

# *futuribles*

Número 2 • Setembro 2019

*em português*

Projeto "Amazônia 4.0":  
Definindo uma Terceira Via para a Amazônia

Como viveremos em 2050?

A educação nos próximos 30 anos

A neurociência e o futuro da educação  
Um outro jeito de aprender e ensinar

Inteligência artificial: oportunidades e riscos

**PLATAFORMA  
DEMOCRÁTICA**

FUNDAÇÃO FHC  
CENTRO EDELSTEIN

[PLATAFORMADEMOCRATICA.ORG](http://PLATAFORMADEMOCRATICA.ORG)



# futuribles

em português

<b>CONSELHO EDITORIAL</b>	<i>Bernardo Sorj</i> <i>Jean-Francois Soupizet</i> <i>Sergio Fausto</i>
<b>TRADUÇÃO</b>	<i>Dorothée de Bruchard</i>
<b>REVISÃO TÉCNICA</b>	<i>Otávio Dias</i> <i>Beatriz Kipniz</i>
<b>DIAGRAMAÇÃO</b>	<i>Lisia Lemes / PlanoBWeb</i>

Futuribles em Português.  
Número 2 - São Paulo - Plataforma Democrática - Setembro de 2019.  
ISSN 2674-8398

## Índice para catálogo sistemático:

Futuro, inovação, tecnologia, meio ambiente, urbanismo, saúde, educação, trabalho, sociedade, governo, políticas públicas, economia.

## © Copyright - Todos os direitos reservados à:

Fundação Fernando Henrique Cardoso  
Rua Formosa, 367, 6º andar, Centro, São Paulo/SP, CEP: 01049-000  
www.fundacaofhc.org.br • e-mail: imprensa@fundacaofhc.org.br



São Paulo (Sede)  
Rua Formosa, 367, 6º andar - Centro  
São Paulo - SP - Brasil - CEP 01049-000  
tel: +55 (11) 3359-5000  
contato@plataformademocratica.org

PERIODICIDADE: Anual

# *futuribles*

*em português*

Número 2 • Setembro 2019

Apresentação	<b>05</b>
Projeto "Amazônia 4.0": Definindo uma Terceira Via para a Amazônia <i>Ismael Nobre e Carlos Nobre</i>	<b>07</b>
Como viveremos em 2050? <i>Cécile Désaunay e François de Jovenel (organizadores)</i>	<b>21</b>
A educação nos próximos 30 anos <i>Alain Michel e Lorène Prigent</i>	<b>37</b>
A neurociência e o futuro da educação <i>Um outro jeito de aprender e ensinar</i> <i>Jean-Luc Berthier</i>	<b>52</b>
Inteligência artificial: oportunidades e riscos <i>André-Yves Portnoff e Jean-François Soupizet</i>	<b>65</b>

Versão eletrônica disponível gratuitamente em:  
<http://www.plataformademocratica.org/publicacoes>



# Apresentação

Como viveremos em 2050? Amazônia e Meio Ambiente, Inteligência Artificial, Neurociência e Educação. Os temas acima estão entrelaçados e aparecem nos cinco artigos do número 2 da revista eletrônica *Futuribles em Português*, fruto de uma parceria editorial entre o projeto Plataforma Democrática ([www.plataformademocratica.org](http://www.plataformademocratica.org)) e a publicação francesa *Futuribles* (fusão das palavras “futuros” e “possíveis”), editada pelo centro de pesquisa homônimo, sediado em Paris desde o final dos anos 1960.

O primeiro artigo, escrito especialmente para a versão em português pelos cientistas brasileiros Ismael Nobre e Carlos A. Nobre, apresenta e detalha o projeto Amazônia 4.0. Lançada em 2016, a iniciativa propõe um novo paradigma de desenvolvimento que alie conhecimento profundo da biodiversidade amazônica às amplas possibilidades da Indústria 4.0. “Ao gerar bioindústrias locais e diversificadas, produtos de valor agregado em todos os elos da cadeia, empregos e inclusão social, a ‘economia da floresta em pé, preservada e produtiva, com os rios fluindo’, beneficiará o Brasil como um todo, mas principalmente os estados amazônicos e seus habitantes”, escrevem os autores.

No segundo texto, Cécile Désaunay e François de Jouvenel, diretores de *Futuribles*, traçam quatro possíveis cenários de evolução de nossas sociedades até 2050: a ‘sociedade do eu’, a ‘sociedade sob vigilância’, a ‘sociedade algorítmica’ e a sociedade de arquipélagos’. “Terão os progressos da medicina e das tecnologias feito recuar as fronteiras da doença, da dependência e da morte? Ou os danos ao meio ambiente e as doenças ditas ‘civilizacionais’ terão causado sérias degradações da qualidade de vida? Ou então, mais provavelmente, essas situações vão coexistir em diferentes populações?”, perguntam os autores.

O texto seguinte, dos educadores franceses Alain Michel e Lorène Prigent, analisa tendências em curso na educação, entre elas a elevação do nível de formação de jovens em todo o mundo e suas ambivalências, a propensão a privilegiar a avaliação mais que o investimento em qualidade, a necessidade de recrutar e formar educadores e as contribuições e os engodos da tecnologia

digital no setor educacional. “Num cenário de aceleração das inovações tecnológicas e organizacionais, sem esquecer as graves ameaças que pesam sobre o futuro de nosso planeta e sobre os valores democráticos, os desafios a serem enfrentados pelos sistemas educacionais são consideráveis, e a busca por uma educação de qualidade constitui uma prioridade”, escrevem.

No penúltimo texto, o educador Jean-Luc Berthier analisa recentes experiências de aplicação da neurociência em novas modalidades educativas para facilitar a memorização, captar melhor a atenção, diferenciar as práticas de acordo com o perfil do aluno etc. “A elaboração de um projeto pedagógico fundado nas ciências cognitivas traz perspectivas animadoras, mas requer uma formação *ad hoc* das equipes docentes e a participação de todos os atores do sistema (educadores, alunos e gestores), o que não é pouca coisa”, diz o autor.

No último artigo, André-Yves Portnoff e Jean-François Soupizet, conselheiros científicos de Futuribles, abordam as oportunidades e os riscos da Inteligência Artificial. Ao identificar e analisar o que eles qualificam de “quatro motores cruciais” da IA, os autores ressaltam o quanto “as tecnologias são facas de dois gumes e quão importante é nossa responsabilidade no momento de fazer escolhas que influirão no futuro por muito tempo”.

Boa leitura!

**Bernardo Sorj e Sergio Fausto**

Diretores de Plataforma Democrática

# Projeto “Amazônia 4.0”:

## Definindo uma Terceira Via para a Amazônia

ISMAEL NOBRE E CARLOS NOBRE<sup>1</sup>

*Qual é a **real vantagem** do Brasil em relação às demais nações do globo? Temos tudo para nos transformarmos em uma verdadeira **potência ambiental** e nos tornarmos **líderes mundiais da economia circular**. Quando o critério é biodiversidade, somos o **número 1** do planeta, seguidos de Colômbia e Indonésia. Saberemos aproveitar essa incomensurável riqueza como um ativo de desenvolvimento econômico, tecnológico e social?*

*O caminho para atingirmos esse nobre objetivo é mergulhar de cabeça nas infinitas possibilidades da **bioeconomia**, aliando o conhecimento de nossa **biodiversidade** às possibilidades da **Indústria 4.0**. Apostar e investir em um modelo que nos coloque sempre à frente da concorrência. **Retomar, ampliar e aprofundar** nosso **compromisso** com a conservação do planeta, cumprindo as metas assumidas pelo país no Acordo de Paris (2015), tornando-nos **exemplo** para uma sociedade global cada vez mais consciente e preocupada com a crise ambiental e sua dimensão climática.*

---

1. **Ismael Nobre**, biólogo formado pela Universidade Federal de São Carlos, com especialização em Manejo de Áreas Protegidas e Áreas Silvestres, é doutor em Dimensões Humanas dos Recursos Naturais pela Colorado State University (EUA) e pós-doutor em Estudos de População e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é membro sênior da equipe científica da iniciativa Terceira Via Amazônica e corresponsável pelo desenvolvimento do Projeto Amazônia 4.0, voltado para a verticalização de cadeias produtivas locais com emprego de alta tecnologia.

**Carlos A. Nobre**, climatologista, formou-se em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA, 1974) e obteve o doutorado em Meteorologia pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT, EUA, 1983). Desenvolveu sua carreira científica de mais de 40 anos como pesquisador dos Institutos Nacionais de Pesquisa da Amazônia (INPA) e Pesquisas Espaciais (INPE). Implementou e dirigiu o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE). É membro da Academia Brasileira de Ciências, da Academia Mundial de Ciências e membro estrangeiro da Academia Nacional de Ciências dos EUA. Foi um dos autores do IPCC AR4, premiado com o Prêmio Nobel da Paz em 2007, e integrou o Painel Científico sobre Sustentabilidade Global do Secretário-Geral da ONU Ban ki-Moon. Atualmente é pesquisador sênior do Instituto de Estudos Avançados da USP e presidente do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.

Certamente não é o caso de nos contentarmos em ser apenas uma potência agromineral, eterna fornecedora de commodities para as nações industrializadas e pós-industrializadas. Até quando seremos um grande país com alguns bolsões de riqueza, que vende produtos de baixo valor agregado e alto impacto ambiental, e compra produtos manufaturados e tecnológicos de alto valor, seguindo a mesma lógica que caracterizou a nossa história desde os tempos da colonização?

A **Amazônia**, obviamente, está no **centro de nossos desafios** enquanto **nação soberana, livre e independente**. Recuperar e fortalecer a imagem do Brasil como gestor eficiente e inteligente da Amazônia certamente beneficiará nossa economia como um todo. Mas os maiores beneficiados de um novo paradigma de desenvolvimento, **a economia da floresta em pé, preservada e produtiva**, serão os estados amazônicos e seus habitantes.

Ao optar pelo desenvolvimento econômico e social sustentável, firmemente alicerçado no respeito à biodiversidade e nas tradições e modos de vida locais, e ao mesmo tempo tirando proveito das potencialidades da Indústria 4.0, o **projeto Amazônia 4.0**, que detalhamos neste artigo, une **idealismo e realismo** em um conceito poderoso e inovador. ■

## A questão relevante

**É** possível conciliar desenvolvimento econômico da Amazônia e conservação da floresta tropical? Nas últimas duas ou três décadas, o debate nacional se dividiu entre duas visões opostas, com tentativas insuficientes de conciliação entre elas. De um lado, o caminho de isolar completamente grandes extensões de selva para fins de conservação (doravante referida como “primeira via”). De outro, a defesa de um modelo de desenvolvimento “supostamente sustentável” que incluiria agricultura/pecuária e mineração (doravante referida como “segunda via”).

A realidade está mostrando que nenhuma dessas vias, ou mesmo a hipótese de uma convergência entre elas, está trazendo resultados satisfatórios pelas razões óbvias de que a constante expansão da fronteira para produção de *commodities*, especialmente carne bovina e mineração em escala industrial, impul-

sionam o desmatamento. Outro problema são os planos de construir infraestrutura para produção de energia na região amazônica (hidrelétricas).

A diminuição do desmatamento da Amazônia registrado entre 2005 e 2014 (cerca de 80% de declínio) — ainda que nos últimos anos e em especial no biênio 2018-2019 tenham sido observados níveis alarmantes de destruição da floresta — parece ter aberto uma janela de oportunidade para pensar em um novo paradigma de desenvolvimento sustentável: a **Terceira Via Amazônica**.

As florestas da região amazônica são consequência de milhões de anos de evolução no decorrer dos quais a natureza desenvolveu grande variedade de ativos biológicos (alimentos, moléculas únicas, genes da vida, vias metabólicas etc.) em ecossistemas aquáticos e terrestres, processo que resultou em enorme biodiversidade e extraordinária riqueza de produtos naturais. Esses ativos biológicos e os biomiméticos (relativo às funções e aos processos presentes na natureza) estão sendo cada vez mais valorizados pela **Quarta Revolução Industrial** (ou **Indústria 4.0**) para a elaboração de produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios, ou até mesmo na pesquisa de novos materiais, soluções energéticas e de mobilidade, com significativo potencial de lucro.

No entanto, até o momento toda essa riqueza latente está longe de ser devidamente aproveitada e canalizada de volta para a região, tanto para conservar esse bioma único como para melhorar as condições de vida dos indígenas, dos caboclos, dos ribeirinhos, dos antigos colonos desassistidos e mesmo das cidades enraizadas na Amazônia.

Na nossa visão, a Terceira Via Amazônica representa uma oportunidade emergente para desenvolver uma “economia verde” que aproveite todo o valor de uma “floresta produtiva permanente” para, com a ajuda de novas tecnologias físicas, digitais e biológicas já disponíveis ou em evolução, estabelecer um novo modelo de desenvolvimento econômico socialmente inclusivo.

Sim, é possível criar as condições para o florescimento de uma bioeconomia vibrante e inclusiva, que respeite a floresta e seus rios, a fauna, a flora e os povos tradicionais amazônicos, mas os desafios não são poucos nem pequenos, entre eles o fato de a Amazônia ainda estar em grande medida desconectada dos centros de inovação tecnológica 4.0 e de bioeconomia mais avançados do planeta.

## **Que lições podemos tirar da primeira e da segunda vias?**

Um modelo que permita acessar toda a gama de riquezas da própria floresta como base de uma economia forte, de base local, sem desmatar, poluir e comprometer a biodiversidade? Para chegar a esse modelo, vamos começar examinando a primeira e a segunda vias e quais lições podemos tirar desses dois caminhos já experimentados, em maior ou menor medida.

A primeira via correspondeu, em especial nas últimas décadas do século 20, à delimitação pelo Estado brasileiro de vastas áreas protegidas, como terras indígenas e unidades de conservação como parques e florestas nacionais, como forma de assegurar que uma área significativa e suficientemente grande do bioma amazônico fosse preservada perpetuamente. Atualmente pouco menos de 50% da floresta está sob essa condição. Entretanto, apesar de protegidas em lei, mesmo essas áreas protegidas não estão imunes à perda de floresta. Dados de satélite mostram evidências de que os incêndios estão aumentando em reservas próximas a áreas já desmatadas, principalmente após anos de seca intensa. Por exemplo, após a seca histórica de 2010, quase 30% da Reserva Indígena do Xingu foi afetada por incêndios florestais, de natureza antrópica.

Em resumo, extremos climáticos e proximidade com um processo de ocupação intensiva pela agropecuária representam ameaça concreta às áreas protegidas. Há ainda outros fatores como invasão para extração ilegal de madeira, garimpo e grilagem de terras, que fazem com que essa proteção “passiva” não se traduza em garantia de conservação da floresta, dos rios, da flora, da fauna e das culturas tradicionais que nela vivem.

A segunda via propõe um modelo de desenvolvimento regional que possibilite atividades como produção de grãos em sistema de monocultura e pecuária extensiva em áreas já em parte desmatadas entre o Cerrado e o início da Amazônia, assim como mineração ou mesmo extração de madeira, de maneira controlada. Com muita terra disponível, excelentes condições de insolação e água, pesquisas de alto nível e um setor agropecuário cada vez mais vibrante, o Brasil superou outros países na produção de alimentos e se tornou líder global nessa área. Mas até quando o agribusiness continuará a obter ganhos crescentes,

sem dúvida necessários à economia do país, sem ampliar suas fronteiras em direção ao coração da selva, colocando em grave risco o futuro da Amazônia?

Olhando os números da lucratividade líquida das atividades econômicas na região amazônica, temos, por exemplo, a pecuária que gera de 30 a 100 dólares por hectare por ano de renda líquida com a produtividade média de cerca de uma cabeça de gado por hectare. A soja tem uma lucratividade anual de 100 a 200 dólares por hectare por ano e uma produtividade média na Amazônia de 2.9 toneladas por hectare por ano. A exploração de madeira tem uma renda de 100 a 400 por hectare, para um período de 25 a 30 anos, sendo que 80% da exploração de madeira é ilegal e o potencial de REDD+ é de 2.500 a 5.000 dólares por hectare, de uma única vez, com o ainda baixo preço médio do CO<sub>2</sub> de 2,5 dólares por tonelada.

Juntando o produto econômico da madeira, carne e soja por área, temos um rendimento médio de 125 dólares por hectare por ano, o que é um valor bastante baixo (em comparação com a produtividade de outras regiões do Brasil e do mundo). Portanto, reforçar o modelo de conservação proposta pela primeira via e, ao mesmo tempo, aumentar a eficiência da produção de commodities, a segunda via, por meio de “sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta”, a chamada “intensificação sustentável”, é uma possibilidade a ser explorada, mas não garante o desenvolvimento sustentável da Amazônia a médio e longo prazo.

### ***Terceira via: uma bioeconomia com raízes profundas na Amazônia***

Então o que pode ser feito? A crise climática e a ameaça global à biodiversidade exigem soluções inovadoras como o conceito de uma Terceira Via Amazônica, que propõe um novo paradigma de desenvolvimento sustentável para a região. Um modelo que utilize todo o conhecimento propiciado pelas ciências, pela tecnologia e pela inovação e planejamento estratégico para o florescimento de uma bioeconomia baseada na ideia de uma “floresta em pé com os rios fluindo, valorização da biodiversidade e do trabalho sustentável das comunidades locais”.

Essa economia inovadora deve ter raízes profundas na Amazônia e não ver a região apenas como local de extração/produção de insumos primários a serem aproveitados pela bioindústrias de lugares distantes. Deve também gerar bioindústrias locais e diversificadas, produtos de valor agregado em todos os elos da cadeia de valor, empregos e inclusão social.

Listamos abaixo alguns exemplos de produtos baseados em ativos biológicos da Amazônia com alto valor agregado (potencial ou realizado). Existem fragrâncias para perfumes como o óleo de pau rosa, cotado a 200 dólares o litro, usado como componente de perfumes clássicos como o Chanel Nº 5. O óleo de amêndoa de castanha do Pará, usado em cosméticos e vendido a 30 dólares o litro, quando comercializado em cápsulas como suplemento alimentar, chega a valer 150 dólares o litro.

A ucuúba, que era usada sobretudo para fazer cabo de vassoura, ganhou novo valor depois que uma pesquisa identificou que a manteiga feita a partir desta planta tem enorme potencial na indústria de cosméticos. Hoje, a renda anual gerada por uma árvore de ucuúba em pé é três vezes maior do que a gerada com o corte da mesma árvore, o que reforça o argumento da viabilidade do aproveitamento da biodiversidade de forma inteligente e sustentável.

Mas o mais eloquente caso de sucesso entre os produtos agroflorestais é o açaí, que pode ser manejado tanto em pequena como em larga escala. Até 1995, era consumido basicamente na região Norte, mas nos últimos 20 anos conquistou o resto do país e mercados globais. Presente em quase todos os municípios da região, o lucro líquido da produção de açaí varia de 200 dólares por hectare por ano em sistemas não manejados a até 1.500 dólares por hectare por ano em sistemas agroflorestais manejados (valores para o estado do Pará).

A produção de polpa de açaí já ultrapassa 250 mil toneladas por ano, beneficia mais de 300 mil produtores e agrega pelo menos 1 bilhão de dólares à economia amazônica a cada ano. Estados Unidos, Europa e Japão, entre outros, são grandes consumidores. Pesquisa da Embrapa mostrou que, a partir do pigmento antocianina presente no açaí, é possível produzir um evidenciador de placa bacteriana dental com potencial de trazer grandes benefícios para a saúde bucal a baixo custo.

O camu-camu possui 1.888 mg/100 g de vitamina C, enquanto a laranja contém apenas 53 mg/100 g e a tangerina com 112 mg/100 g. O buriti tem duas vezes mais vitamina A do que a cenoura.

As plantas da Amazônia contêm segredos bioquímicos, como novas moléculas, enzimas, antibióticos e fungicidas naturais que podem ser sintetizados em laboratório e resultar em produtos de alto valor. As formigas cortadeiras utilizam algumas folhas como manta para cultivo de fungos e evitam deliberadamente outras folhas ricas em fungicidas naturais. Um estudo das espécies de plantas que as cortadeiras evitam pode ajudar a identificar novos fungicidas naturais muito eficientes. Também o estudo do genoma das espécies pode facilitar esse processo.

E ainda há moléculas utilizadas na indústria de bioenergia como a enzima Beta glicosidase amazônica, descoberta recentemente em um lago da Amazônia, que quando utilizada na fabricação de etanol de cana de açúcar, resulta em aumento de produtividade de até 50%.

Na flora brasileira como um todo, mais de 240 espécies de plantas são utilizadas como base de produtos cosméticos e farmacêuticos e 36 delas como base de medicamentos fitoterápicos, mas o potencial é infinitamente maior. Na flora amazônica, existem mais de 450 espécies já conhecidas e utilizadas tradicionalmente, mas quantas delas podem se transformar em ativos econômicos tão valiosos e rentáveis como o açaí ou o chocolate de cupuaçu? E, a partir de pesquisas realizadas com centenas de novas espécies descobertas todos os anos na região, quantos novos produtos podem surgir?

Por fim, a biodiversidade é a origem do conhecimento biomimético, em que estruturas e processos da natureza são estudados e traduzidos em conceitos, princípios e processos para gerar novas soluções tecnológicas. Qualquer que seja o insumo utilizado, biológico ou biomimético, é possível desenvolver cadeias de valor de base local agregando as novas tecnologias da Quarta Revolução Industrial.

O fato é que a Amazônia encerra um infinito de oportunidades de encontrar funcionalidades para atender às mais diversas necessidades humanas no século 21. Cabe a nós, brasileiros, liderarmos as pesquisas para nos apropriarmos de todo esse conhecimento.

## **Revoluções industriais do passado e seus impactos na Amazônia**

A promessa de redenção econômica da Amazônia é antiga. Muito se especulou e alardeou, mas pouco se materializou em termos de efetivamente melhorar o nível de renda e a qualidade de vida das populações locais. Novas tecnologias a serviço do desenvolvimento econômico da Amazônia também já foram tentadas, algumas vezes com rasgos épicos, mas que fracassaram retumbantemente.

Podemos começar citando o projeto da ferrovia Madeira-Mamoré no bojo da Primeira Revolução Industrial. Construída entre 1907 e 1912 no atual estado de Rondônia para facilitar o transporte de borracha natural, acabou por fracassar diante dos desafios impostos pela floresta e não trouxe efetivo desenvolvimento sustentável para a região. Outro exemplo de “megalomania tecnológica” foi a Fordlândia, no Pará, onde o industrial norte-americano Henry Ford tentou produzir pneus em larga escala a partir da *Hevea Brasiliensis*.

O projeto pretendia transportar o modelo da Segunda Revolução Industrial para as margens do verde rio Tapajós: produção ativa, linha de montagem e energia elétrica. Mas o megaprojeto não levou em consideração as dificuldades impostas pela floresta, e o empreendimento terminou por fracassar.

Já a Zona Franca de Manaus, criada no final dos anos 1950, buscou trazer a Terceira Revolução Industrial (caracterizada pela produção de eletrônicos, computadores etc.) para a capital amazonense. Hoje, reúne mais de 600 empresas de média tecnologia, mas nunca conseguiu competir com a indústria de países tecnologicamente avançados como Japão e EUA e ainda assistiu à emergência de novos polos de tecnologia muito mais eficientes e inovadores, como Coreia do Sul e China, sem nunca de fato ter agregado valor ao maior potencial da Amazônia: a floresta e sua biodiversidade.

## **A Indústria 4.0 e como ela pode agregar valor à floresta**

Para operacionalizar as inovadoras transformações propostas pela Terceira Via Amazônica surge o conceito “Amazônia 4.0”, que visa agregar às potencialidades

econômicas dos ativos da sociobiodiversidade amazônica as novas tecnologias e possibilidades que emergem da Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 é caracterizada por sistemas ciberfísicos, internet das coisas, redes de comunicação, Inteligência Artificial, convergência de tecnologias biológicas computacionais, digitais e de materiais. Nossa proposta prevê a utilização dessas novas tecnologias para ajudar a transformar os recursos naturais em produtos de maior valor agregado, garantindo que eles sejam produzidos e consumidos de forma sustentável, cheguem aos mercados mais desenvolvidos e se beneficiem deste acesso e, tão importante quanto, que todo esse processo esteja fortemente vinculado às comunidades locais, que devem ser seus principais atores e beneficiários.

Entre projetos de assentamento, vilas, cidades, aldeias, indígenas, povoados, existem 4.438 comunidades assim definidas pelo IBGE espalhadas pela Amazônia Legal. Apesar de sua extensão, a Amazônia é salpicada de comunidades onde vivem pessoas que podem e devem participar dessa nova “economia da biodiversidade da floresta”. No entanto, não são poucas as dificuldades para implementar projetos que agreguem valor aos produtos da floresta, sejam eles minerais, agrícolas ou de cunho extrativista. Fatores como isolamento, falta de infraestrutura, dificuldade logística, processamentos complexos, volume de produção, garantia de qualidade, acesso a equipamentos e treinamento, acesso a mercados e experiência em fechar negócios de fato vantajosos são alguns dos desafios reais que se impõem e dificultam o desenvolvimento econômico da Amazônia.

Como equacionar esta série de desafios com o auxílio das novas tecnologias? Há muitas possibilidades. Um exemplo é o robô Opportunity, enviado a Marte, onde, controlado remotamente, tira fotos, faz experimentos, gera energia e troca dados com sua base terrestre. Apesar das diferenças essenciais de terreno e climáticas, muito do que se aprendeu com esses veículos espaciais não tripulados e operados a distância pode ser aplicado à Amazônia.

No aspecto de logística, as distâncias que devem ser percorridas por rio são enormes e, para que um produto originário de uma distante comunidade ribeirinha chegue a um aeroporto da região, são necessários dias de viagem. Os drones, no entanto, estão aí em fase final de testes para as mais diversas aplicações, inclusive distribuição e entrega de produtos, e serão onipresentes nos

próximos anos. Por que não utilizar drones para transportar produtos em voos sobre a selva fechada com segurança, rapidez e economia de recursos?

Diferentemente das *commodities* primárias que resultam, por exemplo, da mineração ou do plantio extensivo de soja, que pesam milhares de toneladas e não têm outra alternativa de transporte além de ferrovias, hidrovias ou rodovias, outros produtos da floresta, se corretamente processados, podem ter seu peso e volume bastante diminuídos, ao mesmo tempo em que o valor agregado aumenta, facilitando o transporte aéreo por meio de veículos não tripulados até um porto ou aeroporto e, de lá, para o mundo.

As enormes distâncias amazônicas também representam um desafio para a perecibilidade dos produtos. Há frutas de grande potencial nutricional que, após serem colhidas, não duram muito tempo. Mas pode-se utilizar técnicas de liofilização, gerando material de alto valor para a fabricação de sorvetes, iogurtes etc. Exemplos são o pó de cupuaçu, de açaí e de camu-camu, que mantêm a quase totalidade das qualidades nutricionais do alimento original.

O uso de energia solar na comunidades amazônicas, onde o índice de radiação solar é bem mais elevado do que em países europeus que já investem fortemente nessa tecnologia, é algo totalmente factível, a custos razoáveis e sem que haja nenhum prejuízo à floresta, seus rios e habitantes.

Na Indústria 4.0, tudo é conectado: máquinas, pessoas, negócios. Conectar toda a Amazônia é sem dúvidas um desafio enorme, mas já existe um satélite brasileiro geostacionário de telecomunicações entrando em operação justamente para prover banda larga em qualquer região da Amazônia brasileira. Há planos do governo federal de instalação de fibra ótica ao longo dos principais rios amazônicos via cabos subaquáticos. Sem falar em outras soluções ainda mais disruptivas, como a ideia do megaempresário Elon Musk de colocar em órbita uma constelação de satélites em torno da Terra para criar uma espécie de *Wi-Fi* global.

Outra questão é treinar os habitantes de comunidades longínquas para que utilizem corretamente os equipamentos necessários para agregar valor a seus produtos. Além de cursos a distância, existem técnicas de treinamento com uso de realidade virtual ou aumentada, que permite interação virtual com má-

quinas com variados graus de complexidade e precisão, como se estivessem fisicamente ao alcance das mãos.

E como prestar assistência técnica para um equipamento de última geração instalado em plena selva? Equipamentos utilizados na Indústria 4.0 possuem sensores que possibilitam monitorá-los a distância e fazer reprogramações, revisões e consertos. Também é possível avaliar a necessidade de peças de reposição, antes mesmo de haver uma falha, enviando a peça para o local onde está a máquina com semanas ou meses de antecedência.

Para gerar oportunidades de novos negócios sustentáveis, o acesso a mercados qualificados e a um universo de consumidores mais amplo é essencial. As plataformas digitais revolucionaram a maneira de consumir, desde o momento da pesquisa e seleção do produto até as formas de pagamento, entrega etc. Podemos utilizar essas ferramentas para espalhar os produtos da Amazônia a todos os cantos do mundo.

Negócios sustentáveis do presente e do futuro exigem escalonamento e, nos ecossistemas de inovação, há diversas *startups* que utilizam a tecnologia para viabilizar negócios que antes pareciam insustentáveis. Pequenos produtores podem, por exemplo, se unir virtualmente em cooperativas e associações para juntar forças e romper o ciclo do isolamento.

As comunidades de produtores locais também podem ser valorizadas com novas tecnologias, criando pontes entre produtor e consumidor situados em partes diferentes do planeta por meio de realidade virtual ou aumentada. Com uma câmera 360 graus em tempo real é possível registrar e acompanhar pessoas trabalhando a milhares de km de distância e interagir com elas.

## ***O que pode ser feito já: Laboratórios Criativos da Amazônia***

Previamente definimos conceitos, fundamentos e desafios. Entretanto, há urgência de colocarmos em prática esse grande potencial da Amazônia para gerar uma nova e poderosa bioeconomia a partir do desenvolvimento das capacidades locais. Para isso, criamos um conceito de Laboratórios Criativos da Amazônia, idealizados para desenvolver capacidade para uma transformação

socioeconômica inclusiva baseada no aproveitamento econômico da biodiversidade.

Montados em tendas ou plataformas flutuantes, esses laboratórios de campo poderiam realizar pesquisas e propor soluções por meio da fusão interativa de conhecimentos tradicionais, científicos e tecnológicos. Membros das comunidades locais e estudantes seriam capacitados para trabalhar em parceria com professores, pesquisadores, empreendedores ligados a startups e especialistas em fomento e apoio a pequenos negócios e negócios sustentáveis, como o SEBRAE, além de organizações de capacitação profissional, como o SENAI. Esse grupo variado de pessoas reunido em um ambiente de capacitação, criação e prototipagem impulsionará o surgimento de uma bioindústria que aproveite ao máximo o potencial da biodiversidade amazônica.

Um exemplo do que esses laboratórios poderiam atingir foi desenhado em um estudo de caso para o potencial que frutos como o cacau e o cupuaçu, ambos da mesma família, possuem para a produção de chocolate e cupulate (tipo de chocolate feito das sementes do cupuaçu) de alta qualidade e valor nutricional. O estudo, que detalha a verticalização total dessa cadeia de valor, inclui aspectos como máquinas inteligentes, equipamentos automatizados, infraestrutura de energia e comunicação na floresta, transporte inovador, etc.

Também desenvolvemos um Laboratório para explorar todas as possibilidades da castanha-do-brasil, que pode produzir óleo, farinha, leite, pasta e diversos outros produtos prontos para consumo, de alto valor agregado, enquanto que em seu estado bruto é vendida por cerca de R\$ 2/kg, valor muito baixo.

Já no Laboratório Criativo de Genômica, a comunidade será capacitada para fazer o sequenciamento genômico de espécies conhecidas por elas há muitos anos, mas ainda não estudadas cientificamente de maneira mais profunda. Sistemas portáteis de sequenciamento e registro em sistemas *blockchain*, de modo a assegurar direitos de propriedade intelectual, estarão à disposição.

## ***Os sete fundamentos do conceito Amazônia 4.0***

Sete fundamentos resumem o conceito Amazônia 4.0:

- 1. Conhecimento acumulado representado pela biodiversidade Amazônica.** A natureza possui conhecimento intrínseco como resultado do processo evolutivo, que gera competição constante por espaço e alimentos. Para uma espécie se sobressair, teve de “inventar” uma solução melhor do que a concorrência para determinado desafio existencial e/ou contexto. A consequência é a contínua evolução e aperfeiçoamento de funcionalidades que hoje nós podemos entender como “tecnologias próprias da natureza”.
- 2. Habilidade de compreender o conhecimento intrínseco da floresta.** Antes da invenção dos microscópios, a humanidade desconhecia os microrganismos, suas ações e complexas interações. Atualmente, com microscópios digitais de extrema precisão associados a outras tecnologias da Quarta Revolução Industrial, aumentamos exponencialmente a capacidade de ler, entender e prever uma enorme gama de processos naturais e, assim, podemos ampliar enormemente nosso conhecimento sobre a floresta e suas possibilidades.
- 3. Aplicação desse conhecimento acumulado para melhorar a vida humana.** Respostas para as mais diversas necessidades da humanidade podem surgir do estudo aprofundado dos processos naturais, da flora e da fauna, tanto na área médica como alimentícia, produtos cosméticos, farmacêuticos e pesquisa de materiais inovadores. A Indústria 4.0 possibilita criar e testar novos produtos com mais dinamismo, agilidade e efetividade. Um exemplo são as impressoras 3D, que facilitam criar protótipos de novos produtos com baixo custo.
- 4. Produção de bens e serviços a partir da biodiversidade.** Utilizar insumos abundantes em sistemas extrativistas e agroflorestais e transformá-los em algo de valor, através da bioindústria de transformação, é a essência do que propomos para a Amazônia. Com os recursos e as facilidades tecnológicas disponíveis hoje, isso é totalmente possível.
- 5. Construção de uma bioeconomia ao mesmo tempo local e global.** O desafio está em fazer com que os produtos elaborados a partir dos recursos da flo-

resta sejam valorizados e consumidos no mundo todo e, ao mesmo tempo, estejam firmemente enraizados nas tradições, na vida e na economia locais.

**6. Distribuição equitativa dos benefícios socioeconômicos.** Todos têm a ganhar com a oferta de produtos resultantes da exploração sustentável da floresta. Além do ordenamento legal e dos mecanismos institucionais atuais de registro de direitos, há tecnologias digitais inovadoras que podem aumentar muito o alcance e o impacto dessa repartição equitativa de benefícios, gerando mais empregos e uma economia inclusiva e socialmente justa.

**7. Valorização intrínseca do bioma Amazônico.** A mais efetiva forma de conservação da floresta a médio e longo prazo é justamente o engajamento das sociedades a nível nacional e internacional em sua defesa, manutenção e exploração sustentável. ■

# Como viveremos em 2050?

CÉCILE DÉSAUNAY E FRANÇOIS DE JOUVENEL<sup>1</sup>  
(ORGANIZADORES)

*A cada dois anos, a associação Futuribles International publica um relatório reservado prioritariamente aos seus membros parceiros, que constitui quer uma síntese dos trabalhos realizados nos dois anos anteriores, na forma de um panorama geral das tendências fortes e emergentes detectadas, quer um trabalho de análise focado num tema considerado estratégico. A edição 2018 intitula-se **Comment vivrons-nous? 20 questions pour 2050** [Como viveremos? 20 perguntas para 2050]. As 20 perguntas colocadas visam esclarecer o leitor acerca dos grandes desafios com que indivíduo e sociedade irão se defrontar nesse período, e discernir algumas evoluções possíveis. Quatro cenários foram elaborados para mostrar o leque de possibilidades: um cenário em que se confirma a “dinâmica da individualização”; um cenário de “sociedade sob vigilância”; um cenário em que a sociedade é dominada pela tecnologia (automação etc.); um último cenário, enfim, em que os laços de afinidade se substituem às lógicas territoriais nos modos de organização social.*

*Cécile Désaunay e François de Jovenel, que coordenaram a realização do Rapport Vigie 2018, apresentam aqui esses quatro cenários, frutos de um trabalho coletivo realizado na Futuribles. ■*

---

1. Respectivamente: diretora de estudos da Futuribles, e diretor da Futuribles e representante geral da associação Futuribles International. Os cenários apresentados neste artigo são fruto de um trabalho coletivo da equipe da Futuribles, e extraídos de *Comment vivrons-nous? 20 questions pour 2050. Rapport Vigie 2018*. Paris: Futuribles International, 2018, 240 p.

Como viveremos em 2050? Terão os progressos da medicina e das tecnologias feito recuar as fronteiras da doença, da dependência e da morte? Ou os danos ao meio ambiente e as doenças ditas “civilizacionais” terão causado sérias degradações da qualidade de vida? Ou então, mais provavelmente, essas situações vão coexistir no seio de diferentes populações?

As restrições sobre os recursos naturais (água, ar, solos etc.) culminarão em violentas lutas de apropriação, em modos autoritários de gestão, ou suscitarão inovações tecnológicas revolucionárias, abrindo via para um futuro melhor?

A emancipação dos indivíduos face a instituições que ainda estruturam largamente as organizações coletivas (Igrejas, Estados, sindicatos e partidos políticos etc.) prenuncia um novo tipo de relações sociais regidas pelas emoções, sensibilidades partilhadas, ou, muito ao contrário, a reemergência de identidades exclusivas e estruturantes?

As mutações nas atividades do cotidiano (trabalho, consumo, lazer etc.) trazidas pela tecnologia digital conduzirão a uma sofrida atomização e imbricação dos tempos de trabalho, ou a uma maior liberdade dos indivíduos no uso de seu tempo?

São perguntas relativamente abertas para os que buscam antecipar o que poderá acontecer, e importantes desafios para os indivíduos desejosos de se engajar na construção do futuro. Para ajudar a estruturar a reflexão sobre esses temas, que entram necessariamente em ressonância entre si, a associação Futuribles International procedeu, em seu último *Rapport Vigie*, a uma exploração prospectiva de 20 perguntas chaves envolvendo o futuro dos modos de vida, e elaborou quatro cenários, que contam quatro histórias de suas possíveis evoluções no horizonte até 2050. Essas reflexões, embora algumas sejam de alcance mundial, são centradas nos países desenvolvidos, e mais particularmente na Europa. O artigo a seguir apresenta as linhas gerais desses cenários, sendo cada um deles simbolizado por um animal emblemático.

## Cenário 1 - A sociedade do 'eu'

### Dinâmica geral do cenário



Prossigue o movimento de individualização nas sociedades ditas desenvolvidas: a realização física e mental, a busca de sentido e a escuta de si são, mais que nunca, aspirações centrais. Um número crescente de indivíduos rejeita as normas sociais referentes a idade, sexo, status profissional... Cada um quer afirmar sua personalidade, seus valores, suas preferências, sua sensibilidade.

O objetivo principal da educação (tanto parental ou familiar como escolar) é favorecer a emancipação dos indivíduos face aos enquadramentos culturais e sociais passíveis de reprimir sua individualidade. A igualdade de oportunidades passa pelo desenvolvimento de competências e aptidões (*capabilities* em inglês) que permitam a cada um construir seu próprio percurso e sua abordagem pessoal do mundo.

As opiniões e os engajamentos individuais ancoram-se cada vez mais em relações sensíveis às questões em jogo. Os fortes movimentos em defesa do meio ambiente se estruturam não “em favor da biodiversidade” ou “contra a emissão de gases de efeito estufa”, mas na defesa dos direitos a um ar puro, à beleza das paisagens e a um igual respeito por todos os seres sensíveis (humanos, animais, vegetais...). As relações sociais são basicamente estruturadas em torno de laços afetivos mais ou menos fortes, construídos ao longo de engajamentos e experiências partilhadas, inclusive a distância. Os engajamentos são mais revertíveis.

As organizações coletivas só têm sentido se oferecem aos indivíduos condições ótimas para a sua realização pessoal e favorecem a expressão de sua sensibilidade. No geral, elas são facilmente percebidas como entraves: seus membros se renovam com frequência.

As expectativas dos cidadãos em relação ao Estado são cada vez mais ambivalentes: por um lado, expectativas de um número sempre maior de serviços básicos – a começar pelos de segurança (física, ambiental, social etc.) – e, de outro, crescentes ressalvas contra toda e qualquer forma de restrição coletiva. Espera-se do Estado uma organização eficiente dos serviços públicos e a ela-

boração de regras de direito simples fundadas na tolerância para estruturar as relações sociais e a arbitragem das dissensões. Os movimentos políticos, cada vez mais efêmeros, agregam militantes que partilham por algum tempo um interesse comum e procuram influenciar nas decisões.

## **Motores do cenário**

- O movimento de individualização se acentua, facilitado pela elevação do nível educacional, pela menor influência dos laços de pertencimento herdados ou ainda pelo acesso à informação e ao universo digital. Pode levar ao individualismo caso o coletivo seja visto como um entrave à realização pessoal. Um número crescente de indivíduos considera que ninguém melhor que eles próprios para defender seus interesses (econômicos, políticos...) e tomar as decisões que lhes convêm.
- A globalização segue seu curso, o que se traduz, em 2050, numa crescente imbricação das economias, empresas, culturas, redes... Os indivíduos navegam naturalmente entre as redes de pertencimento e as distintas escalas geográficas (da local à mundial), de acordo com suas atividades, crenças e os meios de que dispõem.
- As mudanças climáticas, apesar de seu agravamento, não são vistas como prioridade pela maioria dos indivíduos nos países ocidentais. Suas manifestações são, sem dúvida, mais frequentes e incômodas (episódios de calor intenso, secas, enchentes...), mas não colocam em xeque os modos de vida dominantes. O mesmo se pode dizer do excesso de poluição e das tensões envolvendo os recursos naturais e a biodiversidade.
- Consideráveis avanços são alcançados no uso dos algoritmos, permitindo personalizar cada vez mais os conteúdos digitais a que cada indivíduo tem acesso, relacionados quer às suas famílias, quer às notícias diárias ou ao consumo de bens e serviços. O digital é também um instrumento de teatralização de si mesmo e de reconhecimento social. Aplicativos e objetos conectados permitem a cada um monitorar seu comportamento, sua saúde, suas chances de desenvolver patologias...

- A influência das religiões tradicionais tende a decrescer (devido a desvios, escândalos e sentimento de perda da liberdade individual...).

## ***Viver nesse cenário em 2050***

- O acesso aos bens e serviços torna-se para os indivíduos uma questão crucial. Pode ser favorecido pela proximidade com as cidades, pelo recurso aos serviços on-line, mas também por políticas específicas das instituições.
- O objetivo das políticas sociais passa a ser a emancipação dos indivíduos, pela garantia de acesso aos serviços necessários à autorrealização pessoal. Isso pode se traduzir na abolição de certas proibições, como eutanásia ou consumo de cannabis, mas também de algumas obrigações como escolarização e vacinação. Em contrapartida, alguns dispositivos são implementados para acompanhar os indivíduos na construção de seu percurso: dispositivos de informação e formação, políticas de discriminação positiva visando atenuar essas desigualdades, renda universal mínima, auxílios direcionados etc.
- A busca de realização pessoal pode levar a uma individualização cada vez mais acentuada das práticas, tempos e trajetórias de vida. Cada indivíduo constrói sua própria cultura, identidade, educação, compõe sua própria relação com o mundo, com o trabalho e a família. Essas construções podem ser flutuantes: cada pessoa pode ter, ao longo da vida, várias famílias, profissões, religiões e comunidades de referência. A fluidez dos vínculos e das redes se torna central, assim como alguns valores como empatia.
- As competências se tornam centrais nas trajetórias profissionais, o que pode contribuir para acentuar a individualização e o fracionamento dos percursos de educação e formação, assim como das carreiras.
- O consumo continua sendo uma poderosa alavanca de afirmação e diferenciação pessoal.
- As antigas normas sociais e as religiões tradicionais cedem lugar a novas formas de espiritualidade, acompanhando a busca de sentido na vida em um plano mais individual.

- O tempo livre é dedicado ao bem-estar, à saúde e o aprendizado contínuo...
- O contrato se torna o principal modo de relação entre os indivíduos e os coletivos: empresas, instituições, família...
- Cada um é responsável por sua saúde, a qual é objeto de vastos investimentos: o desafio para cada pessoa está em se manter saudável dentro de um meio ambiente degradado. Desenvolvem-se técnicas visando a aumentar as performances físicas e intelectuais. A dor e a morte são cada vez mais vistas como intoleráveis, e o movimento transhumanista conta com crescentes adeptos.

## ***Cenário 2 - A sociedade sob vigilância*** ***Dinâmica geral do cenário***



Os dispositivos de ação coletiva existentes já não são adequados à amplitude dos problemas que a humanidade precisa enfrentar. Esse discurso é mais e mais reiterado por minorias ativas que, à medida que se sucedem as catástrofes naturais, denunciam a incapacidade das instituições, e também das iniciativas cidadãs, em lidar com desafios colossais.

A degradação das condições de vida de uma parte crescente da população e a desestruturação dos sistemas econômicos evidenciam aos olhos de um número cada vez maior de pessoas a defasagem entre a vastidão dos desafios ambientais e a ineficácia das medidas tomadas para enfrentá-los. Movimentos sociais muito determinados, além de algumas empresas, fazem pressão para que os Estados, vistos como os atores mais legítimos e bem aparelhados, imponham uma rápida transição para outro modelo de desenvolvimento.

Garantir um meio ambiente saudável e ecológico torna-se “O” novo desafio e “A” prioridade das principais instituições em escala internacional. As liberdades individuais são submetidas a esse novo imperativo, considerado vital. Para tanto, os Estados europeus mobilizam instrumentos e políticas públicas de diferentes naturezas para coibir comportamentos de atores econômicos, indivíduos e territórios nocivos ao meio ambiente. O consumo individual passa

a ser controlado, medido em carbono equivalente (que se torna uma nova forma de moeda) e fortemente contingenciado. Na União Europeia, a produção industrial é controlada e fiscalizada, com normas rígidas de redução do impacto ambiental – imposto carbono, imposto sobre o valor acrescentado (IVA) circular etc.

Instaura-se uma transição rápida e orientada para modos de vida mais sóbrios, fiscalizada pelos poderes públicos e pela própria sociedade, que impõe aos indivíduos novas normas sociais fundadas na frugalidade. Esse processo pode se revelar mais ou menos longo e doloroso, de acordo com os países e atores. Culmina num modelo de sociedade distinto, o qual valoriza os recursos naturais, as produções locais, as atividades de serviços e a qualidade das relações sociais.

Essas novas regras, porém, não são unanimidade e provocam conflitos. Alguns movimentos denunciam o entrave às liberdades individuais e à criação de empregos e riquezas. Outros, pelo contrário, pregam regras ainda mais radicais (antiespecismo, rejeição de todo e qualquer uso de energia fóssil ou nuclear etc.).

## ***Motores do cenário***

- Um primeiro motor é a aceleração e o agravamento das mudanças ambientais: alterações climáticas, tensões envolvendo o escasseamento dos recursos naturais e degradação da biodiversidade...
- Dificuldades crescentes tanto para os indivíduos como para as empresas (doenças, alta de preços de produtos e serviços que dependem dos recursos naturais, fenômenos climáticos extremos...) leva a um aumento da pressão sobre os poderes públicos.
- As migrações internacionais se intensificam, por diferentes motivações (econômicas, políticas e/ou ambientais), e afetam todas as regiões do planeta.
- Desenvolve-se um sentimento de responsabilidade individual global<sup>2</sup> para

2. Basualdo, Pedro Alejandro. "La responsabilité individuelle mondiale". *Chronique ONU*, vol. XLVIII, nº 1, maio de 2011. Disponível em: <https://unchronicle.un.org/fr/article/la-responsabilite-individuelle-mondiale>. Acesso: 21 set. 2018.

com as questões ambientais (tal como destacadas pela Organização das Nações Unidas), pressupondo que cada indivíduo deve limitar ao máximo o impacto ambiental de suas atividades.

## ***Viver nesse cenário em 2050***

- O processo de transição pode implicar numa primeira fase de adaptação e sacrifícios. Os modos de produção e consumo precisam ser repensados para reduzir drasticamente seu impacto nos ecossistemas. Aumenta fortemente o custo dos produtos e serviços mais prejudiciais ao meio ambiente e ao clima. A valorização dos recursos locais e o redimensionamento de atividades econômicas (com menos ênfase na fabricação e mais ênfase em consertos, reaproveitamentos etc.) tornam-se prioridades para os atores públicos e as coletividades. Após uma fase de adaptação, desenvolve-se um novo mercado de bens sustentáveis e de baixo impacto ecológico. Diferentes alavancas de ação pública podem ser implementadas para atenuar o efeito das altas de preços: auxílios direcionados aos mais precários, subvenções para o financiamento de tecnologias alternativas visando a redução de custos etc.
- O hiperconsumo de produtos novos torna-se um luxo, desenvolvem-se as práticas de compra/venda de usados, locação e uso compartilhado. Globalmente, o consumo passa a ter menos espaço nos modos de vida, e a prioridade se transfere para os lazeres imateriais (cultura...), assim como para o “faça você mesmo”, a reciclagem, as trocas, de forma a compensar o sobrecurso dos produtos industrializados. As práticas de autoprodução e autoconsumo (alimentação, energia...) são estimuladas (redução de impostos).
- A relação com os territórios pode ser repensada, as zonas periurbanas e rurais passam a ser mais valorizadas por serem propícias às práticas de autoprodução (notadamente agrícola). As trocas interpessoais, como a partilha de tempo e de atividades, e os vínculos se tornam mais importantes que os bens.
- O estado de saúde dos indivíduos pode melhorar graças a uma conjunção de fatores: diminuição da poluição ligada aos transportes e à indústria, aumento da alimentação orgânica, redução da exposição a perturbadores endócrinos...

## ***Cenário 3 - A sociedade algorítmica***

### ***Dinâmica geral do cenário***



A revolução digital vive uma fase de aceleração graças aos importantes desenvolvimentos, nos anos 2020, das capacidades de cálculo e modalidades de aprendizado das máquinas (inteligência artificial). O processo de automação continua, transformando profundamente algumas atividades (condução de veículos, faxina etc.) e profissões (bancários, advogados, contadores etc.). Essa automação, ao mesmo tempo que promove o surgimento de novos padrões que permitem otimizar o funcionamento da vida social (notadamente nas cidades), também é acompanhada por uma crescente personalização das ofertas de serviços (por parte de atores privados e públicos).

Nas empresas, trivializa-se a automação para tarefas cada vez mais complexas, de início em apoio à decisão humana, aos poucos substituindo-a, os humanos concentrando-se então na validação e em tarefas de altíssimo valor agregado.

O próprio Estado recorre a dispositivos de inteligência artificial para incrementar a racionalidade e a eficiência de suas ações. De fato, decisões estruturantes para a vida cotidiana dos indivíduos são crescentemente delegadas aos algoritmos (na área da mobilidade, da alimentação, da saúde). Da mesma forma, a elaboração das escolhas coletivas relevantes (infraestruturas, por exemplo), mas também das leis sociais, é previamente instruída por amplas simulações informáticas. A natureza dos algoritmos utilizados torna-se objeto de debates políticos, enquanto esses, paralelamente, giram cada vez mais em torno de temas éticos. As discussões sobre o começo e o fim da vida tornam-se particularmente centrais.

Enquanto algumas profissões (mesmo muito qualificadas) se veem ameaçadas, outras emergem (relacionadas, notadamente, aos universos virtuais, à concepção das máquinas...) ou são repaginadas. Para compensar as extinções de empregos, uma renda universal pode ser instituída, financiada pelos ganhos de competitividade propiciados pela automação. Os rendimentos de parte da população não aumentam, ou até diminuem, mas essa situação é acompanhada por um incremento do tempo destinado ao lazer, sendo este dedicado sobretudo à exploração de universos virtuais, que têm baixo custo de

acesso. A questão da elaboração de um direito específico para o mundo virtual é objeto de acaloradas discussões.

As fronteiras entre mundo real e mundos virtuais se diluem, as relações afetivas, ou mesmo amorosas, contam mais e mais com o uso de máquinas (softwares, robôs) e se desenvolvem em universo real, virtual ou híbrido. Os serviços de realidade virtual abrem uma infinidade de universos e espaços/tempos para o lazer, o trabalho, a amizade, o amor... Os indivíduos participam de várias comunidades virtuais concomitantemente e mudam seguidamente de uma para outra.

A realidade aumentada, por sua vez, torna-se corriqueira em numerosas cidades, museus ou centros comerciais.

A automação crescente, enquanto arrasta boa parte da vida para o universo virtual, também produz, em troca, um recentramento em atividades especificamente humanas, notadamente no campo das relações sociais (prestação de cuidados, saúde etc.).

## **Motores do cenário**

- A atual dinâmica do progresso tecnológico acelera a convergência das NBIC (nanotecnologias, biotecnologias, informática e ciências cognitivas) e permitem otimizar os processos de produção.
- Investimentos massivos em tecnologia permitem a aceleração dos avanços no uso dos algoritmos e da inteligência artificial, com impactos rápidos e evidentes nas decisões intelectuais e coletivas. Aplicativos personalizados podem contribuir, por exemplo, para uma melhoria na prevenção e detecção de doenças. Embora sejam hoje majoritariamente privados, tais investimentos poderão ser acompanhados de recursos e políticas de apoio por parte dos atores públicos.
- A disponibilização on-line de um espaço virtual aperfeiçoado (segundo o modelo do Second Life<sup>3</sup>) pode, por outro lado, acentuar mais ainda o deslocamento de parte das atividades dos indivíduos para universos virtuais.

---

3. Sobre o Second Life, ver Soudoplatoff, Serge. "Second Life: l'acte marchand de la post-modernité?". *Futuribles*, nº 330, maio de 2007, p. 71-80 (N. R.).

## Viver nesse cenário em 2050

- Cada vez menos indivíduos possuem um emprego full-time, e o trabalho assalariado é bem menos estruturante nos modos de vida. Observa-se uma dualização crescente do mercado de trabalho, entre profissões muito qualificadas não ameaçadas pela robotização e ocupações pouco ou não automatizáveis: artesanato, cuidados pessoais e serviços particulares<sup>4\*</sup>...
- O processo continuado de automação pode permitir a instituição de uma renda universal financiada por meio de um imposto sobre as máquinas.
- A redução do tempo de trabalho e o uso generalizado da domótica (robótica aplicada às atividades domésticas e ao dia a dia) promovem um aumento do tempo disponível para outras atividades. Mas como o rendimento dos indivíduos é mais limitado, um tempo crescente das pessoas pode ser despendido em espaços de realidade virtual cada vez mais sofisticados: jogos de imersão, consulta a profissionais a distância, turismo virtual, conferências de trabalho com avatares, universos ficcionais de lazer e descobertas...
- Com as tecnologias acessíveis em todos os territórios, parte dos indivíduos pode optar por viver em áreas rurais, onde as condições de vida são consideradas mais agradáveis. Mas viver na cidade também permite beneficiar-se de inúmeras tecnologias (como os veículos autônomos). Por outro lado, espaços físicos podem ter menos importância, e as pessoas investem menos tempo nestes do que nos espaços virtuais...
- Essas novas possibilidades oferecidas pelos ambientes virtuais podem induzir comportamentos extremos. Algumas pessoas passam a negligenciar as relações humanas, mas também sua aparência física “real”, enquanto outras, ao invés, optam por evitar totalmente esses ambientes virtuais. O emprego generalizado das máquinas pode igualmente ter impactos, hoje difíceis de prever, nas capacidades intelectuais dos indivíduos: cálculo, ortografia, orientação espacial...
- O acompanhamento dos comportamentos individuais por meio de ferramentas digitais possibilita uma personalização dos percursos de vida

4. \* No original: *services à la personne*. O termo designa, na França, uma categoria jurídica de serviços de assistência doméstica que engloba um vasto leque de atividades como *baby-sitting*, aulas particulares, faxina, jardinagem, cuidados a idosos ou pessoas com deficiência, etc. (N. T.)

(saúde, educação etc.). Propõe-se, desta forma, prevenir o aparecimento de determinadas patologias e aprimorar o acompanhamento dos tratamentos. Essas ferramentas podem ser utilizadas por seguradoras, empregadores e pelos sistemas de proteção social. Graças aos algoritmos, todo indivíduo dispõe de um acompanhamento ultrapersonalizado do seu estado de saúde e deve seguir as recomendações (alimentação, exercícios físicos, exames) sob pena de se ver excluído do sistema de proteção social. Novas patologias podem surgir, no entanto, em parte por causa do maior sedentarismo (as atividades físicas sendo delegadas às máquinas) ou porque novas doenças mentais podem surgir como resultado da importância crescente dos universos virtuais e robôs.

Da mesma forma, trajetórias escolares podem ser construídas para cada indivíduo com base em seus antecedentes, seus potenciais e suas fragilidades, e suas aspirações.

Devido ao alto número de decisões tomadas por algoritmos, novas formas de desigualdade podem surgir ou se acirrar em função da capacidade de cada indivíduo em se adequar aos critérios das máquinas<sup>5</sup>.

- As relações interpessoais são cada vez mais influenciadas por algoritmos que as personalizam ao extremo. Ampliam-se os fenômenos de “bolhas” de informação e de afinidades. Por outro lado, os comportamentos se tornam cada vez mais otimizados e racionalizados. A espontaneidade se faz rara, o que pode levar a uma redução da criatividade.
- Os atores privados que criam e controlam as máquinas têm peso e influência crescentes nas sociedades, o que levanta a questão de sua regulação, ou não, por parte dos poderes públicos. O Estado pode se colocar como aiançador da confiabilidade dos algoritmos.
- O incremento do uso dos algoritmos gera inúmeros debates sobre a amplitude e natureza das decisões que convém, ou não, delegar-lhes. As negociações e o *lobbying* se concentram, a princípio, nos critérios a serem considerados pelos algoritmos e, a posteriori, na interpretação das reco-

---

5. Ver, por exemplo, Guillaud, Hubert. “De l’automatisation des inégalités”, *InternetActu*, 15 de janeiro de 2018. Disponível em: <http://www.internetactu.net/2018/01/15/de-lautomatisation-des-inegalites/>. Acesso: 21 set. 2018.

mendações feitas por eles. Multiplicam-se as críticas sobre os limites e desvios da modelização<sup>6</sup>.

## **Cenário 4 - A sociedade de arquipélagos** *Dinâmica geral do cenário*



Proliferam comunidades voltadas para valores ou causas específicas, que propõem a seus membros elementos de reafirmação moral e material. Desenvolvem-se principalmente em escala local, mas podem se inscrever no âmbito de movimentos nacionais ou até mesmo internacionais. Essas comunidades (ou tribos, para usar um termo de Michel Maffesoli) podem ser estruturadas por um cimento identitário forte (cultural, espiritual, familiar etc.) ou pela busca de um objetivo partilhado (comunidade de interesse, de prática etc.), podem caracterizar-se por seu fechamento e rejeição em relação às outras ou constituir-se em torno de visões de um futuro melhor para a humanidade. Na maioria das vezes, elas se constroem em torno de princípios estruturantes que permitem orientar os comportamentos.

Essas comunidades emergem ou se fortalecem em resposta ao encolhimento das instituições políticas e sociais mais tradicionais, e à inexistência de projetos aglutinadores passíveis de dar sentido às comunidades nacionais.

Esse crescimento das comunidades/tribos pode ser reforçado pela dificuldade dos sistemas de proteção social em garantir suficiente amparo material para as populações mais precárias. Da mesma forma, o aumento do tempo livre favorece uma reorganização da sociedade e do vínculo social. Desenvolvem-se massivamente as atividades de autoprodução, de partilha, de trocas. Essas, cada vez mais, estruturam a vida social em torno de comunidades, as quais podem agregar amigos, vizinhos, mas também indivíduos que compartilham uma mesma paixão, as mesmas necessidades ou valores. A solidariedade, a ajuda mútua e a partilha tornam-se valores centrais no seio desses grupos.

6. Ver, por exemplo, Guillaud, Hubert. "Peut-on modéliser la société?", *InternetActu*, 19 de abril de 2018. Disponível em: <http://www.internetactu.net/2018/04/19/peut-on-modeliser-la-societe/>. Acesso: 21 set. 2018.

Acentuam-se as disparidades entre eles. Alguns são claramente separatistas e reivindicam sua autarquia no plano alimentar, energético, optam por retirar-se dos sistemas coletivos (impostos, proteção social), possuem sua própria moeda, sistema de segurança, ou mesmo sua própria justiça e sistema de saúde. Outros são bem mais abertos, menos totalizantes, e não impedem a participação dos indivíduos em mais de uma comunidade.

Algumas dessas comunidades se constituem em movimentos de amplitude nacional, partidos políticos que tratam de defender seus valores por diferentes meios: eleições, comunidades on-line, petições, manifestações... Podem competir entre si, inclusive, pela concessão de subvenções públicas, pelo acesso a equipamentos ou para atrair novos membros.

O sistema político se institui oficialmente em árbitro desses diferentes grupos de interesses e busca assegurar condições de existência pacífica a todos os indivíduos e todas as causas, idealmente sem tomar partido. Às instituições e serviços públicos cabe permanecerem neutros, além de tolerantes, face à diversidade de valores e interesses manifestados. Administrar as comunidades mais radicais constitui um incessante desafio em âmbito internacional, nacional e local.

## ***Motores do cenário***

- As sociedades são marcadas pelo sentimento de perda de referências por parte dos indivíduos. A globalização gera um emaranhamento das culturas e das práticas, o hiperconsumo já não se afigura como um ideal, os imaginários sobre o futuro esmorecem.
- O peso dos grandes atores do universo digital na economia e na vida cotidiana é posto em questão por acidentes e/ou escândalos que induzem os indivíduos a evitá-los a fim de proteger seus dados (individuais e bancários).
- As empresas, principalmente nos países mais desenvolvidos (como na Europa) não geram empregos suficientes para absorver a população ativa e financiar os sistemas de proteção social.

- Os indivíduos podem estar mais desconfiados e desiludidos em relação à atuação dos poderes públicos, vistos como incapazes de enfrentar os problemas sociais, econômicos e geopolíticos.

## ***Viver nesse cenário em 2050***

A vida nesse cenário poderá assumir formas bastante distintas, de acordo com o tipo de comunidade à qual o indivíduo se associa. Algumas pessoas podem ter maior capacidade de se integrar a mais de um ou a vários grupos, concomitantemente ou em diferentes momentos, e a romper com eles quando quiserem. Outros, paralelamente, podem privilegiar ou se verem obrigados a participar de comunidades muito enclausurantes, senão restritivas em termos de valores e comportamentos.

- As desigualdades entre os indivíduos podem se acentuar, portanto, em função da capacidade de cada um em se unir (ou abandonar) uma ou mais comunidades de forma a preencher suas necessidades. Em alguns casos, a comunidade pode ser imposta pela origem étnica ou geográfica, sendo mais difícil renunciar a ela.
- Conflitos podem irromper entre comunidades, pontuais ou bastante estruturantes para a sociedade.
- Os Estados se tornam fiadores da convivência pacífica entre as comunidades. Concentram-se em algumas funções, notadamente a segurança. Mas o grau de aceitabilidade dessas comunidades autônomas pode variar fortemente de país para país (é mais fraco na China, por exemplo, que no Reino Unido).
- O funcionamento das democracias pode vir a ser questionado por essa nova organização social. Em alguns países, o Parlamento poderá não ser mais composto por representantes dos cidadãos, mas por representantes das comunidades, reagrupados em grandes famílias, em número proporcional a seus membros.
- Diferentes coletividades territoriais podem dar sustentação às comunidades e garantir-lhes condições de vida satisfatórias. Algumas regiões podem reivindicar sua independência. Paralelamente, metrópoles globalizadas e

que agrupam populações de origens muito diversas escapam, em parte, às lógicas comunitárias. Territórios podem sofrer a dominação de uma comunidade, que tentará impor suas regras e alguma forma de protecionismo, com profundas consequências em termos de qualidade de vida, estado de saúde...

\* \* \*

Cada um dos cenários apresentados dá destaque a uma lógica de evolução das relações que os indivíduos mantêm com a sociedade em seu conjunto, ou seja, dos espaços de liberdade individual e das formas de restrição coletiva. De forma muito esquemática, os cenários 1 e 4 propõem sociedades futuras largamente estruturadas por um movimento de desinstitucionalização da sociedade e de individualização (moderada, no cenário 4, pelo peso das comunidades), ao passo que os cenários 2 e 3 põem a tônica em novas regulações sociais, consentidas mais ou menos livremente, que podem soar necessárias para atender às grandes transformações ecológicas e econômicas com que somos confrontados.

Esses cenários não são de todo incompatíveis entre si, e permitem combinações. O objetivo desse texto é suscitar uma reflexão sobre as opções gerais que se nos apresentam e alimentar debates sobre nossas preferências individuais ou coletivas, e sobre os meios de fazê-las acontecer. ■

# A educação nos próximos 30 anos

ALAIN MICHEL E LORÈNE PRIGENT<sup>1</sup>

*Faz tempo que se reconhece o papel fundamental da educação no desenvolvimento socioeconômico das nações. Ter uma ideia da forma como esta poderá evoluir nas próximas décadas em escala mundial, europeia e nacional (francesa) é, portanto, essencial, mas constitui um exercício difícil, como bem lembram aqui Alain Michel e Lorène Prigent. Apoiando-se nos estudos que subsidiaram a seção do Rapport Vigie 2016<sup>2</sup> dedicada à educação, ambos analisam aqui algumas tendências em curso: a elevação do nível geral de formação e suas ambivalências, a propensão a privilegiar a avaliação das práticas educativas mais que o investimento em sua qualidade intrínseca, a necessidade de recrutar e formar educadores qualificados em número suficiente, a crescente convergência das políticas educativas em escala mundial, a maior internacionalização do ensino superior, as contribuições e os engodos da tecnologia digital no setor educacional...*

*São, todas essas, temáticas que irão se revelar determinantes para a evolução dos sistemas educacionais e o incremento de sua qualidade, com vistas a preparar o melhor possível as jovens gerações para o mundo de hoje e, principalmente, o de amanhã. ■*

**D**elinear as principais evoluções possíveis da educação nos próximos 30 anos é um exercício delicado, tamanhas são as incertezas que ainda cercam alguns fatores de impacto decisivo sobre os processos de ensino e apren-

---

1. Respectivamente, conselheiro científico da Futuribles International e do Institut européen d'éducation et de politique sociale (IEEPS); e conselheira científica do IEEPS e presidente da Cayambe Education.

2. Jovenel, François de (Org.). *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*. Paris: Futuribles International, 2016, 540 p.

dizagem. O panorama aqui apresentado é síntese de um trabalho de prospectiva realizado por uma equipe de especialistas – Bernard Hugonnier, Janet Looney, Alain Michel, Lorène Prigent e Paul Santelmann – dirigida por François de Jouvenel<sup>3</sup> no âmbito da Futuribles International. Nesse texto, são apresentadas tendências fortes ou emergentes consideradas mais significativas, e propostas algumas perspectivas sobre as controvérsias mais tenazes.

Num cenário de elevação do nível geral de formação, de aceleração das inovações tecnológicas e organizacionais, sem esquecer as graves ameaças que pesam sobre o futuro de nosso planeta e sobre os valores democráticos, os desafios a serem enfrentados pelos sistemas educacionais são consideráveis, e a busca por uma educação de qualidade constitui uma prioridade.

## ***Evolução ambivalente do nível educacional mundial***

A pesquisa *My World*, realizada pelas Nações Unidas com 5 milhões de pessoas em 114 países, mostrou que uma “boa educação” é a principal preocupação mundial para os próximos 15 anos. Com uma taxa líquida de escolarização primária de 93% em 2015, contra 84% em 1995, a situação da educação no mundo é hoje bem diferente. Foram construídas escolas em massa em todo o planeta, frequentadas pela maioria das crianças, inclusive nos países menos desenvolvidos economicamente. Entretanto, essa constatação otimista precisa ser matizada e, passados 15 anos, a promessa de educação para todos formulada em 2000 no âmbito da UNESCO segue não cumprida, com disparidades que permanecem abissais. Em 2015, uma criança pobre tem quatro vezes menos chances de frequentar a escola que uma criança rica e cinco vezes mais chances de não concluir o ensino elementar<sup>4</sup>.

A pressão quantitativa produziu, além disso, um efeito negativo sobre a qualidade do ensino, sobretudo naqueles países mais frágeis. A necessidade de aumentar os efetivos nas salas de aula levou à contratação de cada vez mais educadores sem que fossem sempre atendidas as exigências elementares de

3. *Ibidem*.

4. <sup>3</sup> No original: école élémentaire, que no sistema educativo francês corresponde às 5 séries iniciais (6-10 anos). (N. T.)

formação, e a crescente complexidade de gestão dos sistemas fez com que os avanços no sentido da escolarização universal contribuíssem para um empobrecimento da qualidade do aprendizado em sala de aula. Essas preocupações se estendem atualmente ao secundário<sup>\*\*</sup>, com a perspectiva de uma população mundial com maior acesso à escola, sem dúvida, mas não necessariamente a um ensino de boa qualidade.

O relatório mundial de acompanhamento da educação de 2016 revela que, a manter-se o ritmo de progressão dos últimos anos, o mundo terá até meio século de atraso em relação ao seu objetivo anunciado nas metas da ONU no início do milênio, com uma escolarização primária universal efetiva somente a partir de 2042<sup>6</sup>.

Como, nessas condições, compreender a intenção mundial de fixar, no bojo dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até 2030”, metas ainda mais ambiciosas, que aliem progresso quantitativo e melhoria qualitativa nos níveis elementar, secundário, e até mesmo pré-escolar?

Além dos avanços ainda insuficientes no nível primário<sup>\*\*\*</sup>, a escolarização do primeiro ciclo do secundário situa-se em 14% nos países de baixa renda, e em menos que isso no nível pré-escolar. As projeções, portanto, não nos permitem ser otimistas.

A UNESCO, incumbida de coordenar o acompanhamento desses ambiciosos objetivos, apela a um esforço financeiro sem precedentes. Os montantes necessários, estimados na ordem de US\$ 5 bilhões ao ano, afiguram-se inalcançáveis, tendo em conta as restrições das finanças públicas dos países de baixa renda e a redução da ajuda internacional. Disso resulta um apelo à criação de um fundo mundial. Mas será que, mesmo um eventual aumento da ajuda internacional, diante da complexidade cada vez maior das relações entre os atores internacionais, será de fato decisiva para o progresso da educação no mundo?

---

5. \*\* O *enseignement secondaire* corresponde às últimas 8 séries escolares (11-18 anos). Divide-se em dois ciclos, o *collège* (11-14 anos) e o *lycée* (15-18 anos). No Brasil, equivale ao Ensino Médio. (N. T.)

6. *Education for People and Planet: Creating Sustainable Futures for All. Global Education Monitoring Report*. Paris: UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), 2016.

7. \*\*\* O *enseignement primaire*, no sistema educativo francês, engloba a pré-escola (*école maternelle*) e as 5 séries iniciais (*école élémentaire*). (N. T.)

Nada é mais incerto. Alguns economistas já mostraram não ser automático o retorno positivo de um maior investimento financeiro em educação, dependendo mais do “como” do que do “quanto”. Investir mais recursos em sistemas pouco organizados pode, às vezes, resultar em mais desordem. Trata-se, portanto, de influenciar de maneira eficaz o orçamento alocado às políticas públicas de educação tanto como as políticas em si.

Pesquisa recente em países que recebem ajuda internacional mostrou que alguns organismos de ajuda multilateral exercem mais influência que outros sobre os sistemas nacionais, com menos dinheiro investido; o valor dos montantes não seria, portanto, o único fator em jogo. Em nível local, com efeito, as dificuldades de gestão dos recursos humanos (professores e outros funcionários do sistema educacional) são, não raro, mais nefastas que a falta de recursos financeiros para o progresso da educação. A solução, portanto, deveria vir dos próprios sistemas educativos e dos seus quadros.

## ***Mensuração: instrumentos estatísticos percebidos como panaceia?***

Com a irrupção do conceito de *accountability* das políticas públicas, a importância atribuída aos instrumentos de mensuração segue crescendo. Assim, a resolução das Nações Unidas relativa aos ODS enumera quase duas vezes mais instâncias e disposições visando ao acompanhamento e controle estatístico do que à implementação efetiva dos objetivos. Essa crescente relevância dos instrumentos de mensuração suscita controvérsias acerca da qualidade dos dados e, mais que isso, da escolha dos indicadores. Somente para o setor da educação, o acompanhamento internacional se organiza em torno de sete metas e nada menos que 26 indicadores. Ao que vêm somar-se metas e indicadores definidos localmente, além daqueles, por vezes distintos, fixados pelas organizações internacionais nos países destinatários de recursos. A mensuração se torna ainda mais difícil quando algumas metas não são formuladas de maneira adequada.

É preocupante que a crescente importância do imperativo da mensuração leve à concentração dos limitados recursos internacionais na produção massiva de indicadores, sem dúvida essenciais, sem que esforços equivalentes sejam

direcionados a apoiar políticas efetivas que visem melhorar a qualidade da educação. Cabe prestar atenção, além disso, à disparidade entre a sofisticação de alguns instrumentos e métodos preconizados e as reais capacidades de ordenação e gestão de muitos países.

## ***Os desafios de recrutar e formar mais educadores***

No cerne dos debates sobre educação em nível mundial, impõe-se a prioridade de atrair e formar um número expressivo de futuros educadores em um curto espaço de tempo. É indispensável um recrutamento massivo: mais de 27 milhões de educadores deverão ser recrutados até 2030, dois terços dos quais no continente africano (onde haverá forte crescimento populacional nas próximas décadas). A escassez afeta igualmente alguns países europeus. A capacidade de realizar isso será um determinante essencial para a qualidade da educação.

Em termos qualitativos: para valorizar o “efeito professor”, alavanca determinante para o bom desempenho dos estudantes, esforços são necessários no sentido de garantir não apenas uma formação inicial, mas também contínua eficaz, de forma a inserir o educador numa lógica de profissionalização ao longo da vida<sup>8</sup>. Essas questões mobilizam atualmente a maioria das organizações internacionais do setor na formulação de políticas nacionais de formação continuada dos educadores, em especial nos Estados africanos. Mas não se trata de um tema exclusivamente desse continente: na Europa, a formação continuada dos educadores ainda é opcional em alguns casos<sup>9</sup>.

Nos países da OCDE, reflexões já iniciadas sobre a atratividade da profissão docente irão se intensificar em função da amplitude das demandas. Os principais determinantes dessa atratividade já são conhecidos: salário, condições de

8. Schleicher, Andreas. *Schools for 21st-Century Learners: Strong Leaders, Confident Teachers, Innovative Approaches*. Paris: OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), 2015.

9. França, Bulgária, Dinamarca, Irlanda, Grécia, Países Baixos, Suécia, Islândia, Noruega: ver EACEA (Agência de Execução relativa à Educação, ao Audiovisual e à Cultura), Comissão Europeia. *La Profession enseignante en Europe. Pratiques, perceptions et politiques. Rapport Eurydice*. Luxemburgo: Serviço das publicações da União Europeia, junho de 2015. [Em português: *A profissão docente na Europa: Práticas, percepções e políticas. Relatório Eurydice*.]

trabalho e prestígio social. Os desníveis de salário anual, levando em conta a paridade do poder de compra e o número de horas de ensino, são imensos: em um extremo, estão Luxemburgo, Alemanha, Escócia e Finlândia, países com políticas mais favoráveis aos educadores; no outro, Estônia, Romênia, Eslováquia e... França, onde os docentes são menos bem tratados. Essas disparidades tendem a se reduzir paulatinamente e conduzir a uma reflexão mais global sobre a profissão docente.

A questão da melhoria da qualidade dos educadores (critérios e modalidades de seleção, formação inicial, acompanhamento dos principiantes, avaliação e formação continuada) deverá ganhar cada vez mais importância nos próximos 15 anos. No processo de formação dos educadores, conflitos deverão surgir entre a abordagem teórica e a aplicação prática, acentuados pela evolução global dos currículos no sentido de maior ênfase na competência e no desempenho. A profissão docente em si deverá passar por mutações, assimilando paulatinamente a espinhosa noção da relação entre ensino e aproveitamento dos alunos. Nos países em desenvolvimento, o efeito dessas pressões qualitativas deverá corroborar uma tendência à efetivação dos professores, no que pese o recurso massivo a colaboradores temporários ter sido consequência das políticas de ajuste estrutural dos anos 1990 em vários deles.

## ***Rumo a uma convergência mundial das políticas educativas?***

Alguns autores criticam a crescente influência da OCDE sobre as políticas educativas por meio de seus estudos e recomendações, principalmente devido ao impacto das pesquisas PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes). Mas essa influência já se manifestava desde os anos 1990 com os indicadores publicados anualmente no relatório *Um olhar sobre a educação*. Também as reflexões sobre as competências necessárias para enfrentar os desafios do século 21 e os estudos da OCDE sobre as condições mais propícias para um ensino inovador e eficaz contribuíram para definir um conjunto de boas práticas, que foram se tornando normas de referência internacional.

Os resultados do PISA sobre as competências dos estudantes de 15 anos, realizadas a partir de 2000, impactaram as políticas educacionais de forma vari-

ável em cada país avaliado, mas foram especialmente relevantes onde houve um grande desapontamento em relação ao desempenho dos estudantes – na Alemanha, por exemplo, falou-se em um autêntico “choque PISA<sup>10</sup>”.

Verdade é que em muitos deles os resultados insatisfatórios acabaram amplificados pelo formato de ranking com que os resultados do PISA foram apresentados, apesar das reservas da OCDE quanto à significância estatística desse modelo de comparação.

Entre as críticas feitas ao PISA, destacam-se uma certa concepção utilitarista da educação privilegiada pela OCDE e o fato de que somente as competências mais facilmente mensuráveis são avaliadas pelos testes. O que torna essa abordagem ainda mais contestável é a apresentação dos resultados vir acompanhada de recomendações para as políticas educacionais dos respectivos Estados nacionais. Nos países europeus, somam-se as recomendações emitidas pela União Europeia através do “método aberto de coordenação”<sup>11</sup>.

Num cenário de crescimento econômico desacelerado e alto índice de desemprego entre os jovens, essa tendência à convergência das políticas educacionais tem grandes chances de se consolidar nos anos por vir. Mas haverá razão para se preocupar com isso? A realidade é que, no fim das contas, o peso das especificidades e os contextos nacionais ou regionais diversos devem permanecer como um obstáculo considerável a uma uniformização dos sistemas/políticas educacionais.

## ***Crescente internacionalização do ensino superior***

Fortemente influenciado pelos rankings internacionais de universidades, o ensino superior tem sido submetido, em muitos países, a um processo de internacionalização, em que os principais desafios estão na inovação e nos im-

10. Michel, Alain; Pons, Xavier. “Le ‘choc’ PISA, métaphore ou révolution?”, e Michel, Alain; Mons, Nathalie. « PISA et les politiques éducatives : une influence complexe ». *Administration éducation*, nº 145, março de 2015; Sellar, Sam; Lingard, Bob. “The OECD and Global Governance in Education”. *Journal of Education Policy*, vol. 28, nº 5, 2013, p. 710-725.

11. Ver, notadamente, Michel, Alain. “Éducation: le poids croissant de standards internationaux”. *Futuribles*, nº 410, janeiro-fevereiro de 2016, p. 37-51.

pactos qualitativos. Esse processo é positivo, desde que certas condições sejam observadas, entre elas a necessidade de aprimorar os critérios daqueles rankings, como tem feito com êxito a Universidade de Xangai<sup>12</sup>.

Palavra chave do século 21, a internacionalização tornou-se rapidamente uma questão de prestígio para as universidades de ponta, diretamente associado à sua atratividade e modernidade. Resultou daí uma transformação profunda nos modos de gestão dessas instituições no sentido de uma abertura cada vez maior para outros países e o mundo. Mas, embora o impacto positivo da mobilidade transfronteiriça na inserção profissional dos estudantes esteja comprovado há vários anos<sup>13</sup>, ela impacta principalmente uma minoria de jovens já predispostos ou com condições de terem acesso a uma vivência internacional, levando a recorrentes alertas de aprofundamento das desigualdades ou de exacerbação da concorrência entre os estabelecimentos de ensino.

A mensuração desses fenômenos ainda é frequentemente pautada pelos fluxos de entrada e saída de estudantes e docentes, que seguem sendo um determinante decisivo da abertura internacional das instituições de ensino superior. Entretanto, observa-se também uma evolução nos critérios de apreciação. A mobilidade que está na origem desses fluxos tende a evoluir de forma qualitativa, e tem assumido formas mais variadas, mais integradas e difíceis de mensurar. Ocorre que essas novas formas, virtuais inclusive, multiplicam e diversificam seus beneficiários: estudantes, mas também professores e gestores em geral, devem se empenhar mais fortemente na construção desses percursos.

Esse processo de internacionalização oferece grandes possibilidades, como um salto qualitativo adicional num contexto de competição mundial, mas também cria novas necessidades, notadamente em termos de gestão. As instituições precisam fazer com que essa cultura internacionalizante encontre maior eco interno, em suas equipes, em um processo denominado por alguns de *comprehensive internationalisation*. Para isso, devem se apoiar nos líderes de projetos mais experientes. Não existe, no entanto, um modelo

---

12. Número especial "Global University Rankings: A Critical Assessment". *European Journal of Education*, vol. 49, nº 1, março de 2014.

13. De Moor, Bart; Henderikx, Piet. "International Curricula and Student Mobility". *Advice Paper*, nº 12, abril de 2013. LERU (League of European Research Universities); Prigent, Lorène. "Les atouts de la mobilité des jeunes hors des frontières". *Futuribles*, nº 404, janeiro-fevereiro de 2015, p. 96-98.

único para atingir tais objetivos, pois os processos variam de um estabelecimento para o outro.

## ***Ferramentas digitais e novas pedagogias revolucionarão o papel dos educadores?***

Reformas dos programas de ensino têm sido feitas no mundo todo, derivadas dos novos desafios trazidos pela aceleração do progresso tecnológico, pelo impacto do digital, e pela crescente internacionalização da vida econômica e social. A evolução dos programas escolares não atende apenas à preocupação de melhor preparar os jovens para as profissões de amanhã, mas também de torná-los cidadãos lúcidos e ativos, aptos a enfrentar os principais desafios societários e promover um desenvolvimento sustentável.

A tendência de fundo, na França, na Europa e outras partes do mundo, é, em suma, definir o currículo em termos de competências, conhecimentos, cultura, atitudes e valores, dando ênfase às competências transversais tantas vezes preteridas pela tônica anteriormente dada aos saberes disciplinares. Inscreve-se nesta lógica, na França, a instauração de uma “base comum” do ensino obrigatório, redefinida em 2015, assim como a reforma em curso do *collège*<sup>14\*</sup>.

Numerosos estudos têm destacado o impacto decisivo do digital nos modos de aprendizado e de exposição ao conhecimento. O setor do ensino superior, por sua integração internacional, constitui um motor de desenvolvimento de novas pedagogias ancoradas nessas tecnologias. Entre essas, o desenvolvimento dos MOOC (*Massive Open Online Courses*) permitiu disponibilizar cursos on-line de universidades de prestígio com acesso livre e gratuito. Na França, a plataforma FUN (*France université numérique*), inaugurada em 2013, desfruta de um sucesso crescente. Encontra-se em curso, portanto, um movimento inédito de disponibilização de acesso ao conhecimento que, no entanto, ainda não se traduziu concretamente numa real democratização, uma vez que os MOOC beneficiam mais as classes abastadas que as populações desfavorecidas<sup>15</sup>.

14. \* A escolaridade é obrigatória na França até o fim do *primaire* (ensino primário). Já o *collège* equivale ao primeiro ciclo do ensino secundário (11-14 anos). (N. T.)

15. Hansen, John D.; Reich, Justin. “Democratizing Education? Examining Access and Usage Patterns in Massive Open Online Courses”. *Science*, vol. 350, nº 6265, 4 de dezembro de 2015, p. 1245-1248.

Essa democratização passa, naturalmente, pelo desenvolvimento precoce de competências digitais, por isso a urgência de se promover a inovação nas salas de aula de modo a aproveitar a crescente utilização das mídias sociais, dos recursos educativos livres e a implementação da aprendizagem e avaliação guiadas por dados científicos. No entanto, embora alguns especialistas tenham aventado a ideia de que o futuro e os avanços da educação estão estritamente ligados às evoluções tecnológicas – o que permite, no limite, prognosticar “o fim da sala de aula” – a importância do digital na escola deve ser relativizada.

Embora as tecnologias digitais tenham revolucionado profundamente o aprendizado fora da sala de aula, sua influência dentro da escola permanece bastante limitada. Não há dúvida de que as novas ferramentas (lousas digitais interativas, *tablets*, espaços digitais de trabalho) abrem possibilidades e melhoram a comunicação com os estudantes e as famílias. Essas ferramentas, contudo, ainda não revolucionaram as práticas pedagógicas no nível da escola obrigatória como já vêm ocorrendo no ensino superior. A OCDE apontava, assim, “a possível superestimação das competências digitais de docentes e estudantes, a ingenuidade na concepção e implementação de estratégias nessa área, a má compreensão da pedagogia ou a pífia qualidade global de softwares e tutoriais educativos<sup>16</sup>”.

Algumas importantes inovações, contudo, se destacam e mostram que o ensino superior tem inspirado, afinal, os educadores na escola: é o caso da chamada pedagogia invertida, que permite mais interatividade entre professores e alunos e entre os próprios alunos<sup>17</sup>, cada vez mais utilizada no *collège* e no *lycée*<sup>18</sup>. Um aspecto mais recente e menos conhecido do impacto das tecnologias da informação e da comunicação é a combinação de *big data* com as novas teorias e análises de aprendizado para determinar com mais eficácia a personalização dos percursos. Outros estudos mais recentes buscam definir, para além dos testes clássicos de inteligência, novos critérios de avaliação da diversidade dos talentos e potenciais. Em suma, ainda se espera a revolução

16. *Connectés pour apprendre? Les élèves et les nouvelles technologies*. Paris: OCDE, 2015.

17. Mœglin, Pierre. “L’enseignement supérieur au défi du numérique. MOOC: de l’importance d’un épiphénomène”. *Futuribles*, nº 398, janeiro-fevereiro de 2014, p. 5-23; Hansen, John D.; Reich, Justin, op. cit.

18. \* Segundo ciclo do ensino secundário, ou aos quatro últimos anos de escola – o equivalente, no Brasil, ao ensino médio. (15-18 anos). (N. T.)

digital na sala de aula, ao menos no que tange ao ensino obrigatório. Embora constitua uma poderosa ferramenta para o aprendizado, para seu acompanhamento ou sua medição, o digital deve ser posto a serviço de professores formados e competentes, sob estritas condições de adaptação contextual e inovação pedagógica.

## ***Tendências emergentes na França***

O surgimento de novos atores, a crescente complexidade do ato de educar dentro e fora da sala de aula e a emergência de novas formas de educação compartilhada estão, sem dúvida, entre as evoluções marcantes da escola francesa nesses últimos 20 anos. Distanciando-se de sua tradição de hermetismo a toda interferência externa e de valorização da uniformidade do serviço educacional, o ensino obrigatório na França iniciou um movimento irreversível em direção a uma parceria multiforme.

O ancoramento territorial constitui uma resposta ao esclerosamento da gestão centralizada, diante da massificação da educação, que tornou mais necessária uma coordenação local, em estreita proximidade com os atores. Isso passa por uma maior autonomia das equipes e escolas, com uma tutela administrativa central que assume a forma de uma contratação por resultados. No cerne desse movimento, a relação com as coletividades locais evoluiu significativamente. Prefeituras e conselhos regionais ou departamentais não se limitam mais a fornecer prédios e recursos materiais e têm investido progressivamente no campo dos conteúdos por meio da formulação de políticas educacionais locais. Essa evolução, no entanto, deve fundar-se num diálogo entre equipes pedagógicas que ainda pena para se estabelecer.

Dentro dessa mesma dinâmica de diálogo, esforços têm sido empreendidos pelas equipes no sentido de melhor acolher os pais e envolvê-los no acompanhamento educacional das crianças, atendendo a uma demanda da parte destes por vezes percebida, com ou sem razão, como uma intrusão. As famílias, em especial as abastadas, têm investido cada vez mais tempo e dinheiro na educação de seus filhos e, como resultado, a França se tornou o maior mercado europeu de apoio extracurricular à escola. Em contrapartida, os pais exigem um retorno desse investimento extras em termos de obtenção de um diplo-

ma e de inserção profissional, o que contribui para tensionar a relação com os educadores.

Segundo a OCDE, as despesas privadas com educação nos países-membros aumentaram 45% entre 2000 e 2011. Os atores do meio médico-social, por sua vez, também estão mais presentes nas escolas, quer fisicamente (auxiliares da vida escolar, notadamente), quer pela adoção de mecanismos de parceria visando ao bom desempenho educativo das crianças acompanhadas por fonoaudiólogo ou por um núcleo médico-psicológico. A conjugação dessas colaborações é portadora de um potencial extraordinário na medida em que aumenta as chances de as crianças expressarem seus talentos dentro e fora da escola. Entretanto, também influi fortemente na vida da escola e no exercício da profissão do educador, em proporções ainda não verdadeiramente conhecidas ou reconhecidas.

A coeducação, ao multiplicar o número de adultos e atores em torno da educação, em sala de aula e fora dela, também aumenta potencialmente a complexidade do ato de educar. A agenda de diretores pedagógicos e docentes tem reservado cada vez mais espaço para reuniões de coordenação e esforços de descompartmentação, às vezes em detrimento de suas tarefas principais. Pode parecer paradoxal apelar a um recentramento nos princípios fundamentais da pedagogia, num contexto em que os diversos atores na hierarquia da escola, incluindo diretores, coordenadores e professores nunca foram tão solicitados por seus parceiros fora da sala de aula.

## ***Educadores “destituídos” da primazia no processo educacional?***

O período recente tem sido marcado por uma participação mais efetiva das disciplinas científicas (neurociências cognitivas, cronobiologia...) na definição de novos métodos e instrumentos de aprendizagem. Embora essas novas abordagens não raro contribuam para comprovar cientificamente a eficácia de métodos pedagógicos até então adotados de forma intuitiva, a irrupção desses novos métodos ameaça “tornar obsoleta” a *expertise* pedagógica dos educadores.

Diante desse contexto em que o científico parece se sobrepor à experiência pedagógica, os educadores têm, surpreendentemente, apresentado pouca resistência até o momento. Além disso, como já dito mais acima, a transferência (ou repasse) da superação de eventuais dificuldades dentro da sala de aula para profissionais externos a ela (psicólogos, fonoaudiólogos etc.) seria um sinal de descompromisso, por parte dos educadores, ou de perda de confiança (em si próprios ou da família em relação a eles)? Numa época em que nunca foi tão forte a demanda social por uma educação de qualidade, a diminuição da prerrogativa dos educadores em diversos níveis do processo de ensino e aprendizagem suscita questionamentos e pode constituir um fator de desmotivação, ao desestimular a produção de um saber reflexivo por parte dos próprios educadores.

## ***A formação de adultos em busca de um novo fôlego***

A requalificação profissional tem potencial para se tornar uma alavanca capaz de atenuar os efeitos do desalento e da estigmatização dos desempregados, mas uma política efetiva nesse sentido ainda enfrenta muitos desafios. Na França, o sistema de formação de adultos, direta ou indiretamente organizado pelos poderes públicos, se distingue daqueles encontrados na maioria dos outros países europeus, que se dividem entre concepções liberais, em que o indivíduo é estimulado a construir sua própria estratégia de acesso aos saberes, e em sistemas fundados em maior participação de organizações profissionais e sindicais.

As recentes reformas da formação continuada (*Droit individuel à la formation* [Direito individual à formação], substituída pelo *Compte personnel de formation* [Conta pessoal de formação] – que procura combinar um direito individual à formação, baseado numa cota de horas para atividades de aperfeiçoamento, com uma complexa regulação administrativa – fazem pairar uma pesada ameaça sobre a perenidade do sistema de formação continuada francês. Este é marcado pelos efeitos de dispositivos razoavelmente adaptados às grandes empresas e profissões superiores, porém demasiado complexos para atender às necessidades das pequenas empresas e assalariados pouco qualificados. Já

a formação dos jovens em inserção e dos desempregados é fragmentada entre vários financiadores públicos e privados ou mistos, o que gera inúmeras disparidades em termos de acesso e eficácia. O sistema francês de formação de adultos parece estar perdendo o fôlego, sem delinear uma estratégia que lhe permita responder de forma equilibrada aos desafios sociais e econômicos com que se vê confrontado<sup>19</sup>.

Apesar da escalada do desemprego de massa, as dificuldades econômicas levaram a maioria dos Estados europeus a privilegiar a formação inicial. Essa opção não assumiu as mesmas formas em todo lugar, mas limitou o alcance das políticas de promoção social e profissional voltadas para adultos que fracassaram na escola ou exercem empregos menos qualificados (e com maior chance de desaparecer). Em 2013, o esforço na formação dos desempregados beneficiou 660.500 pessoas no continente. A aquisição de uma nova qualificação atinge, portanto, apenas 2% dos desempregados, sem que se possa distinguir as formações que de fato resultam na obtenção de um nível superior de qualificação daquelas que apenas contribuem para uma mobilidade horizontal.

Não se trata apenas de fixar metas ambiciosas de formação para essa população mais fragilizadas, mas também de dar um sinal forte às empresas parceiras por meio da exigência de qualidade e da pertinência dos cursos de qualificação oferecidos. O objetivo de um rápido retorno ao trabalho após formações (ou requalificações) breves revela-se uma ilusão na maioria dos casos – como é confirmado pela massificação do desemprego de longa duração e a crescente precarização de boa parte dos menos qualificados.

Além disso, os objetivos legítimos da formação continuada não bastam para transformá-la num instrumento de incremento da qualificação e competências da população ativa sintonizado com as mutações tecnológicas e organizacionais. O sistema de formação continuada se encontra, assim, na confluência entre um papel paliativo em relação ao sistema educacional e aos processos informais de formação propiciados pelo digital, e um papel motor no acompanhamento dos assalariados dispostos a progredir profissionalmente. Esta problemática é exacerbada pelo prolongamento do tempo de vida no trabalho e

---

19. Santelmann, Paul. "La formation continue en France. Pour une réforme à la hauteur des enjeux". *Futuribles*, nº 410, janeiro-fevereiro de 2016, p. 53-67.

pela necessidade de conter o declínio e o caso de muitos assalariados no meio da carreira e da vida ativa.

A simplificação dos dispositivos de formação continuada passa por um novo pacto de confiança entre os órgãos de formação, as empresas e as pessoas. Repensar uma estrutura administrativa marcada pela dispersão e segmentação dos espaços de decisão não é, porém, tarefa simples. ■

# A neurociência e o futuro da educação

Um outro jeito de aprender e ensinar

*JEAN-LUC BERTHIER<sup>1</sup>*

*Apoiando-se em alguns experimentos lançados na França, particularmente no âmbito das “cogni’classes”, Jean-Luc Berthier mostra neste artigo de que forma as pesquisas em neurociência, no que permitem melhor compreender as funcionalidades do cérebro, oferecem novas vias de aprendizagem e podem contribuir para a evolução dos métodos educativos.*

*O autor apresenta uma série de novas modalidades educativas que visam facilitar a memorização, captar melhor a atenção, diferenciar as práticas de acordo com o perfil do aluno etc. Descreve etapas necessárias para a elaboração de um projeto pedagógico fundado nas ciências cognitivas, a partir dos caminhos que têm sido experimentados. Expõe, por fim, as possibilidades oferecidas pelo recurso à inteligência artificial nas práticas educativas, com o propósito de ajudar o aprendizado dos estudantes e o trabalho dos professores, e não substituí-los.*

*Essas novas vias educativas são animadoras, mas requerem uma formação ad hoc das equipes docentes e a participação de todos os atores do sistema (educadores, alunos e gestores), o que não é pouca coisa! ■*

---

1. Antigo responsável pela formação dos quadros de direção da Éducation nationale, responsável pela organização Apprendre et former avec les sciences cognitives.

A validação científica dos mecanismos cognitivos da aprendizagem pelos pesquisadores conduz à implementação, em sala de aula, de novas ou renovadas modalidades que abrem a via para uma pedagogia do futuro. Quais são suas alavancas e perspectivas?

A performance do aluno não deve ser o único resultado a ser observado, mas sim a dinâmica entre todos os atores envolvidos: educadores, diretores, supervisores, outros profissionais da educação, famílias e, claro, os estudantes. As observações coletadas e analisadas por um grupo de pesquisadores com base em cerca de 500 “*cogniclasses*” realizadas na França, convergem no sentido de tentar entender quais dessas novidades e experimentos produzem resultados melhores para todos.

Conceito criado na França pela organização “Apprendre et former avec les sciences cognitives” [Aprender e educar com as ciências cognitivas], a *cogniclasse* se define como uma classe que experimenta modalidades pedagógicas inspiradas nas ciências cognitivas. São propostas cerca de 30 modalidades de aplicação, algumas delas brevemente citadas neste artigo. Para saber mais, consulte o site <http://sciences-cognitives.fr/>

## ***Mutação irreversível das profissões da educação?***

Uma das primeiras conclusões é que o aporte da neurociência cognitiva não poderá se concretizar em sala de aula sem que ocorra uma profunda mudança em todas as profissões da educação, a começar pela do próprio educador. Pois levar em consideração os conhecimentos sobre o funcionamento do cérebro (memorização, compreensão, participação ativa, atenção e inibição) coloca irreversivelmente em xeque a concepção que cada ator do sistema educacional tem sobre o modo como o aluno aprende e a forma como ele deve ser acompanhado e estimulado em seu processo de aprendizagem.

Já não se trata de apenas deixar-se guiar por intuições, algumas das quais se mostram justificadas *a posteriori* – pedagogia ativa, benefícios das técnicas de ativação da memória etc. –, mas de se amparar em dados validados pela indispensável metodologia científica da pesquisa fundamental. Não é mais aceitá-

vel se conformar com a defasagem existente entre o consenso sobre a eficácia de alguns mecanismos cognitivos para o aprendizado e as práticas pedagógicas correntes, defasagem esta que contribui para gerar dificuldades, senão desigualdade na escola. Quais mudanças são, então, esperadas?

■ **O educador torna-se um “pesquisador em ação” (ou um “pesquisador prático”).** Como a ciência não cessa de evoluir, é preciso aceitar que ela, a passos lentos, convida a uma evolução das práticas. Ocorre que é imenso o fosso entre as conclusões da pesquisa fundamental e seus desdobramentos pedagógicos. Afirmar, por exemplo, que a memorização é melhor quando o aluno se faz perguntas (a chamada memorização ativa) do que quando lê e relê suas anotações não basta para fornecer aos educadores as ferramentas adequadas para aplicar esta técnica da forma mais adequada. É preciso que eles concebam, se apropriem e testem técnicas que de fato comprovem sua eficácia. Há aí um longo caminho de tateamentos, que depende da disciplina, do conhecimento, das competências, até mesmo da idade, de cada educador. Essa atitude de “pesquisador em ação” é nova na profissão, e o direito ao erro faz parte dela. Para quem não se permitia hesitar ou cometer um engano diante dos alunos, a certeza não é mais de bom tom.



© Danielala / Shutterstock

■ **A introdução de novas práticas** (sala de aula invertida<sup>2</sup>, *écrivmurs*<sup>3</sup>, fichas de organização, sequências de memorização com percursos personalizados) **exige, para ser eficaz, uma dinâmica de equipe.** A evolução dos métodos de aprendizado hoje se faz coletivamente, ou fracassa. A várias mãos é que se constrói a credibilidade de novas modalidades junto aos alunos, aos colegas mais céticos, aos gestores dos estabelecimentos e aos pais.

■ **É exigida coerência entre todos os parceiros educacionais.** O aluno “veicu-

2. Na sala de aula invertida, os alunos elaboram o conteúdo em pequenos grupos, sem preparação prévia, a partir de elementos obtidos na internet ou de materiais fornecidos.

3. Mural disposto na sala de aula para realização de trabalho colaborativo em pequenos grupos. [*Écrivmur* = *écriture* ou *écrire* (escrita, escrever) + *murs* (paredes). N. T.]

la” o mesmo cérebro na escola e no estudo das diversas disciplinas, na vida familiar e em todo seu entorno. Tomemos como exemplo o sono. Todos os agentes do processo educacional deveriam saber do impacto de um sono suficiente e regular (ou da ausência dele) para a fixação na memória e a permanente reorganização dos conteúdos adquiridos. O mesmo se pode dizer em relação ao controle do pensamento, da atenção, do próprio corpo e de seus ritmos. Todas essas variáveis não podem estar circunscritas à “caixinha” sala de aula, e sim envolver todos os adultos que fazem parte do processo de aprendizado do jovem.

■ **É indispensável o concurso dos gestores educacionais (direção e supervisão).** Afinal, são eles que abrem a escola para as temáticas neurocientíficas e, assim, contribuem para criar as condições favoráveis para o êxito de qualquer iniciativa (acolhimento de especialistas, composição das equipes, definição das implicações e limites do projeto, assim como de sua continuidade de um ano para outros, redistribuição dos horários etc.). Detêm a chave de entrada e o poder de aceleração e difusão, de valorizar as iniciativas e identificar e superar os obstáculos.

Cada vez mais, os educadores depositam nos aportes das ciências cognitivas uma expectativa considerável. O sistema atual, satisfatório para formar os “melhores alunos”, é também um dos “melhores” para excluir os mais frágeis e, assim, gerar desigualdade escolar. Rotinas pedagógicas aplicadas a um corpo de alunos outrora composto essencialmente (ou principalmente) por crianças das classes favorecidas já não se adaptam ao vasto público estudantil de hoje (com o maior acesso ao sistema escolar em todo o mundo). Essa falta de sintonia com os novos tempos simplesmente não é mais aceitável. Explicam as ciências cognitivas:

■ **Compreender pressupõe conhecer:** palavras, conceitos (e seus sentidos), parâmetros, referências. Nem todos os alunos possuem a base cultural necessária para galgar os níveis de profundidade da compreensão. É preciso revisitar as técnicas de memorização e aquisição de longo prazo dos conteúdos-chave levando em conta questões como limite da sobrecarga cognitiva e span mnésico<sup>4</sup> ou lançando mão de recursos e estratégias como memóri-

4. Span mnésico é o número máximo de elementos independentes que a memória de trabalho consegue reter no curto prazo para a realização de uma tarefa.

zação ativa<sup>5</sup>, *feedback* imediato<sup>6</sup>, tessitura de vínculos, revisões em intervalos expandidos<sup>7</sup> e *spaced learning* (aprendizagem espaçada)<sup>8</sup>.

■ **A capacidade atencional é um dos preditores do bom desempenho na escola e na vida.** O que faz a escola para desenvolvê-la? Alunos e educadores conhecem seus mecanismos?

■ **Sabe-se aplicar a cada aluno conceitos como dificuldade desejável, zona ótima de aprendizagem<sup>9</sup>, ou as técnicas de diferenciação?** Oferecem-se soluções ao aluno com dificuldades, propondo-lhe um percurso personalizado de memorização, compreensão e realização das tarefas, que leve em conta sua história e base cultural, seus conhecimentos e sua velocidade de assimilação? Ferramentas de inteligência artificial com apoio nas ciências cognitivas começam a dar respostas para tais desafios.

## ***Evolução, porém, não é revolução.***

Não se deve esperar que o rendimento dos alunos dispare de forma equânime com a introdução das ciências cognitivas em sala de aula. Trata-se, com base nas competências individuais, de revisitar as práticas, ajustando-as, aprimorando-as, questionando-as. E, pouco a pouco, o edifício escolar em seu conjunto-sistema produzirá resultados. O que podemos dizer é que os primeiros sinais são portadores de esperança. Como elaborar um projeto pedagógico fundado nas ciências cognitivas?

Nossa equipe (do projeto de pesquisa “Apprendre et former avec les sciences cognitives”) acompanha cerca de 500 iniciativas de *cogni’classes*, cujo

---

5. Fazer-se uma pergunta é muito mais eficaz para a memorização de longo prazo do que simplesmente ler e reler.

6. A retificação de um erro ou de um mal-entendido é mais eficaz quando a resposta correta ocorre o mais próximo possível da pergunta.

7. Para consolidar um conteúdo na memória, é indispensável reativar esse conteúdo para ele ser adquirido no longo prazo, mas os intervalos entre as revisões podem ser cada vez mais espaçados. A revisão periódica não é a mais eficaz.

8. O cérebro aprende também quando não tem consciência de estar aprendendo: é benéfico espaçar as aprendizagens.

9. Ou zona de desenvolvimento proximal, como conceituada pelo psicólogo e pedagogo Lev Vygotski.

propósito é mobilizar pelo menos um (no ensino primário) ou vários (no secundário) professores em torno de diferentes caminhos pedagógicos relacionados a quatro eixos-chave: memorização, compreensão, atenção, participação.

O trabalho se desenvolve em quatro etapas:

## **1ª etapa: informação-sensibilização**

Qualquer projeto com esse objetivo não pode ser implementado sem a prévia aquisição por parte dos educadores de sólidos conhecimentos-chave sobre os mecanismos cognitivos do aprendizado. Evitar (ou banir) os neuromitos<sup>10</sup>, ter uma visão clara do funcionamento das memórias (semântica, procedural, episódica, de trabalho), das funções executivas que permitem tratar as informações (inibição, atenção, decisão, planejamento e estratégias, flexibilidade), da construção da compreensão e da atenção.

O primeiro passo é a aproximação-sensibilização-apropriação desses conhecimentos quer durante a formação dos professores (*Écoles supérieures du professorat et de l'éducation*<sup>11\*</sup>) quer durante uma formação continuada (*M@gistère*<sup>12\*\*</sup>, *FIL*<sup>13</sup>, incentivo à interformação no âmbito do estabelecimento formador<sup>14</sup>).

10. Neuromitos são algumas ideias oriundas de dados neurocientíficos que, porém, não passam de especulações e cabem sendo derrubadas posteriormente. (N. T.)

11. \*Curso superior que visa a formação de professores do ensino fundamental e médio, e orientadores educacionais. (N. T.)

12. \*\* Plataforma governamental que oferece cursos de formação à distância a todos os profissionais do magistério público francês. (N. T.)

13. As *formations d'initiative locale* (FIL) atendem a necessidades manifestadas e detectadas nas escolas e vêm apoiar as estratégias desenvolvidas no seio dos estabelecimentos (projeto digital, projetos educativos...).

14. O estabelecimento formador [cf. *établissement apprenant*] funda-se no conceito de que a formação continuada e a evolução das práticas são mais eficazes dentro do próprio estabelecimento, através de estágios internos, da transmissão de colega para colega.

## 2ª etapa: elaboração do projeto

Fundado em eixos validados pela ciência, o projeto é estruturado por uma equipe pedagógica em torno de objetivos operacionais. Diversas trilhas coerentes são implementadas ao longo do ano, com espírito de experimentação, mas com o cuidado de não fazer dos alunos cobaias. É preciso definir as condições adequadas de realização: organização do espaço (disposição da sala para atividades em grupo<sup>15</sup>, mobiliário apropriado, *écimurs*, locais de duplo ensino) e dos horários (reservados, por exemplo, para memorização, percursos diferenciados e tempo para discussão), mobilidade dos alunos, pedagogia invertida e uso de ferramentas digitais.

## 3ª etapa: implementação

A implementação é estruturada pela escolha muito precisa e coerente das estratégias e dos caminhos a serem seguidos. Por exemplo:

— Em que medida, e de que forma, desenvolver o (auto) controle do pensamento?  
→ Sessões de tranquilização, exercícios de observação, aula em cinco tempos<sup>16</sup>.

— Qual a organização da equipe no que tange às modalidades de avaliação? → Multitest<sup>17</sup> e avaliação diferida, mesclagem das formas de relembrar conteúdos, avaliação por contrato de confiança<sup>18</sup>.



© Syda Productions / Shutterstock

— Quais as estratégias comuns para que a memorização se torne uma atividade plena no tempo presencial? → Sequências de técnicas/exercícios com ou sem ferramentas digitais, testes de reativação, arguição em dupla, recapitulação dos pontos essenciais no final da aula.

15. Neste caso, os alunos trabalham em pequenos grupos cuja composição pode ser homogênea, com etapas individuais e coletivas, e seguindo um roteiro.

16. Desenvolvimento da aula incluindo várias aplicações preconizadas pelas ciências cognitivas: apreensão do conteúdo sem tomada de anotações (atenção), recuperação e correção, atividades de compreensão, aplicação (transferência) e memorização dos principais pontos estudados.

17. Reativação planejada de conteúdos memorizados através do método dos testes.

18. APCC ou avaliação por contrato de confiança, técnica de avaliação e preparação para a avaliação desenvolvido por André Antibí. [EPCC, évaluation par contrat de confiance]

## 4ª etapa: coleta das observações e regulação

O educador prático-pesquisador observa muito atentamente os efeitos das práticas sobre os alunos. Institui indicadores pertinentes relativos à retenção do conteúdo, à motivação e à participação, assim como à aquisição dos automatismos indispensáveis para liberar a memória de trabalho a fim de otimizar o tratamento da informação e a reflexão. O ideal seria equipes de especialistas externas coletarem e analisarem esses dados. É urgente estabelecer entre pesquisadores e educadores pontes que permitam construir uma “ciência aplicada da educação” (defendida por Elena Pasquinelli). Tal é a proposta de nossa equipe, e de organizações como a plataforma Lea.fr, que inclui uma editora (Nathan) e uma equipe de pesquisadores (LaPsyDé<sup>19</sup>). Esses resultados são preciosos tanto para as equipes de terreno como para os responsáveis institucionais e de pesquisa.

## As estratégias de participação mais praticadas Em torno da memória

- Seleção dos conceitos e métodos essenciais que permitam ao aluno construir uma base sólida e acurada de conteúdos-chave para conseguir galgar os níveis de complexidade, de acordo com os objetivos definidos. O cérebro do aluno é quantitativamente restrito num tempo de exposição e aquisição determinado. A experiência mostra que é preferível aprender menos, mas melhor. Cabe aos educadores indicar os pontos essenciais sobre os quais irão se construir as estratégias de compreensão, consolidação, treinamento.
- Criação de suportes e planificação das revisões para fixar os rastros mnemônicos: fichas de memorização<sup>20</sup>, cadernos de reativação, *flash cards* (pergunta e resposta não aparecendo em simultâneo) para softwares de memorização com percursos personalizados; e instituição de um calendário de revisões expandidas por meio de *multitesting*.

19. Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (CNRS, Centre national de la recherche scientifique).

20. Documento em papel trazendo conteúdos-chave, apresentado em duas colunas, com as perguntas à esquerda, as respostas à direita. O aluno esconde a resposta, faz-se a pergunta e confere, segundo o princípio da memorização ativa.

- Introdução de sequências de memorização em sala de aula. Por que deixar como tarefa de casa esse ato-chave do aprendizado, sendo que muitos alunos se omitem ou não sabem efetuar-lo de forma eficaz?
- Prática de testes, os quais já não são vistos como modalidades de avaliação, mas como técnicas de memorização.

## *Em torno da compreensão*

- Utilização de fichas mentais, que identificam os elementos de um sistema ou problemática e os organizam com base em uma articulação lógica e hierárquica.
- Conhecimento preciso do vocabulário e do sentido dos conceitos manejados, o qual é determinante para uma boa compreensão.
- Explicitação, “oralização” por parte do aluno.

## *Em torno da atenção*

- Conscientização, tranquilização e controle do desenvolvimento do pensamento: técnicas derivadas da *mindfulness*<sup>21</sup>, que podem se desdobrar em diferentes formas, do “calmo e atento como uma rã”<sup>22</sup> aos exercícios de respiração e meditação de atenção plena.
- Cruzamento da psicologia do aluno com a pedagogia e o funcionamento do cérebro para melhor explorar a aprendizagem e o desenvolvimento dos jovens (LaPsyDé).
- Técnicas que ajudam os alunos a prestar mais atenção à própria atenção

---

21. Ou meditação de atenção plena. Atenção plena é o processo psicológico que consiste em focar a atenção em experiências vividas no momento presente, podendo ser desenvolvida pela prática da meditação e por outras técnicas.

22. \* No original: *Calme et attentif comme une grenouille*, referência ao livro de meditação para crianças de Eline Snel (Paris: Les Arènes, 2012). (N. T.)

(programa ATOLE [l'Attention à l'école], desenvolvido por Jean-Philippe Lachaux).

- Sequências e jogos voltados para o aprimoramento da atenção seletiva: rigor de um desenvolvimento matemático (Mathador), observação de um esquema científico, respeito às regras gramaticais etc.

## *Em torno da participação ativa*

- Técnicas de aprendizado em grupo com aplicação de regras simples como roteiro, personalização dos papéis, alternância de grupos heterogêneos e homogêneos, sequenciamento das etapas de trabalho individual e coletivo dentro do grupo, objetivando o desenvolvimento das competências psicossociais (saber ouvir, respeitar, se expressar, produzir no coletivo).
- Sala de aula invertida, em que um grupo de alunos trabalha em modo pesquisa-produção sobre um tema não tratado pelo professor. Ocorre assim uma inversão de papéis entre educador e aluno. Essa técnica pode ser praticada por alunos de todos os níveis.
- Tutoria aluno-aluno: o que mais aprende não sendo aquele que se imagina!

## *Conscientizar os alunos em relação a sua própria cognição*

- Unanimidade entre os educadores: os jovens adoram saber como eles mesmos aprendem, memorizam e esquecem, como se desenvolve a atenção e a inibição, por que o memorizar é subjacente ao compreender, por que o cérebro não pode transferir impunemente seu lastro para memórias externas, quais são os mecanismos do sono ou da adição?
- Quando o aluno conhece mais sobre sua própria cognição, ele se torna senhor de sua metacognição, adere às novas modalidades propostas pelos educadores e aprende a aprender. Torna-se paulatinamente responsável e autônomo em sua postura de estudante.

## Inteligência artificial: expectativa fundada ou efeito adesão?

As funcionalidades oferecidas pelas ferramentas da inteligência artificial para a aprendizagem são revolucionárias? Não, a maioria já é conhecida desde muito tempo. O atual estágio de pesquisa e desenvolvimento é antes sua articulação com vistas à elaboração de planos de ensino pedagogicamente pertinentes, que ultrapassem os limites do educador para, por exemplo, diferenciar os percursos, multiplicar as oportunidades de interatividade, testar uma classe em poucos minutos, acompanhar passo a passo cada aluno em tempo real.

Irá a máquina substituir-se ao educador e tornar-se o tutor inteligente ideal? Certamente que não. A inteligência artificial é um recurso necessário, mas não suficiente. O educador conserva o poder de observação, de comunicação sutil adaptada a cada aluno, para encontrar as palavras compreensivas e/ou exigentes que definem a qualidade do pedagogo. Máquina alguma é capaz de substituir essa relação humana. Quando máquina e humano atuam em total complementariedade, os resultados são comprovados.

O que propõem as *startups* candidatas ao mercado instaurado pelo Ministério da Educação Nacional (dispositivo *Partenariat d'innovation et intelligence artificielle*)? Basicamente, relações estudante-máquina assentadas em argumentos validados pelas ciências cognitivas:

### ■ Percursos de aprendizagem personalizados e automatizados.

Graças ao armazenamento de informações coletadas pelo histórico de tentativas/erros de cada aluno, sua reatividade e velocidade de aprendizagem, softwares que otimizam o percurso individualizando a revisão, o número e

nível de dificuldade de cada atividade, a recapitulação para consolidação. A progressão resulta de cálculos estatísticos baseados em algoritmos comprovados que permitem elaborar percursos otimizados a partir de uma base de milhares de exercícios. Estamos no cerne da diferenciação pedagógica.



© TierneyMJ / Shutterstock

- **O aluno é levado a formular hipóteses**, conceber procedimentos exploratórios (princípio do cérebro bayesiano ou estatístico), raciocinar e se confrontar com o erro (tratado como algo positivo) para superá-lo.
- **Automatização e sentido se constroem concomitantemente**. Tal é o princípio de uma aprendizagem que conjuga os processos de memorização e compreensão, com ambos se alimentando mutuamente. Recursos de consolidação asseguram a transformação dos conhecimentos adquiridos em procedimentos, liberando assim a memória de trabalho para melhorar a reflexão e a resolução das tarefas.
- **Um motor de recomendação atua como um tutor**, armazenando e analisando as respostas e reações do aluno.
- **Sistemas de reconhecimento de escrita e de transcrição fala-escrita** permitem que a tela faça as vezes de caderno digital. Isso dá aos mais pequenos a possibilidade de aprenderem a escrita e se beneficiarem com conselhos orais personalizados e de interagirem com a máquina.
- **A interatividade é uma função-chave**, que atende à regra do *feedback* imediato para dirimir mal-entendidos, definir contornos semânticos e corrigir os erros.
- **Um diálogo personalizado (princípio do *chatbot*)** pode se estabelecer entre máquina e aluno.
- **O educador dispõe de um quadro de bordo (*dashboard*)** sobre a progressão de cada aluno atualizado em tempo real, como também de parâmetros sobre o conjunto do grupo. Ele pode assim ser aconselhado na elaboração do planejamento das próximas aulas.

\* \* \*

A introdução da neurociência cognitiva em sala de aula atende a um múltiplo objetivo: reposicionar o aluno na construção de seus saberes, suas competências e seu saber/conhecimento, desenvolvendo-se como cidadão adaptado ao mundo de amanhã. Reduzir a dificuldade e a desigualdade escolares. Pro-

mover novas posturas entre os educadores, alterando práticas ultrapassadas – passando, por exemplo, do face-a-face para o lado-a-lado.

Reconsiderar o papel (e a função) do erro, tanto para os alunos como para os educadores. Permitir que os jovens sejam coautores das pesquisas sobre neurociência cognitiva por experimentação, em complementariedade com os pesquisadores. Integrar os quadros de direção e supervisão em um novo modelo de gestão e acompanhamento que possibilite a abertura para as pedagogias do futuro. Estimular que todos os os atores do processo formativo se apropriem dos conhecimentos-chave do funcionamento do cérebro e atuem em coesão. ■

# Inteligência artificial: oportunidades e riscos

ANDRÉ-YVES PORTNOFF E JEAN-FRANÇOIS SOUPIZET<sup>1</sup>

*A inteligência artificial (IA) tem merecido uma atenção sem precedentes devido a um salto para frente ocorrido nos últimos anos pelo efeito combinado de quatro fatores: o avanço das comunicações, que permite transmitir enormes volumes de informação e todas as formas de expressão em escala planetária à velocidade da luz, a aumento exponencial da potência de cálculo (medido em trilhões de operações por segundo) de processadores, a explosão dos dados disponíveis on-line e o progresso dos algoritmos de aprendizado.*

*Emerge, assim, todo um novo ecossistema, escrevem André-Yves Portnoff e Jean-François Soupizet. Alguns especialistas, defensores da “singularidade tecnológica”, chegam a acreditar que a IA assumirá o controle do planeta, afirmação firmemente contestada pelos autores, os quais destacam a necessidade de se repensar a repartição dos papéis entre homens e máquinas, assim como a relação entre ambos. Além disso, eles observam que a difusão da IA entre as empresas não se encontra assim tão adiantada; pois implica em profundas mudanças nas formas de organização, de gestão... uma revolução cultural que não acompanha o ritmo das novas tecnologias!*

*Já quando se referem aos atores envolvidos, destacam o conflito que opõe os novos entrantes (os gigantes da internet americanos e chineses) às empresas tradicionais, e também aos Estados, cuja soberania se vê seriamente abalada. Estes, porém, talvez*

---

1. André-Yves Portnoff é diretor do Observatório da Revolução da Inteligência da Futuribles, consultor em prospectiva e gestão da mudança, membro do comitê de redação da *Futuribles* e conselheiro científico da *Futuribles International*. Jean-François Soupizet, ex-funcionário da Comissão Europeia, é consultor em desenvolvimento internacional e estratégias digitais, e conselheiro científico da *Futuribles International*. Ambos realizaram uma pesquisa sobre o tema para a associação *Futuribles International*, que resultou em uma *Análise prospectiva* intitulada “Intelligence artificielle, vers un basculement du monde?”, lançada no final do verão de 2018, que forneceu subsídios para o presente artigo.

*descubram futuramente na IA meios para articular um novo poder, seja para melhor ou para pior...*

*Neste artigo, Portnoff e Soupizet se arriscam a esboçar alguns futuros possíveis, não propriamente cenários, mas modelos contrastados: o do “pan-óptico digital privatizado”, marcado pela supremacia dos gigantes do digital; o do “pan-óptico digital estatizado”, ilustrado pela colisão de interesses entre os gigantes da informática e o poder político chinês; o do “longo prazista esclarecido”; e o “das criminalidades digitais”. Ao fazer isso, demonstram uma vez mais o quanto as tecnologias são facas de dois gumes e quão importante é nossa responsabilidade no momento de fazer escolhas que influirão no futuro por muito tempo. ■*

**A** inteligência artificial (IA) corresponde a um antigo sonho da humanidade. A criação de seres vivos artificiais já era evocada por Homero; dos patos de Vaucanson às ficções mais recentes, a ideia atravessou os séculos. Mas somente nos anos do pós-guerra é que Alan Turing formula seus princípios teóricos, seguido por Marvin Minsky, o qual define a IA como “a construção de programas informáticos que efetuam tarefas até o momento realizadas mais satisfatoriamente por seres humanos”. Escolhido em 1956, o termo denota uma visão antropomórfica que se presta facilmente à atribuição de vontade e intenções a ferramentas; desperta tanto temores como expectativas, por vezes pouco razoáveis, que obscurecem os debates acerca de um fenômeno cuja capacidade de gerar rupturas se torna cada vez mais evidente.

## **Quatro motores cruciais da IA**

Em sua forma teórica, a IA é um campo da ciência que permaneceu relativamente na sombra durante décadas; enquanto tecnologia é que, mais recentemente, irrompeu à luz do dia. A IA tem ganhado terreno no ecossistema digital a partir do momento em que um patamar crítico de desenvolvimento e difusão foi alcançado por quatro ramos cruciais do tratamento da informação: a multiplicação das redes possibilitada pelo avanço das comunicações, a potência de cálculo dos processadores, os meios de coleta e armazenagem que permitem dispor de dados de todo tipo em grande escala (*big data*) e os

algoritmos capazes de analisar esses dados por meio de métodos de aprendizagem (*deep learning*).

## ***A teia das comunicações se estende ao planeta***

No final do século 20, o sistema tradicional das telecomunicações era celebrado pela União Internacional das Telecomunicações (UIT, agência da ONU especializada em tecnologias de informação e comunicação) como sendo a maior construção humana. De lá para cá, a internet tornou essa visão obsoleta. As redes de comunicação digital interligam a maioria dos habitantes do planeta e a quase totalidade dos dispositivos eletrônicos; transportam vozes, música, imagens fixas ou móveis, documentos e instruções em tempo real, integrando todas as demais mídias – nisso que chamamos de “unimídia”<sup>2</sup> – e tanto permitem a comunicação entre dois indivíduos como possibilitam a qualquer pessoa acesso a uma audiência quase ilimitada. Em 1980, o telefone fixo contava 311 milhões de assinantes, chegou a 1.261 bilhão em 2006 e baixou para um bilhão em 2016<sup>3</sup>, retornando ao nível de 2001, ano em que fora ultrapassado pelo telefone móvel. Desde então, a telefonia móvel não parou de crescer e, em 2016, havia 7.509 bilhões de números em operação no planeta<sup>4</sup>.

Já o percentual de usuários de internet, que só se tornou disponível para os particulares em 1989, passou, em 28 anos, de 0,05 % da população para 45,8 % em 2016. As redes sociais se impuseram com 1,9 bilhões de assinantes no Facebook e 300 milhões no Twitter em 2016, e nos dez últimos anos, a *blockchain*, protocolo de transmissão, afirma oferecer revolucionárias condições de segurança.

A expressão humana sob todas as suas formas se transmite atualmente à velocidade da luz, mas a mesma rede física e virtual que veicula mensagens, projetos, sonhos e confidências pessoais também registra e guarda sua memória, como conserva a de nossas pesquisas e consultas, interesses e preocupações.

2. Portnoff, André-Yves; Dalloz, Xavier. “Les promesses de l’unimédia”. *Futuribles*, nº 191, outubro de 1994, p. 11-36.

3. Assinaturas de telefonia fixa, dados do Banco Mundial. Disponível em: <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/IT.MLT.MAIN>. Acesso: 30 jul. 2018.

4. Assinaturas de telefonia móvel, dados do Banco Mundial. Disponível em: <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/IT.CEL.SETS>. Acesso: 30 jul. 2018.

## A potência de cálculo

A potência de cálculo vem crescendo de forma contínua desde os anos 1960. As sucessivas ondas de inovações foram todas recebidas como progressos: os computadores reduziram seu tamanho até o ponto de caberem na palma da mão, fizeram-se cada vez mais rápidos e potentes; uma potência que tem sido cada vez melhor explorada por softwares e aplicativos. Essa evolução está relacionada à da integração dos circuitos e à capacidade de cálculo, geralmente medida em FLOPS (*FLoating-point Operations Per Second*). A potência de cálculo segue, grosso modo, a lei formulada por Moore em 1965<sup>5</sup> – uma previsão em parte autorrealizadora que anunciava a duplicação, a cada dois anos, do número de transístores dos microprocessadores. Depois que, em 1964, a marca de 1 milhão de operações por segundo (megaFLOPS) foi ultrapassada pelo supercomputador americano “Control Data 6600”, essa capacidade passou, com o “Roadrunner”<sup>6</sup>, para um trilhão de operações por segundo (petaFLOPS)<sup>7</sup> em 2008. No momento, China e Estados Unidos empreendem uma corrida rumo ao exaFLOPS por volta de 2019–2021<sup>8</sup>. A mais longo prazo, a revolução do cálculo quântico<sup>9</sup> poderá assumir o bastão.

## A explosão dos dados disponíveis

Paralelamente, a quantidade de dados digitais disponíveis na rede mundial explodiu com a popularização dos computadores e dispositivos conectados a ela. O funcionamento das infraestruturas públicas e privadas, nossas atividades individuais, coletivas, nossa presença na internet e, notadamente, nas redes sociais, produzem muito mais dados do que aqueles que informamos vo-

5. O que Gordon E. Moore, cofundador da Intel, formulava assim era tanto uma constatação quanto um objetivo para a companhia, envolvendo investimentos que distanciavam seus concorrentes.

6. Fonte: *Wikipédia*. Disponível em: <https://fr.wikipedia.org/wiki/FLOPS>. Acesso: 30 jul. 2018.

7. Giga:  $10^9$ ; tera:  $10^{12}$ ; peta:  $10^{15}$ ; zeta:  $10^{21}$ .

8. Wang, Brian. “New Supercomputers and the ExaFLOP Race”. *NextBigFuture*, 8 de janeiro de 2018. Disponível em: <https://www.nextbigfuture.com/2018/01/new-supercomputers-and-the-exaflop-race.html>. Acesso: 30 jul. 2018.

9. Forestier, Florian. “Les grandes manœuvres de l’informatique quantique”. *Futuribles*, nº 421, novembro-dezembro de 2017, p. 44–46.

luntariamente. A Internet das Coisas<sup>10</sup>, que inclui todos os objetos conectados à rede que nos cercam, produzirá, coletará e transferirá cada vez mais dados, potencializando as aplicações de IA, especialmente nos *smartphones*. Estão anunciados para 2025<sup>11</sup> 163 zettabytes armazenados, e o ritmo dessa acumulação vem se acelerando: multiplicou-se por oito na última década.

## Os algoritmos de aprendizado

Uma indústria tem se desenvolvido em torno dessa matéria-prima abundante que são os dados de massa (ou *big data*)<sup>12</sup>, uma vez que sabemos hoje como obter mais valor ao analisá-los. Algoritmos, com efeito, permitem entender os os dados e interpretá-los buscando correlações ou regularidades; também têm explorado com renovada eficácia as técnicas estatísticas e o cálculo das probabilidades.

A novidade mais marcante vem dos sistemas de aprendizagem – *machine learning* nos anos 1980, e *deep learning*<sup>13</sup> por volta de 2010 –, redes neurais profundas, programas informáticos organizados em camadas interligadas por comunicações sinápticas, inspirados na organização do cérebro humano. Essas redes têm a capacidade de aprender sozinhas a partir de grandes quantidades de exemplos. Assim é que uma máquina alimentada por uma massa de imagens de gatos elabora um conceito de “gato” e reconhece esses animais nas imagens que lhe são apresentadas. Essas tecnologias já permitiram avanços consideráveis em matéria de reconhecimento de imagens e sons e possibilitam atualmente que máquinas se comuniquem com os humanos em linguagem natural. E isso é apenas uma amostra de seu potencial.

10. Greengard, Samuel. *The Internet of Things*. Cambridge, Mass.: MIT (Massachusetts Institute of Technology) Press, 2015.

11. Para dar uma ordem de grandeza, o volume de dados da Bibliothèque de France está avaliado em 14 terabytes, e os dados armazenados em 2025 seriam de 100 bilhões de vezes mais.

12. Mayer-Schönberger, Viktor; Cukier, Kenneth. *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Nova York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013. (Tradução francesa: *Big Data. La révolution des données est en marche*. Paris: Robert Laffont, 2014). [No Brasil: *Big Data – Como extrair volume, variedade, velocidade e valor da avalanche de informação*. Trad. de Paulo Polzonoff]unior. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2013. (N. T.)]

13. Forestier, Florian. “*Deep Learning: les dessous d'une technologie de rupture*”. *Analyse prospective*, nº 183, 23 de outubro de 2015, Futuribles International. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/document/deep-learning-les-dessous-dune-technologie-de-rupt/>. Acesso: 30 jul. 2018.

## **A inteligência artificial: pedra angular de um ecossistema**

Por volta de 2011, os avanços em três dessas áreas promissoras da IA entraram em ressonância, ocasionando um salto em suas capacidades, como observa Serge Soudoplatoff<sup>14</sup>. As redes neurais “convolucionais”, bem mais evoluídas que as anteriores, tornaram-se operacionais. Elas são ávidas consumidoras de potência de cálculo, mas a chegada de processadores gráficos reduziu os custos e aumentou exponencialmente sua capacidade de cálculo. E imensas bases de dados corretamente registrados tornaram-se disponíveis, permitindo uma aprendizagem mais precisa. Nesse contexto, romperam-se os grilhões que ainda confinavam a IA e limitavam suas ambições. Difundindo-se transversalmente em todos os setores, a IA torna-se a pedra angular de um novo ecossistema. Este ganha, com ela, uma coerência que tem os atributos da complexidade: denso e envolvente, beneficia-se de um fenômeno de retroalimentação positiva.

Jean-Gabriel Ganascia<sup>15</sup> identifica cinco séries de funções cognitivas que a IA procura preencher. Funções receptivas permitem extrair informações de imagens, palavras, textos ou mensagens em formato digital. Funções de memorização abrem caminho para a representação dos conhecimentos e sua extração por meio da aprendizagem. Imitações do raciocínio dão acesso à inferência e ao *feedback*. Funções expressivas permitem comunicar em linguagem natural, por IHM (interface homem-máquina) ou ainda por meio de interfaces biológicas conectando computador e cérebro ou sistema nervoso. A IA engloba, por fim, funções executivas, exploráveis para dotar as máquinas de autonomia de ação ou movimento a fim de, por exemplo, ajudar nas decisões humanas e no planejamento das tarefas. Esse conjunto de faculdades inscreve a IA na linha das grandes revoluções técnicas com potencial para exercer impacto decisivo nas sociedades humanas<sup>16</sup>.

14. Soudoplatoff, Serge. *L'Intelligence artificielle: l'expertise partout accessible à tous*. Paris: Fondation pour l'innovation politique, fevereiro de 2018, 60 p. Disponível em: [http://www.fondapol.org/wpcontent/uploads/2018/02/122-SOUODOPLATOF\\_2018-02-16\\_web.pdf](http://www.fondapol.org/wpcontent/uploads/2018/02/122-SOUODOPLATOF_2018-02-16_web.pdf). Acesso: 30 jul. 2018.

15. Programador e filósofo, presidente do COMETS (Comité d'éthique du Centre national de la recherche scientifique, CNRS).

16. Portnoff, André-Yves. “L'intelligence artificielle, une révolution de la société?”. *Note de veille*, 6 de março de 2018, Futuribles International. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/article/intelligence-artificielle-une-revolution-de-la-so/>. Acesso: 30 jul. 2018.

## Perspectivas e armadilhas

Ainda assim, seria presunção afirmar que inexitem limitações técnicas e que a passagem da IA fraca para a IA forte é mera questão de escala de complexidade. A inteligência artificial vai se tornar forte e, em breve, superar a dos humanos, martela o discurso da “singularidade tecnológica<sup>17</sup>” propalado, notadamente, por Ray Kurzweil, diretor de projetos da Google. Essa IA forte irá assumir o controle do planeta a não ser que o homem aumentado, novo super-homem, venha nos salvar. Insiste Jean-Gabriel Ganascia, contudo, que essa singularidade não passa de uma “fábula” sem qualquer fundamento científico<sup>18</sup>. E aponta, em contrapartida, dois problemas: a IA não explica (ainda) as causalidades, e não há como a coleta e tratamento dos *data* serem objetivos.

Lembra o prospectivista americano Eric Topol que a IA não tem, até o momento, “a menor capacidade de explicar as causas daquilo que observa<sup>19</sup>”. Enquanto reitera Jean-Gabriel Ganascia: a aprendizagem profunda (*deep learning*) detecta somente correlações, e existe um “conhecimento implícito oculto na formulação dos dados que utilizamos, ou seja, dogmas que nós, por nosso lado, introduzimos nas máquinas”. Isso vai de encontro à afirmação de Chris Anderson, para quem, na era do petabyte, “a correlação será suficiente” e poderemos “analisar os dados sem emitir hipóteses sobre o que eles vão produzir<sup>20</sup>”.

Não sendo objetiva, a IA não tira a responsabilidade do ser humano de tomar decisões. A exploração dos dados requer modelizações e, portanto, hipóteses. Nozha Boujemaa<sup>21</sup> recomenda maior transparência na definição e utilização

17. Ganascia, Jean-Gabriel. *Le Mythe de la singularité. Faut-il craindre l'intelligence artificielle?* Paris: Seuil (Science ouverte), 2017 (resenhado in *Futuribles*, nº 420, setembro-outubro 2017, p. 134-136 [N.R.]).

18. “L'intelligence artificielle, les raisons d'espérer et de craindre”. Entrevista a Hugues de Jouvenel. *Futuribles International*, 18 de setembro de 2017. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/document/lintelligence-artificielle-les-raisons-desperer-et/>. Acesso: 31 jul. 2018.

19. Steinhubl, Steven R.; McGovern, Patrick; Dylan, Jesse; Topol, Eric J. “The Digitised Clinical Trial”. *The Lancet*, vol. 390, nº 10 108, 11 de novembro de 2017, p. 2135. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32741-1/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32741-1/abstract). Acesso: 31 jul. 2018.

20. Anderson, Chris. “The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete”. *Wired*, 23 de junho de 2008. Disponível em: <https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>. Acesso: 31 jul. 2018.

21. Diretora de pesquisa do INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique), diretora da DataIA; em depoimento colhido durante um workshop de reflexão sobre a IA promovido pela *Futuribles International*, 11 de abril de 2018.

de algoritmos, que devem ser não somente identificáveis (em relação a sua origem e funcionamento) mas também auditáveis. Pois “uma sociedade algorítmica não pode ser uma sociedade de caixas pretas”, insiste o relatório da Missão Villani<sup>22</sup>, observando que algoritmos podem induzir uma normalização dos comportamentos: é necessário “abrir as caixas pretas, mas também refletir previamente sobre questões éticas passíveis de serem levantadas pelos algoritmos”.

## Quais as aplicações possíveis?

Como toda inovação, as aplicações de IA se difundem em função do interesse percebido para consolidar serviços já existentes ou criar novos. Assim, das interfaces vocais de nossos telefones aos assistentes eletrônicos, os territórios da IA já abarcam a maior parte das atividades humanas. Podemos arrolar desde já os serviços bancários, com as *fintech* (startups que buscam inovar e otimizar serviços do sistema financeiro), os meios de transporte, com destaque para os revolucionários veículos autônomos, a distribuição de bens e serviços, pressionada a se reinventar para conter o “*retail apocalypse*” em função do comércio on-line turbinado pelo *marketing* dirigido, a saúde, com as promessas de uma medicina preditiva, investigando as oportunidades e riscos da exploração dos “dados da vida real”<sup>23</sup>. É preciso citar, além disso, as cidades inteligentes e o movimento de “*smartização*” delas<sup>24</sup>; a defesa, com os conflitos entre países se deslocando para o campo da informação e da comunicação; sem descartar o desencadeamento de catástrofes tecnológicas; a proliferação de robôs cada vez mais autônomos; ou ainda as transformações da indústria face aos

22. Villani, Cédric (relator). *Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne*. Paris: relatório ao Primeiro-ministro, março de 2018. Disponível em: [http://www.ladocumentationfrancaise.fr/docfra/rapport\\_telechargement/var/storage/rapports-publics/184000159.pdf](http://www.ladocumentationfrancaise.fr/docfra/rapport_telechargement/var/storage/rapports-publics/184000159.pdf). Acesso: 31 jul. 2018.

23. Dados da vida real ou *Real-World Data* (RWD). Ver Gavini, François. “RWD/RWE [Real-World Evidence]: Potential and Limits in Health Care”, comunicação na seção “RWE / Health Economics and Outcomes Research (HEOR): l’impact sur la chaîne de valeur pharmaceutique de la R&D au marketing” do Forum SAS Life Sciences. Paris, 5 de junho de 2018. Disponível em: [https://www.sas.com/content/dam/SAS/fr\\_fr/doc/sff/presentations-2018/life-science/roche-gavini-donnees-vie-reelle-potentiel-limitations-dans-domain-sante.pdf](https://www.sas.com/content/dam/SAS/fr_fr/doc/sff/presentations-2018/life-science/roche-gavini-donnees-vie-reelle-potentiel-limitations-dans-domain-sante.pdf). Acesso: 31 jul. 2018.

24. Soupizet, Jean-François. “Quelle intelligence pour quelle ville?”. *Analyse prospective*, nº 185, 9 de dezembro de 2015, Futuribles International. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/document/quelle-intelligence-pour-quelle-ville/>; e entrevista a Hugues de Jouvenel, 9 de dezembro de 2015. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/document/quelle-intelligence-pour-quelle-ville-2/>. Acessos: 31 jul. 2018.

desafios da chamada fábrica do futuro ou 4.0<sup>25</sup>. Naturalmente, as aplicações da IA azeitam os motores chaves de seu próprio desenvolvimento, em especial as telecomunicações que, depois de passarem do analógico para o digital, têm experimentado novas mutações, como explicava em junho último Mérouane Debbah, da Huawei<sup>26</sup>: todos os operadores vêm trabalhando no sentido de tornar as redes autodidatas, capazes de se aprimorar permanentemente<sup>27</sup>.

Mais inesperada, a exploração de IA por uma *startup* holandesa com o SAS Institute permite analisar em tempo real a performance de um jogador de futebol para fins de formação e antecipação<sup>28</sup>. Ou ainda, novidade mundial, o trabalho de Maxime Legris no *Institut de l'élevage*<sup>29</sup> irá aumentar o conforto das cabras durante a ordenha. Esse inventário à Prévert<sup>30</sup> mostra que a quase totalidade dos setores será afetada. Como uma política pública industrial implica em escolhas, a missão coordenada por Cédric Villani “recomenda priorizar quatro setores estratégicos: saúde, transportes-mobilidades, meio ambiente, defesa-segurança<sup>31</sup>”.

## Modelos econômicos e inovações organizacionais

A IA tem transformado os esquemas da comunicação, em especial o da publicidade on-line, que hoje pode ser finamente direcionada a cada internauta/

25. Ver Portnoff, André-Yves. “Comment produirons-nous demain? Les entreprises au défi des innovations techniques et socio-organisationnelles”; e Kohler, Dorothee; Weisz, JeanDaniel. “Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale”. *Futuribles*, nº 409, novembro-dezembro de 2015, p. 19-39; e nº 424, maio-junho de 2018, p. 47-68, respectivamente.

26. Debbah, Mérouane. “The Elev[AI]tor Interview”. AI Paris 2018, 11-12 de junho de 2018. Disponível em: <https://aiparis.fr/2018/docs/aip18-elaivator-itv-merouane-debbah.pdf>. Acesso: 31 jul. 2018.

27. Cf. o grupo de pesquisa Experiential Networked Intelligence Industry Specification Group (ENI ISG).

28. Brouwer, Giels. “Dutch Sports Analytics Company Scisports Uses Emerging Tech to Innovate on the Pitch”. SciSports. Disponível em: [https://www.sas.com/en\\_us/customers/scisports.html](https://www.sas.com/en_us/customers/scisports.html). Acesso: 31 jul. 2018.

29. Legris, Maxime *et alii*. “Approche par modélisation appliquée aux cinétiques d'éjection du lait: description des conditions de traite en tant que facteurs de risque des infections de la mamelle”. 23es Journées Rencontres Recherches Ruminants, dezembro de 2016. Disponível em: [http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte\\_4\\_\\_Sante\\_\\_M-Legris.pdf](http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_4__Sante__M-Legris.pdf). Acesso: 31 jul. 2018.

30. \* No original: *inventaire à la Prévert*, expressão derivada do conhecido poema de Jacques Prévert, “Inventaire” (Paroles, 1946), em que são listados uma série de objetos sem qualquer relação aparente entre si. (N. T.)

31. *Op. cit.*, p. 47.

consumidor graças aos dados coletados sobre cada um de nós. Google, Amazon e Facebook detêm o monopólio desse novo tipo de propaganda. Assim, 87 % do faturamento<sup>32</sup> da Google em 2017 corresponde aos US\$ 95 bilhões obtidos através de publicidade on-line, num mercado mundial avaliado em US\$ 228,44 bilhões (+ 19 % em relação a 2016)<sup>33</sup>, sendo US\$ 88 bilhões apenas nos EUA em 2017, o dobro de quatro anos atrás<sup>34</sup>.

Esse sucesso, fundado na “cauda longa” cara a Chris Anderson<sup>35</sup>, e a inversão da regra do 80/20, ilustram a necessidade, para todos os atores, de questionar seus modelos econômicos e suas organizações. É vital criar meios de vigilância e capacidade de antecipação que façam com que a agilidade seja algo mais que um slogan. A preocupação em inovar se impõe de forma permanente, o que implica em direito ao erro no lançamento, cada vez mais frequente, de soluções *beta* imperfeitas. O contexto é perturbado pela velocidade das trocas eletrônicas, que altera igualmente a temporalidade do mundo real e aumenta a exigência de imediatez: queremos “tudo, já, em todo lugar, e sob medida”, como confirma um estudo da Salesforce que ressalta, além disto, a expectativa por propostas inovadoras<sup>36</sup>. Os modelos precisam levar particularmente em conta a economia dita de gratuidade, a lei dos rendimentos crescentes e o desenvolvimento das plataformas.

---

32. “Publicité: la ‘position écrasante’ de Google et Facebook scrutée par l’Autorité de la concurrence”. Agência France Presse / *Le Point*, 6 de março de 2018. Disponível em: [http://www.lepoint.fr/high-techinternet/publicite-en-ligne-la-position-ecrasante-de-google-et-facebook-examinee-06-03-2018-2200122\\_47.php](http://www.lepoint.fr/high-techinternet/publicite-en-ligne-la-position-ecrasante-de-google-et-facebook-examinee-06-03-2018-2200122_47.php). Acesso: 31 jul. 2018.

33. “Worldwide Ad Spending: eMarketer’s Updated Estimates and Forecast for 2016-2021”. *eMarketer Report*, 13 de outubro de 2017. Disponível em: <https://www.emarketer.com/Report/Worldwide-Ad-Spending-eMarketers-Updated-Estimates-Forecast-20162021/2002145>. Acesso: 31 jul. 2018.

34. Jaimes, Nicolas. “Le chiffre d’affaires de la publicité en ligne aux États-Unis”. *Journal du Net*, 11 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.journaldunet.com/ebusiness/publicite/1125258-etats-unischiffre-d-affaires-de-la-publicite-en-ligne/>. Acesso: 31 jul. 2018.

35. Os bons resultados da Google, Amazon, e-Bay são obtidos pelo somatório de milhões de vendas relativamente pequenas. Ver Anderson, Chris. *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. Nova York: Hyperion, 2006. (Tradução francesa: *La Longue traîne*. Paris: Pearson, 2007). [No Brasil: *A cauda longa: do mercado de massa para o mercado de nicho*. Tradução: C. Yamagami; A.C. Serra. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2015. (N. T.)]

36. *State of the Connected Customer*. Salesforce. Disponível em: <https://www.salesforce.com/form/pdf/state-of-the-connected-customer.jsp>. Acesso: 31 jul. 2018.

## Os novos entrantes chineses e americanos dominam a cena

Assistimos ao desenrolar dos enfrentamentos suscitados pela revolução digital entre grandes empresas ou grupos tradicionais e os novos entrantes. Sendo estes últimos, notadamente, os gigantes da internet – GAFAMITIS (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, IBM, Twitter, Intel e Salesforce), NATU (Netflix, Airbnb, Tesla e Uber) nos Estados Unidos, e BATX (Baidu, Alibaba, Tencent e Xiaomi) na China – que conquistaram posições dominantes impondo seus modelos, suas normas, quando não padrões privados, favorecidos pelos efeitos escada ou de rede e injunções da interoperabilidade. Vários dentre eles implementaram estratégias de conquista da centralidade, uma posição essencial nas economias de rede.

Tal posição permite aos gigantes digitais norte-americanos e/ou asiáticos desafiar os atores tradicionais: conhecem seus clientes melhor do que eles próprios, uma vez que os acompanham em todas as áreas da vida cotidiana, explorando dados coletados em todo momento. Um relatório do Échangeur BNP Paribas descreve de que modo tanto Amazon como Alibaba, por força de contínuas aquisições de *startups* e abertura de novas filiais, conferem uma identidade digital aos seus clientes e acompanham seus deslocamentos desde suas residências inteligentes, observam suas compras, tratam de sua saúde, dos seus seguros e pagamentos<sup>37</sup>.

A força ascendente desses novos entrantes parece ser irrefreável e desafia a capacidade de arbitragem da maioria dos Estados nacionais. Os atores tradicionais se dividem entre estratégias próprias e alianças com os intrusos, como ilustra o setor do veículo autônomo. Mas os grandes grupos tradicionais e outros atores, não necessariamente oriundos do mundo digital, também podem, desde que inovando, explorar as novas condições do jogo.

É assim que a Toyota trata de aproveitar o veículo captador de dados para, por sua vez, firmar uma posição central nas áreas da vida cotidiana visadas pelos gigantes da tecnologia. A Porsch colabora com a Huawei para que a IA de um *smartphone* seja o que basta para transformar seu modelo *Panamera* num veí-

---

37. *Commerce Reloaded 2018*, relatório anual sobre as tendências do comércio. Échangeur BNP Paribas, março de 2018. Disponível em: <https://www.echangeur.fr/replay-conference-commercereloaded-2018/>. Acesso: 31 jul. 2018.

culo autônomo<sup>38</sup>. Grupos industriais como General Electric ou Michelin optaram por vender serviços aos seus clientes, além dos produtos, cujo funcionamento é otimizado graças aos objetos conectados à rede e à nuvem (cloud)<sup>39</sup>. Assistimos, assim, à emergência de novos modelos econômicos, construídos em torno do conhecimento do cliente, porém expostos à sua versatilidade.

## Quais os avanços nas performances da IA?

A evolução do cenário econômico por decorrência da IA irá depender tanto do incremento de suas performances quanto da difusão de suas aplicações onde forem vistas como tecnicamente possíveis, economicamente pertinentes e socialmente aceitáveis, senão desejáveis.

Os desenvolvedores dessa nova tecnologia, para avançar nas performances, apostarão na quantidade de dados captáveis, atentando menos para sua precisão e coerência? Abandonarão a pesquisa das causalidades, apostando tudo nas correlações? Qual o papel do Estado em apoiar pesquisas que busquem entender melhor os algoritmos de aprendizagem e compreender os mecanismos cognitivos em ação? Contornar a experiência da causalidade científica revelou-se eficaz para a tradução, por exemplo, mas não é algo que possa ser generalizado sem risco de empobrecimento<sup>40</sup>. A abordagem via IA será decerto tão mais fecunda quanto irá suscitar “novas sinergias” entre homens e máquinas para “enriquecer nossa capacidade individual e coletiva de explorar o campo dos possíveis”<sup>41</sup>.

38. Hodouin, Mathilde. “Voiture autonome: Huawei présente la Porsche pilotée par *smartphone*”. *LesFurets.com*, 25 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.lesfurets.com/assurance-auto/actualites/voiture-autonome-huawei-porsche-pilotee-smartphone>. Acesso: 31 jul. 2018.

39. Daugherty, Paul et alii. *Driving Unconventional Growth through the Industrial Internet of Things*. Accenture Technology, 2015. Disponível em: [https://www.accenture.com/us-en/\\_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Driving-Unconventional-Growth-through-IIoT.pdf](https://www.accenture.com/us-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Driving-Unconventional-Growth-through-IIoT.pdf). Acesso: 31 jul. 2018.

40. Ver as observações de Eric Topol e Jean-Gabriel Ganascia in Lucas, Jacques; Uzan, Serge (Orgs.). *Médecins et patients dans le monde des data, des algorithmes et de l'intelligence artificielle. Analyses et recommandations du Cnom*. Paris: Conseil national de l'ordre des médecins (Cnom), jan 2018, 72 p. Disponível em: [https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/edition/odógt/cnomdata\\_algorithmes\\_ia\\_o.pdf](https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/edition/odógt/cnomdata_algorithmes_ia_o.pdf). Acesso: 31 jul. 2018. (resenhado in *Futuribles*, nº 425, julho-agosto 2018, p. 53-58).

41. Lorenzo Cascioni, chefe do setor de planejamento e estratégia da Chancelaria Federal da Suíça, in Gauthier, Thomas. *La Prospective en Suisse romande*. Autopublicação no site Lulu.com, 2017.

Avanço da performance e difusão das aplicações interagem entre si: as performances da IA irão dar saltos graças a aplicações que a combinem com outras técnicas. A *blockchain* descentralizadora e a IA centralizadora poderão fecundar uma à outra e redundar em organizações com inteligência descentralizada, prevê Francesco Corea<sup>42</sup>. Simon Richir e Bernard Taravel<sup>43</sup> anunciam convergências entre a IA e a realidade virtual, a competirem em breve com os assistentes pessoais materiais. Um estudo da Ericsson neste mesmo sentido está resumido no título: “Graças à IA e à realidade virtual, o *smartphone* poderá substituir a loja física dentro de alguns anos.”<sup>44</sup>

## Qual a difusão das aplicações da IA nas empresas?

A difusão das aplicações de IA vai depender, para além de sua pertinência nas diferentes profissões, da visão, dos valores e da cultura dos tomadores de decisão, uma vez que questiona o lugar do humano na organização da empresa e implica em arbitragens sobre a repartição de seus virtuais benefícios. Essa difusão, contudo, não faz mais que começar. No outono de 2017, o Boston Consulting Group (BCG)<sup>45</sup> e o Massachusetts Institute of Technology (MIT)<sup>46</sup> constataram, com base numa amostragem de 300 grandes empresas, que apenas uma em cada cinco fazia “amplo” uso da IA, e raras eram as que tinham implementado uma estratégia *ad hoc*.

---

42. Corea, Francesco. “The Convergence of AI and Blockchain: What’s the Deal?”. *Medium*, 1º de dezembro de 2017. Disponível em: [https://medium.com/@Francesco\\_AI/the-convergence-of-ai-andblockchain-whats-the-deal-60c618e3acc](https://medium.com/@Francesco_AI/the-convergence-of-ai-andblockchain-whats-the-deal-60c618e3acc). Acesso: 31 jul. 2018.

43. Respectivamente: diretor do Instituto Laval arts et métiers sur la réalité virtuelle, e fundador deste instituto.

44. Artigo publicado em *ITRNews*, 12 de maio de 2018. Disponível em: <https://itrnews.com/articles/174463/gracea-lia-et-la-vr-le-smartphone-pourrait-remplacer-le-magasin-physique-dans-quelques-annees.html>. Acesso: 31 jul. 2018.

45. Gerbert, Philipp *et alii*. “Is Your Business Ready for Artificial Intelligence?”. BCG, 6 de setembro de 2017. Disponível em: <https://www.bcg.com/fr-fr/publications/2017/strategy-technology-digital-is-your-business-ready-artificial-intelligence.aspx>. Acesso: 31 jul. 2018.

46. Ransbotham, Sam *et alii*. “Reshaping Business with Artificial Intelligence: Closing the Gap between Ambition and Action”. *MIT Sloan Management Review*, outono de 2017. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/projects/reshaping-business-with-artificial-intelligence/>. Acesso: 31 jul. 2018.

Inúmeros estudos vão nessa mesma direção. O SAS Institute<sup>47</sup> calcula que, na Europa, “a adoção da IA ainda está engatinhando, quando não em estágio de projeto”. Isso é corroborado pelo IDC e pela TCS<sup>48</sup>, que destacam o parco número de empresas que investiu significativamente nessa área em 2017, com uma relativa vantagem dos países nórdicos e Reino Unido em relação à França e Alemanha. O mesmo estudo revela que é comum equipes afirmarem que sua empresa já faz uso da IA, apesar de seus próprios DSI (diretores dos sistemas de informação) declararem o contrário. Isso denota a frequente inexistência de uma estratégia que coordene as aplicações da IA. Pesquisa encomendada pela Fujitsu no mundo corporativo<sup>49</sup> alertou para o fenômeno apelidado de *shadow IT* (utilização de ferramentas, soluções e/ou sistemas instalados diretamente por seus usuários, sem o conhecimento do departamento de TI). Para três em cada quatro responsáveis interrogados, essa seria “a única forma de uma parte da empresa conseguir inovar”. Mas, embora essas iniciativas quase clandestinas possam se revelar fecundas, a falta de ações coordenadas reduz consideravelmente seus benefícios<sup>50</sup> e dificulta sua difusão nas organizações.

Para além da dificuldade cultural, observada por Mérouanne Debbah, em “fazer com que especialistas em AI e especialistas de campo trabalhem em estreita colaboração<sup>51</sup>”, a divisão vertical em silos das organizações, que impede a construção de uma visão global e as colaborações transversais, revela-se em todos os setores<sup>52</sup> como um dos principais entraves à exploração da IA. A introdução da IA é ensejo, inclusive nas grandes administrações, para demonstrar

47. “La part entre le *buzz* et la réalité dans les entreprises”. SAS, 26 de outubro de 2017. Disponível em: [https://www.sas.com/fr\\_fr/news/press-releases/france/2017/octobre/intelligence-artificielle-enquete-sas-entre-buzz-et-realite-entreprises.html](https://www.sas.com/fr_fr/news/press-releases/france/2017/octobre/intelligence-artificielle-enquete-sas-entre-buzz-et-realite-entreprises.html). Acesso: 31 jul. 2018.

48. “Les entreprises françaises sont-elles prêtes pour la révolution IA?”. Tata Consultancy Services (TCS) e IDC, março de 2018. Disponível em: <https://www.etude-intelligence-artificielle-tcs.com>. Acesso: 31 jul. 2018.

49. “Faute de réussir leur transformation digitale, les entreprises perdent en moyenne 555 000 euros à chaque échec de projet”. Fujitsu, 30 de outubro de 2017. Disponível em: <http://www.fujitsu.com/fr/about/resources/news/press-releases/2017/fr-170718-cp-pact.html>. Acesso: 31 jul. 2018.

50. Ver *Turning AI into Concrete Value: The Successful Implementers' Toolkit*. Capgemini Digital Transformation Institute, 2018. Disponível em: <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/01/turning-ai-into-concrete-value.pdf>. Acesso: 31 jul. 2018.

51. Debbah, Mérouane, *op. cit.*

52. Inclusive no da saúde. Ver Portnoff, André-Yves. “Santé et intelligence artificielle. À propos du rapport du Conseil de l'ordre des médecins sur l'impact de la diffusion du numérique sur la pratique de la médecine”. *Futuribles*, nº 425, julho-agosto de 2018, p. 53-60.

a nocividade dessas divisões internas. Ocorre que somente as diretorias gerais podem questionar os silos e a cultura que os acompanha.

Assim Markus Schmidt, antigo diretor da Bosch, ressalta a responsabilidade das equipes dirigentes, que não podem se contentar em falar sobre a indústria 4.0: precisam agir como empreendedores, assumindo riscos e investindo muito mais tempo em estimular e motivar suas equipes. O professor Raymond Riess (Friburgo) sintetiza essa ideia quando recomenda passar do conceito 4.0 para o de 4.1, reconhecendo o lugar essencial dos fatores humanos<sup>53</sup>. O êxito da transição digital e a valorização da IA dependem, portanto, na maior parte dos casos, de uma efetiva inovação organizacional e cultural.

Caso essas condições de eficácia continuem sendo amplamente ignoradas ou rejeitadas, a IA acarretará a subordinação dos atores tradicionais aos novos entrantes, com o declínio e a queda de inúmeras empresas nos próximos anos. Não se trata de uma fatalidade, uma vez que cada ator ainda dispõe, por algum tempo, de margens consideráveis de manobra para valorizar seus ativos, notadamente humanos e relacionais. Quantas grandes empresas e administrações, porém, saberão conduzir a tempo as inovações organizacionais e relacionais necessárias?

## ***Relações a serem reinventadas entre o homem e a máquina***

Com a transferência de funções cognitivas cada vez mais sofisticadas, a relação entre o homem e a máquina evolui. O cérebro humano tem plasticidade; amolda-se tanto por atividades próprias como por interações com o mundo externo, dando origem a uma competência humana. Como a automação tende a destruir saberes-fazeres, esse fenômeno poderá se acentuar, trazendo em si uma ameaça de desqualificação. Além disso, poderá dificultar a simbiose homem-máquina na execução de tarefas complexas. Assim, como um piloto que entrega seu avião a um sistema automático tem dificuldade de reassumir, em poucos segundos, o controle da aeronave em uma situação de emergência

53. Riess, Raymond. "Usine 4.0 / 4.1. Opportunité de renforcement de la valeur ajoutée globale", apresentado na 3e Semaine de la valeur. Haute École de Gestion de Friburgo, 6-9 de novembro de 2017. Disponível em: <http://www.valueweek.ch/wp-content/uploads/Présentation/RRiess.pdf>. Acesso: 31 jul. 2018.

cujos sinais precursores ele não percebeu fisicamente, por falta de experiência ou de atenção.<sup>54</sup>

Não há nisso nenhuma novidade, mas desta feita são milhões de seres humanos arriscados a serem escanteados pelas máquinas. Sem contar a percepção do mundo e dos outros por intermédio das telas, que leva diversas pessoas a perderem o sentido de realidade nos campos profissional e social. A banalização de relações com máquinas que simulam emoções, a multiplicação de robôs humanoides, notadamente na prestação de cuidados, pode turvar mais ainda a percepção daquilo que é intrinsecamente humano. Essas evoluções requerem novas iniciativas, organizacionais, pedagógicas ou outras, no sentido de se reinventar uma complementaridade entre homem e máquina.

## ***Estados entre desafios e tentações***

A exploração de imensos volumes de dados e as supostas capacidades preditivas da IA configuram sociedades em que os indivíduos, além de terem suas vidas devassadas (com seu próprio consentimento, ainda que com maior ou menor grau de consciência), se tornam também previsíveis. Será tentador, para poderes públicos agindo em nome do bem comum, desenvolver mecanismos incitativos, e a seguir prescritivos, senão normativos, que reduzam o livre arbítrio na vida cotidiana e cidadã, resvalando dos conselhos norteadores para as prescrições autoritárias. Também serão fortes as tentações de ceder ao “solucionismo tecnológico”, notadamente na gestão de recursos raros como energia, educação, segurança ou ordem pública, sem falar nos desvios autoritários de regimes que começam a utilizar essas tecnologias como instrumentos de poder. Disso decorre a importância dos alertas contra as pretensões de objetividade de alguns defensores da IA, relatados no início deste texto. Também por essa razão ocorrem as reações de alguns intelectuais<sup>55</sup> e políticos contra as ideologias transhumanistas, senão neonazistas, fortes no Silicon Valley (Cali-

54. Carr, Nicholas. *Remplacer l'humain. Critique de l'automatisation de la société*. Paris: L'Échappée, 2017 (resenhado in *Futuribles*, nº 423, março-abril de 2018, p. 123-124). [Título original: *The Glass Cage: Automation and Us*, 2014. Não encontrei edição brasileira (N. T.)]

55. Ver a reação do professor Guy Vallancien no relatório do Cnom: “Et l'homme créera le monstre!”. In: Lucas, Jacques; Uzan, Serge (Orgs.), op. cit., p. 64-65.

fórnia, EUA), que combinam contrassensos científicos com desconhecimento do humano<sup>56</sup>.

Por fim, os cidadãos dos países democráticos descobrem, ao mesmo tempo, os desvios do digital e os limites da proteção do Estado-nação. Os gigantes da internet driblam as regulamentações nacionais e internacionais que garantiam os equilíbrios em matéria de concorrência, sistema fiscal, proteção dos trabalhadores, dos consumidores, dos cidadãos. No âmbito internacional, Estados Unidos e China dão as cartas, disputando entre si a hegemonia mundial. A China fez da IA um instrumento de poder geopolítico. Vários Estados democráticos deram início recentemente a reflexões sobre novas legislações. Assistiremos a um retorno dos poderes públicos para pôr termo à exceção digital<sup>57</sup>, prontos para assumir seu papel de árbitros entre os atores e protetores dos cidadãos vulneráveis? Isso passará também por negociações internacionais envolvendo confrontos sobre os dados e localização dos atores, as quais, na falta de acordos, poderiam levar, inclusive, a uma balcanização digital do mundo.

## ***Imaginar futuros possíveis para iluminar a ação***

Para entender melhor as consequências vislumbráveis da IA nas próximas duas décadas, propomos focar em um número limitado de equilíbrios moventes que a IA coloca em questão:

■ **O primeiro diz respeito à viabilidade e perenidade das organizações humanas.** Estas, para subsistirem no médio-longo prazo, precisam convencer as principais partes de seus ecossistemas recíprocos de que agregam valor suficiente a cada uma delas, pelo seu ponto de vista<sup>58</sup>. Entram em pauta aqui tanto a coesão das organizações como sua capacidade de se projetar no futuro e se inscrever numa visão de longo prazo – fatores chaves de sua perenidade.

56. Cf. resenha de Pierre Papon do livro de Jacques Testart e Agnès Rousseaux, *Au péril de l'humain. Les promesses suicidaires des transhumanistes* (Paris: Seuil [Science ouverte], 2018). *Futuribles*, nº 425, julho-agosto de 2018, p. 59-60.

57. Soupizet, Jean-François. "Numérique: le réveil de l'Union européenne". *Futuribles*, nº 425, julho-agosto de 2018, p. 111-113.

58. Portnoff, André-Yves. "La révolution de l'immatériel". *Futuribles*, nº 421, novembro-dezembro de 2017, p. 19-34.

■ **O segundo equilíbrio vincula-se à estrutura das redes cada vez mais espalhadas e generalizadas e aos efeitos antagônicos que elas induzem**<sup>59</sup>. Tais efeitos podem ser explorados para a manutenção da diversidade dos atores e territórios, e favorecem os “pequenos” caso estes saibam aproveitar as facilidades de alianças e sinergias trazidas pela internet. Esses mesmos efeitos de rede facilitam, porém, a emergência de atores dominantes, o surgimento de monopólios e a destruição da diversidade. As mobilizações dos cidadãos, alianças entre pequenas empresas ou pequenas cidades e a participação dos poderes públicos serão fatores determinantes dos equilíbrios que irão se constituir.

■ **Um terceiro conjunto de equilíbrios antagônicos** confronta várias tendências fortes antigas; esquematicamente falando, a lei do mais forte, fundada numa visão que reduz o mundo a uma selva, opõe-se a uma ética de respeito pelo outro num Estado em que vigora o império da lei. Que capacidade terão os Estados de direito em geral para cumprir seu papel de guardiões do interesse comum, notadamente no que tange ao equilíbrio entre bens comuns e bens privados, de um lado, e aquele que prevalece em matéria de concorrência, limitando o direito do mais forte por meio de leis e regulamentos inspirados numa ética de respeito pelo outro e numa visão da complexidade, ou seja, das interações que impõem uma solidariedade de fato?

■ **Um componente externo**, por fim, vincula-se ao contexto internacional, marcado por um aumento dos conflitos capaz de colocar em xeque a internet tal como hoje a conhecemos. Para simplificar, fiquemos com duas hipóteses: a de um mundo “global” em que a conflitualidade permanece contida, e a internet, universalmente acessível; e a de um mundo balcanizado em grandes regiões, com zonas fora de controle, em que a segurança se torna a principal prioridade.

## ***Cinco modelos em competição***

A atuação dos atores, de um lado, e os equilíbrios anteriormente mencionados, conduzem a cinco modelos com coexistência antagônica e fronteiras muitas vezes porosas.

59. Portnoff, André-Yves. *Le Pari de l'intelligence / Betting on Intelligence*. Paris: Futuribles (Perspectives), 2004, capítulo 2.

■ **O modelo ultrafinanceiro.** No modelo atualmente dominante, os detentores clássicos do capital desconhecem ou menosprezam as expectativas das demais partes interessadas. Ao fim de alguns anos, isso culmina em destruições de valor para todos, inclusive acionistas e empresas<sup>60</sup>. A manutenção de um nível elevado de dividendos drena o investimento necessário para reinventar o modelo de negócios face aos atores digitais e suas plataformas<sup>61</sup>. A IA é utilizada principalmente para reduzir custos imediatos e empregos assalariados, em uma nova versão do taylorismo digital, a “*taylorique*<sup>62\*</sup>” já denunciada por François Dalle<sup>63</sup> há mais de 30 anos. Formam-se classes de trabalhadores pobres e precários, inclusive nos países mais ricos. Cresce o sofrimento e o número de acidentes no trabalho. Sentimentos de indignação alimentam a emergência de populismos xenófobos, racistas, neofascistas. A IA é mobilizada em nome da segurança, mesmo em regimes democráticos, e desvios autoritários acabam aceitos por opiniões públicas amedrontadas. Isso favorece o quarto modelo, descrito a seguir.

Na França, as joias preciosas da pesquisa em IA e as mais dinâmicas *startups*, negligenciadas ou dificultadas pelos grandes grupos nacionais, são absorvidas pela concorrência internacional<sup>64</sup>. A Europa passa a depender cada vez mais das plataformas americanas e chinesas.

Qual a durabilidade de semelhante modelo? Empresas que investem no longo prazo por motivos éticos, ou por desejo de poder, como as GAFAs ou grupos ambiciosos como Samsung, vão se revelar mais competitivas<sup>65</sup> e destruir, no final,

60. Isso é igualmente demonstrado pelos estudos McKinsey, que confirmam as pesquisas de Capgemini/MIT sobre a relação entre rentabilidade do digital e organização, governança. Ver Portnoff, André-Yves. “Entreprises: l’avenir sacrifié...”. *Futuribles*, nº 419, julho-agosto de 2017, p. 83-86.

61. É o que sucedeu com a Sears Canada em outubro de 2017.

62. \* Neologismo formado pela junção de *taylorisme* e *informatique*. Cf. Dalloz, Xavier; Portnoff, André-Yves. “La prolifération numérique: ressorts et impacts. Repères pour années chien”. *Futuribles*, nº 266, julho-agosto de 2001. (N. T.)

63. Dalle, François; Bounine, Jean. *Pour développer l’emploi. Rapport à Monsieur le ministre des Affaires sociales et de l’Emploi*. Paris: Masson, 1987.e

64. Portnoff, André-Yves. “Le joaillier fou...”. Association du Manifeste pour l’industrie, 3 de maio de 2018. Disponível em: <http://manifestepourlindustrie.org/le-joaillier-fou-ou-lhistoire-dun-pays-qui-savait-attirer-les-groupes-etrangeurs-mais-qui-ne-savait-pas-promouvoir-linnovation-de-ses-petites-entreprises/>. Acesso: 31 jul. 2018.

65. Portnoff, André-Yves. “Entreprises: l’avenir sacrifié...”, *op. cit.*

a maioria das grandes empresas ocidentais que sobreviverem no curto prazo. Essas destruições serão mais preocupantes para a Europa, pobre em expoentes digitais, do que para os Estados Unidos, sustentados por seus GAFA.

■ **O “pan-óptico”<sup>66</sup> digital privatizado.** Esse modelo prolonga e acentua tendências já em ação. Os gigantes da tecnologia americanos e chineses, atuais ou futuros, assumem posições de monopólio na economia da informação e se impõem em diversas outras áreas, graças ao efeito de rede e ao imenso poder de influência obtido com o domínio da nuvem, do *big data* e dos algoritmos, caixas deliberadamente pretas. Sua centralidade e estratégia de predação lhes garantem um poder econômico igualmente vasto, que suplanta boa parte das empresas tradicionais. Com a cumplicidade de uma elite, a classe dita criativa, manipulam assim todos os demais atores, cidadãos-consumidores. Pela proximidade e qualidade dos serviços que oferecem, conseguem anestesiá-los o suficiente para apaziguá-los, minimizando a exploração dos dados praticada até torná-la aceitável. Os Estados se veem divididos entre fragilidades nacionais a pretexto da competitividade e segurança, sua própria dependência em relação aos atores dominantes e sua incapacidade em conduzir negociações internacionais a bom termo. Revelam-se inaptos para produzir e fazer respeitar uma autêntica legislação, para desempenhar seu papel de árbitro entre os atores e de protetor dos cidadãos.

Os gigantes da tecnologia podem visar, finalmente, a instauração de um poder superior ao dos Estados, com a apropriação de todos os “comuns”, inclusive espaços públicos. É o que sugere Jean-Gabriel Ganascia em sua análise do discurso transhumanista. Esse modelo neofeudal de privatização generalizada do mundo pode se perenizar, se os novos senhores do mundo tiverem a sabedoria das máfias italianas: explorar e empobrecer as vítimas enquanto as mantêm em sobrevida para que continuem a enriquecê-los. Qual será o saldo, porém, do inevitável enfrentamento entre longo prazistas leais e manipuladores? Além disso, desvios sectários mesclando transhumanismo, eugenia, senão criacionismo, podem assumir uma amplitude tal que acabem reduzindo a criatividade, ou seja, a capacidade de inovação e, finalmente, a competitividade de seus promotores.

66. Pan-óptico é um tipo de construção carcerária proposto pelo filósofo utilitarista Jeremy Bentham e seu irmão, Samuel Bentham, no final do século 18. Desde uma torre central, um guarda supostamente observa todos os presos ou trabalhadores, trancados em celas individuais dispostas em volta da torre, sem que aqueles possam saber se estão de fato sendo vigiados.

■ **O “pan-óptico” digital estatizado.** Outra tendência tem vindo à luz, a de um “pan-óptico” estatizado, projeto de longo prazo de governantes autoritários para consolidar seu poder explorando em proveito próprio, interna e externamente, os recursos digitais de controle, influência, enganação das opiniões públicas e, por fim, aniquilamento das oposições. Esse modelo pode progredir num mundo balcanizado, com variações segundo as zonas geográficas. Seu desenvolvimento é facilitado pelo desalento das populações diante de democracias impotentes em oferecer respostas ao desemprego, em garantir a segurança, ou minadas pela corrupção. Essa evolução vai no sentido de uma usurpação do estado de direito e do domínio público por uma classe dominante, conforme exemplo do Partido Comunista Chinês. No longo prazo, esse modelo pode revelar-se pouco viável e destruidor de recursos econômicos, naturais e humanos; pode, contudo, perpetuar-se durante anos, como na falecida URSS e na China atual. O estreito laço entre os BATX e a classe dirigente política chinesa pode levar a compromissos duradouros que combinem totalitarismo no país e abertura para o exterior.

■ **O modelo longo prazista equilibrado.** No contexto de um Estado que assume seu papel de árbitro, algumas sociedades, por virtude ou realismo, respeitam suas partes interessadas e o meio ambiente. Isso inclui tanto empresas de capital paciente (Costco) – não raro familiares (Mars) ou individuais, por vezes não cotadas (SAS Institute) – como atores do universo digital “sensatos”. O respeito das diversidades<sup>67</sup> e da liberdade de expressão, ponto forte, alimenta a criatividade e a inovação permanente, motores desse modelo. Uma classe criativa se desenvolve em harmonia com uma massa de trabalhadores majoritariamente respeitados e, por isso mesmo, motivados, que enriquecem a inteligência coletiva com sua experiência prática. A pesquisa construiu algoritmos mais transparentes e inteligíveis. As aplicações da IA progridem no sentido de aliviar e orientar os operadores humanos, permitindo que criem mais valor. Constituem um auxílio precioso na vida cotidiana do homem, que tem assim um melhor domínio das máquinas que o cercam. Nossos instrumentos portáteis ou domóticos ainda são concebidos

67. Portnoff, André-Yves. “Diversité, créativité et compétitivité”. *Note de veille*, 19 de outubro de 2017, Futuribles International. Disponível em: <https://www.futuribles.com/fr/article/diversite-creativite-et-competitivite/>. Acesso: 31 jul. 2018.

para tratar nossos dados pessoais localmente e não na nuvem (*cloud*)<sup>68</sup>. Os territórios também compreenderam a importância de se dominar os dados e tratam a integração do digital não como um problema técnico a ser delegado à filial de algum gigante do setor, mas como uma organização da vida e das trocas entre seus habitantes e o mundo.

Esse cenário pressupõe mais competência digital, visão e independência em relação às políticas, às evoluções da governança das empresas, aos Estados e às instâncias internacionais. Mas ainda costumamos a vislumbrar suas premissas. Se os cidadãos, os Estados e os longo prazistas “leais” explorarem mais e melhor o efeito de rede, que favorece as ações de grupos aliados independentes, o Estado de direito irá se fortalecer e permitir um desenvolvimento duradouro e sustentável, com a repartição mais equitativa do valor criado – fator de paz interna e externa.

■ **O modelo das criminalidades.** As redes digitais e a IA já vem sendo exploradas para roubos, desvio de fundos, fraudes e sabotagens por interesses privados que vão de pequenos escroques a empresas conceituadas, passando por grupos terroristas religiosos ou políticos e organizações mafiosas – de que alguns Estados não hesitam em ser cúmplices ou mandatários. Essa tendência, favorecida pela vulnerabilidade do mundo digital e pelo fato de essas ações hostis não serem classificadas ou consideradas enquanto tais pelo Conselho de Segurança das Nações Unidas, tem chances de evoluir rapidamente. Até quando, e até que ponto? Os danos causados podem ser tais que parte dos internautas, ou mesmo alguns Estados, venham a limitar as conexões ou isolar zonas geográficas, acarretando assim uma sensível regressão do comércio on-line e da difusão do digital na sociedade. O que pode dar pretexto a medidas policiais que façam retroceder as liberdades. Graves catástrofes são igualmente possíveis e até mesmo conflitos nucleares.

---

68. Serge Abiteboul (INRIA) ilustra essa possibilidade citando o assistente vocal concebido pelo francês Snips. Uma denúncia da assistência... vocal. Cf. “Il vaudrait mieux attendre l’arrivée d’assistants vocaux soucieux de protéger nos données”. *Le Monde*, 27 de junho de 2018. Disponível em: [https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/06/26/assistants-vocaux-nous-ne-pouvons-confier-nos-vies-a-des-machines\\_5321535\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/06/26/assistants-vocaux-nous-ne-pouvons-confier-nos-vies-a-des-machines_5321535_3232.html). Acesso: 31 jul. 2018.

## Qual cenário irá prevalecer?

No plano global, dos cinco modelos delineados, quatro se caracterizam pela não consideração das implicações coletivas. O modelo ultrafinanceiro e o das criminalidades conduzem a conflitos e catástrofes. O pan-óptico digital privado não pode senão suscitar reações internas e externas.

A evolução das relações de força entre os atores culminará em diferentes cenários possíveis. Se o pior nunca é o que se espera, o advento de um cenário positivo implica no fortalecimento dos Estados de direito e das estratégias de longo prazo dos diversos atores, incluindo empresas e governos e até mesmo dos cidadãos, por meio de um maior envolvimento. Uma combinação de capitais pacientes e redes de cidadãos e políticos lúcidos pode dar força aos Estados democráticos de direito, notadamente na Europa, para arbitrar de forma eficiente conflitos e problemas decorrentes de interesses particulares de curto prazo, assim como inibir empresas tentadas a abusar de suas capacidades pan-ópticas digitais e desvios criminosos.

Isso pressupõe igualmente que as implicações éticas e filosóficas derivadas do confronto entre o humano e uma tecnologia cognitiva criada por ele sejam bem analisadas, compreendidas e explicadas já desde a escola. Pressupõe que os europeus se apoiem em valores universais de liberdade e respeito pela dignidade do outro, e os promovam através de um diálogo aberto e construtivo com as demais partes do mundo. Não para defender uma identidade, mas porque esses valores, coerentes com a inovação cultural, organizacional, gerencial, abrem caminho para bem suceder na transição digital e auferir os benefícios da IA num contexto econômico e político sustentável.

Mas não se trata absolutamente de ser ingênuo, e incumbe igualmente aos governos responsáveis agir para estabelecer regras face às estratégias de predação, para preservar suas empresas e permitir que aquelas mais inovadoras, sejam elas *startups* ou outras, cresçam de modo a se constituírem em atores de primeira linha na era digital. Esse cenário pode parecer pouco provável. Seu peso, entretanto, é de vital importância para o equilíbrio que irá se estabelecer, e promovê-lo constitui uma linha estratégica a ser defendida para se evitar o pior. ■



# PLATAFORMA DEMOCRÁTICA

FUNDAÇÃO FHC  
CENTRO EDELSTEIN

PLATAFORMADEMOCRATICA.ORG



*Plataforma Democrática* ([www.plataformademocratica.org](http://www.plataformademocratica.org)) é uma iniciativa da Fundação FHC e do Centro Edelstein de Pesquisas Sociais dedicada a fortalecer a cultura e as instituições democráticas na América Latina, por meio da produção de conhecimento e da promoção do debate pluralista de ideias sobre as transformações da sociedade e da política na região e no mundo. Realiza pesquisas e seminários para estimular o diálogo entre os produtores de conhecimentos e os diferentes atores sociais e políticos sobre temas da atualidade.

Plataforma Democrática oferece uma infraestrutura virtual com uma biblioteca de livre acesso que inclui milhares de textos sobre temas relacionados à democracia na América Latina e um banco de dados sobre instituições de pesquisa na região.

## **As principais áreas de trabalho da Plataforma Democrática são:**

### ***Transformações Geopolíticas Globais e instituições democráticas:***

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#EstadoDemocracia>

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#CambiosGeopoliticos>

### ***Meios de comunicação e Democracia:***

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#MediosComunicacion>

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#EnsaioDemocracia>

### ***Sociedade civil e democracia:***

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#CohesionSocial>

### ***Bibliotecas virtuais:***

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/biblioteca>

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/biblioteca-sociedade>

### ***Coleção Recursos de Pesquisa na Internet:***

<http://www.plataformademocratica.org/portugues/publicacoes#RecursosPesquisa>

