, create wealth and impact the world*. New York: Simon & Schuster, 2015.

DOMINGOS, P. *O algoritmo mestre*. São Paulo: Novatec, 2017.

DOMINGUES, I. *O trabalho e a técnica*. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2016.

DURKHEIM, E. *O suicídio*. São Paulo: Edipro, 2013.

FERRY, L. *A inovação destruidora*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2015.

FORSTER, E. M. A máquina para. *The Oxford and Cambridge Review*, 2009.

FREUD, S. *Edição Standard brasileira das obras psicológicas completas de Sigmund Freud*. Rio de Janeiro: Imago, 1969. 24 vols.

GABRIEL, M. *Você, eu e o robôs*. São Paulo: Atlas, 2017.

- GARDINER et alia. *Climate Ethics: essential readings*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- GAUCHET, M. *The disenchantment of the world*. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- GIBSON, W. *Neuromancer*. São Paulo: Aleph, 2008. (Originalmente publicado em 1984).
- GIBSON, W. & STERLING, B. *A máquina diferencial*. São Paulo: Aleph, 2015.
- GOLDSTEIN, R. *Incompletude*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- GRATTON, L. & SCOTT, A. *The 100-year life*. New York: Bloomsbury Business, 2017.
- GREENFIELD, S. *Mind change*. New York: Random House, 2015.
- _____. “Computadores melhoram nosso QI, mas reduzem nossa inteligência?”. In: *21 ideias do Fronteiras do Pensamento*. (Eds.) SCHULER, F. & WOLF, E., Porto Alegre: Arquipélago Editorial, 2017.
- HAN, B-C. *A sociedade do cansaço*. Petrópolis, Vozes, 2015.
- _____. *A sociedade da transparência*. Petrópolis: Vozes, 2017.
- _____. *En el enjambre*. Barcelona: Herder Editorial, 2017.
- HARARI, Y.N. *Homo deus*. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.
- HEBB, D. *The Organization of Behavior*. Londres: Psychology Press, 2012 (Originalmente publicado em 1949).
- HEIDEGGER, M. A Questão da Técnica. In: *Ensaio e Conferências*. Petrópolis: Vozes, 2002. (Originalmente publicado em 1953).
- HILL, S. *Raw deal*. New York: St. Martin´s Press, 2016.
- HOBBS, T. *Leviatã ou a matéria, forma e poder de um estado eclesiástico e civil*. São Paulo: Martins Fontes, 2014. (Originalmente publicado em 1651).

KACZINSKI, T. *The Unabomber Manifesto*. Createspace Independent Publishing Platform, 2017.

KEEN, A. *How to fix the future*. London: Atlantic Books, 2018.

KELLMEREIT, D. & OBODOVSKI, D. *The silent intelligence*. San Francisco: DnD, 2013.

KELLY, K. *Para onde nos leva a tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2012.

_____. *Inevitável*. São Paulo: HSM, 2017.

KEYNES, J. M. *Economic possibilities for our grandchildren*. Publicado em 1930. Disponível em: <<http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>> (Acesso abr. 2018).

KLEIN, N. *This changes everything: Capitalism vs Climate*. New York: Simon & Schuster, 2015.

KWATZ, P. *Conscious robots*. Peacock's Tail Publishing, 2013.

LAGERCRANTZ, D. *A morte e a vida de Alan Turing*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

LASSÉGUE, J. *Turing*. São Paulo: Estação Liberdade, 2017.

LAWRENCE, D. H. *Apocalypse*. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

LEONHARD, G. *Tecnologia versus humanidade*. Lisboa: Gradiva, 2017.

LEVESQUE, H. J. *Common sense, the Turing test and the quest for real Artificial Intelligence*. Cambridge: The MIT Press, 2017.

LEVIN, J. *Um louco sonha a máquina universal*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

LYNAS, M. *Six degrees: our future in a hotter planet*. National Geographic, 2008.

- MALTHUS, T. *Ensaio sobre o princípio da população*. Porto: Editora Europa-América, 1999.
- MARCUSE, H. *Technology, war and fascism*. London: Routledge, 1998.
- MARX, K. *Grundrisse – manuscritos econômicos de 1857-1858*. São Paulo: Boitempo, 2011.
- _____. *O capital* [livro I]. São Paulo: Boitempo, 2011.
- MCLUHAN, M. *Understanding media: the extensions of man*. Cambridge: MIT PRESS, 1994. (Originalmente publicado em 1964).
- MOURA, L. *A invasão dos robôs*. Lisboa: Aletheia, 2016.
- MURRAY, D. *The strange death of Europe*. New York: Bloomsbury Continuum, 2017.
- ORTEGA Y GASSET, J. *Méditation de la técnica*. Madri: Espasa-Calpe, 1965. (Originalmente publicado em 1939).
- PAGÈS, F. *Descartes e a maconha*. Rio de Janeiro: Pazulin, 1999.
- PINTO, A.V. *O conceito de tecnologia*. 1 e 2 vols. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.
- SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2017.
- _____. *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. Genebra: World Economic Forum, 2018.
- SEARLE, J. Mentas, Cérebros e Programas. In: *Cérebros, Máquinas e Consciência*. TEIXEIRA, J. de F. (ed.), São Carlos: Ufscar, 1997. Disponível em: <opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/Searle-Port-2.pdf>. (Acesso abr. 2018).
- SKIDELSKY, R. & SKIDELSKY, E. *Quanto é suficiente?* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.
- SEM, A. O que conta são as liberdades efetivas das pessoas. In: *21 ideias do Fronteiras do Pensamento*. (Eds.) SCHULER, F. & WOLF, E., Porto Alegre: Arquipélago Editorial, 2017.

STEINER, G. *Is science nearing its limits?*. Manchester: Carcanet Press, 1988.

_____. *Dez (possíveis) razões para a tristeza do pensamento*. Lisboa: Relógio D'Água, 2015.

_____. *Fragmentos*. Lisboa: Relógio D'Água, 2016.

STENGERS, I. *No tempo das catástrofes*. São Paulo: Cosac & Naify, 2015.

TEGMARK, M. *Life 3.0: being human in the age of Artificial Intelligence*. New York: Knopf, 2017.

TEIXEIRA, J. de F. *Inteligência Artificial: uma odisséia da mente*. São Paulo: Paulus, 2009.

_____. *A mente pós-evolutiva*. Petrópolis: Vozes, 2010.

_____. *O cérebro e o robô*. São Paulo: Paulus, 2015.

TOPOL, E. *The patient will see you now*. New York: Basic Books, 2015.

TRILLING, L. *A mente no mundo moderno*. São Paulo: É Realizações, 2015.

TURING, A. Computação e inteligência. In: *Cérebros, Máquinas e Consciência*. TEIXEIRA, J. d F. (ed.), São Carlos: Ufscar, 1996. Disponível em <<https://luciomarfernandes.wordpress.com/2013/06/22/computacao-e-inteligencia-alan-turing-traducao-de-fabio-de-carvalho-hansem/>>. (Acesso abr. 2018).

TURKLE, S. *Alone Together*. New York: Basic Books, 2017.

VARGAS-LLOSA, M. *A civilização do espetáculo*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

VATTIMO, G. *Adeus à verdade*. Petrópolis: Vozes, 2016.

WIENER, N. *The human use of human beings*. New York: Doubleday, 1954.

WOLTON, D. *Internet, e depois?*. Porto Alegre: Sulina, 2002.