

**A quarta  
revolução industrial**  
inovações, desafios  
e oportunidades



# Cadernos

ANO XXI  
2020

# Adenauer

---

**A quarta  
revolução industrial**  
inovações, desafios  
e oportunidades

EDITORA RESPONSÁVEL  
Anja Czymmeck

CONSELHO EDITORIAL  
Antônio Jorge Ramalho  
Estevão de Rezende Martins  
Fátima Anastasia  
Humberto Dantas  
José Mario Brasiliense Carneiro  
Leonardo Nemer Caldeira Brant  
Lúcia Avelar  
Mario Monzoni  
Rodrigo Perpétuo  
Silvana Krause

COORDENAÇÃO EDITORIAL E REVISÃO  
Reinaldo J. Themoteo

CAPA, PROJETO GRÁFICO E  
DIAGRAMAÇÃO  
Claudia Mendes

IMPRESSÃO  
Gráfica Cruzado

---

ISSN 1519-0951

Cadernos Adenauer XXI (2020), nº1  
*A quarta revolução industrial: inovações, desafios e oportunidades*  
Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, abril 2020.

ISBN 978-65-990084-1-2

---

As opiniões externadas nesta publicação são  
de exclusiva responsabilidade de seus autores.

Todos os direitos desta edição reservados à

FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER  
Representação no Brasil: Rua Guilhermina Guinle, 163 · Botafogo  
Rio de Janeiro · RJ · 22270-060  
Tel.: 0055-21-2220-5441 · Telefax: 0055-21-2220-5448  
adenauer-brasil@kas.de · www.kas.de/brasil  
Impresso no Brasil

# Sumário

---

- 7 **Apresentação**
- 9 **Cidades Inteligentes no contexto da quarta revolução industrial**  
Alexandre Barbosa  
Janaina Costa  
Ricardo Pontes
- 35 **Legislativo 4.0: O desafio da criação de novas leis para um mundo em mutação**  
Paulo Sérgio Domingues
- 59 **A quarta revolução industrial e *blockchain*: valores sociais e confiança**  
Alexandre Veronese
- 93 **Big data no contexto da quarta revolução industrial: transformações no processo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**  
Cláudio José Silva Ribeiro
- 111 **5G e seus aspectos revolucionários**  
Jorge H C Fernandes
- 123 **A Internet das Coisas e a Lei Geral de Proteção de Dados: reflexões sobre os desafios do consentimento e do direito à explicação**  
Eduardo Magrani  
Renan Medeiros de Oliveira

- 143 **Indústria 4.0 e desigualdades: desafios para a educação**  
Alexandre Brasil Fonseca
- 165 **Inovação e pessoa humana**  
Gustavo Adolfo Pedrosa Daltro Santos
- 187 **O futuro do mundo do trabalho:  
impactos do novo paradigma tecnológico**  
Anita Kon

# Apresentação

---

A convergência de inovações tecnológicas em nível físico, biológico e digital promete modificar a forma como convivemos com as outras pessoas, o modo como trabalhamos, consumimos e nos divertimos, em uma autêntica revolução, a qual será, conforme Klaus Schwab afirma na obra “A quarta revolução industrial”, distinta de outras experiências vivenciadas pelas pessoas até então. Disruptivo é uma palavra usada muito frequentemente para descrever a intensidade do impacto que tais mudanças produzirão nas sociedades, significando tecnologias e potenciais inovadores, perfeitamente capazes de promover rupturas com procedimentos bem estabelecidos na atualidade.

No exato momento em que estas linhas são escritas, o mundo vive um grave acontecimento, a pandemia causada pelo coronavírus, modificando radicalmente a rotina de sociedades pelo mundo afora. Trata-se de fenômeno tão abrangente quanto inesperado, forçando uma imensa quantidade de pessoas a mudar os próprios hábitos em diversos níveis: a rotina profissional, hábitos de higiene, de sociabilidade, alterando agendas, redefinindo prioridades, e cuja repercussão nos rumos da humanidade após o seu fim é algo imprevisível. Na Fundação Konrad Adenauer Brasil o esforço de adaptação é constante, ao adotarmos o home office, adaptarmos eventos e mudando-os do formato presencial para virtual, intensificando o trabalho editorial e buscando aprimorar o uso das redes sociais para a divulgação de conteúdos relevantes: adaptar para manter a missão democrática da KAS Brasil nesses dias desafiadores. Adaptação também é a palavra de ordem para os que trabalham nas

atividades essenciais que precisam seguir para que a sociedade como um todo siga em frente: profissionais da saúde, da segurança, limpeza entre tantos outros que não estão em isolamento, trabalhando em prol da sociedade. A redução no nível de poluição em diversas regiões em função da significativa redução da atividade produtiva é um convite à reflexão a respeito do modo como lidamos com os recursos naturais.

Às expectativas, desafios e oportunidades que a quarta revolução industrial anuncia sobrepõem-se os desafios urgentes e necessidades imediatas de ação e adaptação, a demandar reiterados esforços e cooperação. Diversos dos recursos que juntos engendram a quarta revolução industrial já são usados no enfrentamento da pandemia, seja nos grandes volumes de dados que traçam o panorama do avanço da pandemia e possibilita a criação de mapas de ação, seja através da biotecnologia empregada nas várias vacinas em desenvolvimento, os exemplos são múltiplos do uso dos avanços tecnológicos. De modo similar são múltiplas e graves as responsabilidades do momento: equacionar impactos econômicos, refletir sobre o fator desigualdade social e os limites éticos são imperativos impostergáveis, entre tantos outros. A dignidade da pessoa humana é um valor inegociável neste contexto, na construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Dedicamos o primeiro número de 2020 da série Cadernos Adenauer ao tema da inovação e a quarta revolução industrial, com a intenção de contribuir nos debates sobre o conjunto de mudanças que prometem impactar o modo como o mundo do trabalho está estruturado, extrapolando os seus limites e com imenso potencial para modificar profundamente a forma como diversos setores das sociedades atuais estão estruturados. Esperamos também que, de algum modo, as análises e reflexões contidas nesta publicação possam estimular reflexões sobre como queremos o mundo no qual iremos viver após o fim da pandemia. Boa leitura!

ANJA CZYMMECK

*Diretora da Fundação Konrad Adenauer no Brasil*

# Cidades Inteligentes no contexto da quarta revolução industrial

---

Alexandre Barbosa  
Janaina Costa  
Ricardo Pontes

## Resumo

As cidades modernas têm seu desenvolvimento diretamente associado às revoluções industriais. Aquelas que assimilaram as inovações tecnológicas obtiveram vantagens significativas na atração de investimentos, produção de riqueza e resolução dos problemas urbanos. No momento, estamos a viver a aurora da quarta revolução industrial que vem a fomentar a agenda da indústria 4.0. O reflexo dessas transformações na política urbana é a reformulação de agendas de cidades inteligentes. Assim, buscamos mapear as inter-relações dessas agendas e refletir sobre salvaguardas para o que acreditamos ser um desenvolvimento urbano sustentável. O artigo é de cunho exploratório e tem como objetivo promover a reflexão acerca das implicações da sofisticação da indústria no contexto urbano e indicar pontos de atenção da transformação digital nas cidades.

## Abstract

Modern cities have their development directly associated with industrial revolutions. Those that resemble technological innovations that obtain important advantages in attracting investments, producing wealth and

solving urban problems. At the moment, we are experiencing the dawn of the fourth industrial revolution that has fomented the 4.0 industry agenda. The reflection of these transformations in urban politics is a reformulation of the agendas of smart cities. Thus, search engines are mapped as interrelationships on these agendas and reflect on safeguards for those we believe to be sustainable urban development. The article is exploratory and aims to promote a reflection on the implications of industry sophistication in the urban context and to indicate points of attention for digital transformation in cities.

## **1. Introdução**

As revoluções industriais modificaram a forma, função e o cotidiano das cidades medievais, restando só as ruínas a visitação dos turistas. Iniciada no século XVIII na Inglaterra, a transformação radical do espaço urbano acompanhou a expansão da economia capitalista no mundo, estabelecendo uma competição entre as cidades. Aquelas que assimilaram as inovações tecnológicas das revoluções industriais obtiveram vantagens significativas em relação às outras cidades. Isto considerando a atração de investimentos, participação no ciclo econômico, produção de riqueza e, portanto, desenvolvimento urbano.

Na aurora da quarta revolução industrial, ou indústria 4.0, e na morfologia urbana das cidades pós-industriais, isto não é diferente. Assim, no intuito de ganhar com este novo ciclo econômico, as cidades buscam se firmar como pólos atrativos das indústrias criativas e outras empresas inovadoras que compõem a indústria 4.0. Em conjunto, o planejamento urbano impõe uma estratégia de desenvolvimento suportada por políticas ágeis e tecnocráticas, para que as cidades assimilem as inovações tecnológicas deste ciclo e aumentem a capacidade e eficiência do setor produtivo. Isto ao ampliar o fluxo das redes urbanas de transporte e comunicação, deste modo, aumentando a circulação de pessoas, informação, capital e mercadorias.

É diante dessas transformações socioespaciais induzidas pelo processo industrial que o conceito de cidades inteligentes é apresentado. O conceito se relaciona com a utilização de tecnologias da informação e da comunicação (TICS), bem como outras tendências tecnológicas que caracterizam a indústria 4.0. Por exemplo, para garantir o consumo de água e energia “inteligente”, é necessária a disseminação de atuadores e sensores no espaço urbano e na indústria (Internet das Coisas). Por outro lado, esta tecnologia, para ser adotada massivamente, requer a implementação de infraestrutura de telecomunicações 5G, que resolvam as questões de latência e velocidade. Além de talvez recorrer a tecnologias de registros distribuídos para trânsito de dados. Portanto, é fundamental que cidades e países do mundo inteiro se concentrem em garantir o acesso e o uso sustentável das infraestruturas das quais depende grande parte da quarta revolução industrial.

A ideia de cidade inteligente não é nova. Desde a chegada das redes técnicas urbanas em meados do século XIX, buscamos conhecer os usos das TICS para desenvolver novos serviços e melhorar o atendimento às necessidades dos cidadãos. Do ponto de vista histórico, a cidade inteligente, ou digital (para quem evita a crítica ou prefere limitar o escopo), é o mais recente avatar das muitas formas de expressão que existem na história do complexo relacionamento entre cidades e TICS. A propósito, a governança desse fenômeno tem diversas camadas entre atores, setores, ferramentas e dados.

Dito isso, este estudo busca endereçar as seguintes questões: i) Quais são as inter-relações entre as agendas de cidades inteligentes e indústria 4.0? E, do ponto de vista normativo, ii) como garantir a que as agendas Cidades Inteligentes e Indústria 4.0 promovam o desenvolvimento sustentável, sendo este um pilar em comum entre as duas?

De tal forma, neste trabalho buscaremos refletir sobre como as revoluções industriais têm relação direta com as transformações das cidades. Apresentaremos a noção da destruição criadora e como ela impulsiona os ciclos econômicos e impõe transformações regionais e urbanas.

Discorreremos sobre a indústria criativa, o desenvolvimento sustentável e o progresso tecnológico como agendas que se sustentam e se conectam às agendas da indústria 4.0 e das cidades inteligentes. Por fim, abordaremos a questão do direito à cidade e de uma transformação digital focada no cidadão.

Finalmente, o foco é no espaço urbano, uma vez que é onde as transformações da cidade inteligente e da indústria 4.0 se manifestam. O artigo é de cunho exploratório e tem como objetivo promover a reflexão acerca das implicações da sofisticação da indústria no contexto urbano e indicar pontos de atenção para o desenvolvimento urbano sustentável.

## **2. A destruição criadora**

A revolução industrial é a destruição criadora (SCHUMPETER, 1961). Um processo de mutação industrial que revoluciona a economia a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando o novo. Mais próxima de uma série de explosões do que de um processo suave e contínuo, esta transformação é impulsionada por um conjunto de inovações tecnológicas. De forma articulada, esse processo dá início a um novo ciclo econômico que modifica a organização industrial por meio da introdução de novos métodos de produção, transporte, produtos e abertura de novos mercados.

Nesta perspectiva, o aperfeiçoamento tecnológico ganha papel central no desenvolvimento da economia capitalista. É a partir da primeira revolução industrial que a ciência é assimilada como chave para a resolução de problemas em produção e desenvolvimento de produto. Desde o final do século XIX, para se manterem lucrativas e competitivas, as empresas têm criado departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O acesso das empresas às novas tecnologias é limitado pelas patentes, o que desequilibra as vantagens econômicas significativas da inovação e torna desigual a competição com as outras empresas. Deste modo, a revolução industrial gera uma corrida, na qual as empresas que

não inovarem ficarão para trás e correm risco de ir à falência. Sendo assim, é necessário que as empresas adotem alguma estratégia de *catch up* para alcançar a fronteira tecnológica, ou negociar com o Estado a garantia da reserva de mercado por meio de políticas protecionistas (SCHUMPETER, 1961).

Neste sentido, de acordo com Schumpeter (1961), a inovação técnica destrói a concorrência perfeita, o monopólio e o oligopólio, sendo fundamental na manutenção da máquina capitalista ao aperfeiçoar a organização industrial. Apoiadas nas inovações tecnológicas, a capacidade e a iniciativa dos empresários inovadores, oportunidades totalmente novas para investimentos, crescimento e emprego são criadas.

A busca pelos lucros extraordinários que se originam dessas inovações é o motor das novas ondas de crescimento que são caracterizados por ciclos econômicos com início, expansão, saturação e estagnação. No início do ciclo econômico, os inovadores vitoriosos realizam lucros elevados, isto age como sinal para um enxame de imitadores entrem na fase de expansão. Contudo, não necessariamente todos os imitadores conseguirão repetir o mesmo feito, podendo se defrontar com grandes perdas se entrarem no período de saturação ou estagnação do ciclo, quando a tecnologia não for mais uma vantagem econômica.

Tivemos até hoje três revoluções industriais. A primeira revolução industrial (1760-1840), desencadeada pelas inovações da construção das ferrovias e a invenção do motor a vapor, deu início à produção mecânica. A segunda revolução industrial (1870-1914), promovida pelas inovações da eletricidade, química e da linha de montagem permitiu a produção em massa. Chamada de revolução digital, a terceira revolução industrial começou na década de 1960. Tem seu início com o desenvolvimento das TICs, semicondutores, computação, computador pessoal e a internet.

Há dúvidas se as inovações tecnológicas que presenciamos são extensões da terceira revolução ou se tratam de uma nova e quarta revolução industrial – a indústria 4.0. Assim, não obstante o debate sobre as classificações deste novo ciclo econômico, é necessário compreender as

inovações tecnológicas que o constituem em vias de associar seus impactos no desenvolvimento urbano. Além disso, é importante ressaltar que os impactos da automação em massa têm sido amplamente discutidos em países do Norte Global, onde os trabalhos “automatizáveis” já vem sofrendo uma leve e uniforme transformação nas últimas décadas.

## 2.1 Indústria 4.0

O termo Indústria 4.0 foi introduzido na Feira de Hannover na Alemanha em 2011 para se referir ao conjunto das inovações tecnológicas que desempenharam um papel significativo no próximo ciclo econômico. Estas novas tecnologias seriam responsáveis por um salto tecnológico que garantiria a automatização de todos os processos de produção, fazendo a substituição total do homem pela máquina.<sup>1</sup>

Nos sistemas de transporte e logística, a modernização vai acontecer pela difusão em massa de veículos não tripulados. Nos produtos, haverá o aumento da complexidade e precisão com a fabricação de novos materiais de construção devido à melhoria das tecnologias de produção. Isto ocorreria articulado com a “Internet das Coisas” que torna possível o desenvolvimento das comunicações entre as máquinas e autogestão de objetos físicos, e o avanço da inteligência artificial (IA) que permitiria a aplicação de programas de autoaprendizagem para proporcionar constante desenvolvimento de sistemas de produção (SCHWAB & DAVIES, 2018).

Nessa perspectiva, Brynjolfsson e McAfee (2014) descrevem que estamos vivendo uma nova revolução industrial caracterizada como a segunda era da máquina, na qual a produção industrial vai ser organizada com base em tecnologias digitais e será totalmente automatizada. A

---

1 Em suma, a quarta revolução industrial é realizada pela combinação de inúmeras inovações tecnológicas físicas e digitais, entre elas: i) Sistemas ciber-físicos, ii) Inteligência artificial, iii) Manufatura aditiva, iv) Internet das Coisas (IoT), v) Nuvem informática, vi) Robótica adaptativa, vii) Realidade aumentada.

primeira era foi a substituição do trabalho humano pela máquina, o que nos permitiu superar as limitações da força muscular, humana e animal, e gerar enormes quantidades de energia e produção em escala. A segunda era será caracterizada pela substituição do poder mental organizativo dos seres humanos pelos computadores e outras inovações digitais.

Estes avanços estão nos permitindo ultrapassar limitações anteriores. Contudo, mesmo havendo grandes indícios que estamos em um ponto de inflexão e estamos vivenciando os estágios iniciais de uma mudança profunda, os autores não sabem exatamente como essa transição ocorrerá. Tampouco se esta nova era da máquina será um grande impulso para a humanidade da mesma forma como foi a primeira era das máquinas iniciada pela invenção da máquina a vapor.

Corroborando que o atual momento se trata de uma nova revolução industrial, Schwab (2016), o fundador do Fórum Econômico Mundial, traz três razões que sustentam a tese de que está em andamento uma quarta e distinta revolução industrial: a velocidade, pois ao contrário das revoluções industriais anteriores, está evoluindo de maneira exponencial e não em ritmo linear; amplitude e profundidade, pois baseia-se na revolução digital e combina várias tecnologias que estão levando a mudanças de paradigma sem precedentes na economia, nos negócios, na sociedade e individualmente. Trata-se de um impacto sistêmico, pois envolve a transformação de sistemas inteiros, entre e dentro dos países, espaço urbano, empresas, indústrias e sociedade como um todo.

A articulação das tecnologias que caracterizam a indústria 4.0 tem como principal objetivo da transformação industrial a digitalização de todas as etapas da produção e sistemas de serviço. Portanto, por meio de uma comunicação inteligente e conectada aumentar a eficiência e produtividade a limites ainda desconhecidos. Por outro lado, os critérios de realização e medições de desempenho da transformação em Indústria 4.0 ainda são incertos. Há estudos (POPKOVA et al, 2019; USTUNDAG & CEVIKCAN, 2018) que procuram estruturar qual seria um roteiro de implementação para as indústrias se adaptarem a este novo ciclo.

## 2.2 As indústrias criativas e a transformação socioespacial

Como já salientado, nos últimos 200 anos, o desenvolvimento urbano das grandes cidades esteve intrinsecamente ligado às revoluções industriais. Durante as duas primeiras, a organização socioespacial das cidades buscou se adaptar às exigências da industrialização, formando as cidades industriais. Contudo, após a crise de 1970, houve uma reestruturação da economia capitalista caracterizada pela globalização. Baseado nos acordos multilaterais, a política da globalização é sinalizada como a solução para enfrentar a recessão econômica, buscando internacionalizar o capital mediante ao acesso a reservas de mão de obra barata, a maiores taxas de lucro e, concomitantemente, abrindo novos mercados consumidores. Neste novo arranjo, muitas cidades que antes eram polos industriais acabaram não sendo mais atraentes para a produção industrial, já que as empresas mudaram as indústrias para o sul global buscando maiores taxas de lucros, e mantiveram somente suas sedes no norte global. Assim, frente a fuga de receita das indústrias e renda dos trabalhadores, as chamadas cidades pós-industriais buscavam se adaptar a essas mudanças e buscar ativamente políticas empresariais urbanas para ter sucesso na nova competição por investimentos econômicos e atração das empresas (HARVEY, 1989).

Visando a retomada do crescimento econômico, à medida que a revolução digital amadurece, as cidades pós-industriais adotaram uma nova estratégia de desenvolvimento urbano: tornarem-se pólos das indústrias criativas e, dessa maneira, atrair empresas inovadoras e empregos de alta remuneração (MOSER et al, 2019; DÖRRY et al, 2016). Em 1990, consolidou-se a abordagem conceitual das indústrias criativas que compreendem uma grande variedade de empresas em setores como P&D, desenvolvimento de *software*, publicidades, filme, música e conteúdo cultural.

Desde então, a criatividade se tornou uma *commodity* valiosa, sendo vista como a ignição do motor da destruição criadora. Ela produz grande crescimento econômico com a propriedade intelectual na forma

de patentes, direitos autorais, *trademarks* e *design*. Com ela veio a classe criativa, uma nova classe de trabalhadores composta por artistas, escritores, publicitários, programadores, designers, animadores gráficos, conteudistas, etc (FLORIDA, 2010).

Outras estratégias adotadas foram: fomentar a indústria do conhecimento, na qual as cidades pós-industriais buscam ser pólos de educação com o estabelecimento de universidades, cursos de pós-graduação e especialização; e realizar investimentos públicos na requalificação e revitalização de áreas urbanas degradadas para impulsionar o setor do turismo e a agenda cultural. Em conjunto, essas estratégias têm como objetivo tornar o cotidiano dessas cidades vibrantes, portanto, atrativas para os funcionários das empresas da indústria criativa. Pois, presume-se que os novos talentos gostam de habitar uma cidade com uma urbanidade cosmopolita, recheada de serviços e atrações culturais.

### **3. O debate sobre cidades inteligentes e digitais**

Foi na esfera de tornar a cidade mais atrativa que o conceito de cidades inteligentes emergiu. A *rotularização* e a promoção de cidades como sendo inteligentes têm gerado debates e transformações de forma multifacetada. Por outro lado, a adoção de agendas municipais de desenvolvimento urbano sustentável, fazendo o uso do progresso tecnológico, tem demonstrado ser um caminho de diálogo e colaboração entre as partes envolvidas. Inclusive, é o que tem sido feito na elaboração da Carta Brasileira de Cidades Inteligentes a nível federal.

Por outro lado, o debate sobre cidades inteligentes chegou a perder força na academia nos últimos anos. Isto ocorre devido ao distanciamento das complexidades urbanas por parte dos desenvolvedores de tecnologias e negócios. Bem como a não apropriação e, talvez, entendimento das eminentes transformações multidimensionais que as tecnologias emergentes têm causado no espaço (BARBOSA, 2019; MEIJER 2019). Tem-se tecnofobia: o medo dos impactos das tecnologias inovadoras.

Com relação aos aspectos de infraestrutura de conectividade, é importante destacar a rede de telecomunicações: Fibra ótica (municipal, regional, federal), 2G, 3G, 4G (*Long Term Evolution*, LTE), e, eventualmente 5G. É relevante destacar, também, quanto à infraestrutura de dados, considerando centrais de armazenamento e processamento de informações (*datacenters*), suas arquiteturas, integrações e potenciais de interoperabilidade. Por exemplo, a determinação dos requisitos para estruturação de um banco de dados está diretamente relacionada ao desenvolvimento ou contratação de serviços de nuvens. Além disso, necessariamente, uma cidade inteligente e sustentável é uma cidade resiliente. Assim, assume-se a “inteligência” – do inglês *smart* – como sendo a busca por eficiência (GOERNER *et al.*, 2009). Esta deve ser também resiliente: ter responsividade a desastres naturais que afetam diretamente infraestruturas de tecnologia e de segurança da informação.

Considerando uma análise de setores da economia, sistemas de cidades inteligentes são comumente compreendidos em seis pilares. Pessoas, Economia, Mobilidade, Meio Ambiente, Bem-Estar e Governança. Considerando cada um desses fatores, observou-se a necessidade de explorar dois conceitos principais a fim de identificar interseções da quarta revolução industrial e as cidades do futuro: a economia e a governança da cidade inteligente.

### **3.1 Economia inteligente**

Um dos pilares do conceito de cidade inteligente amplamente difundido é a economia inteligente. Trata-se da convergência do esforço das indústrias criativas ao desenvolver uma estratégia de desenvolvimento urbano associados às inovações da quarta revolução industrial. Nas palavras de Vinod Kumar (2017) uma cidade inteligente entende claramente qual é o seu DNA econômico. Isso é, inclusive, um elemento chave do desenvolvimento urbano: saber como agregar valor ao espaço

urbano considerando suas características físicas, humanas, financeiras e culturais.<sup>2</sup>

A grande promessa é que uma cidade inteligente possa ser vista nas mesmas dimensões que uma cidade tradicional, mas com implicações diferentes. Do ponto de vista econômico, isso pode ser entendido como uma economia digital, que pode ajudar a estimular a economia local por meio da tecnologia. De uma perspectiva social, uma cidade inteligente é uma maneira de impulsionar comunidades *online* e revitalizar as relações comunitárias entre os cidadãos. É neste sentido que pode ser vista a noção de economia compartilhada, como uma interseção das dimensões sociais e econômicas.

O que seria, então, uma economia inteligente? É aquela que incentiva e viabiliza o uso do capital territorial para resolver problemas urbanos. Isto independe do uso intensivo das tecnologias, ou da garantia de saneamento básico universal. Capital territorial aqui se entende pela definição de Cagmani (2009), consiste na agregação dos recursos físicos, humanos, financeiros, políticos e sociais de um certo grupo de pessoas, em um certo lugar, e a sua inter-relação socioespacial. Por fim, vale ressaltar que esta abordagem só pode ser realmente efetiva mediante a uma sólida governança entre as partes que estruturam o sistema de uma cidade inteligente.

---

2 O modelo de cidade inteligente usado no estudo International Study on the Situation and Development of ICT, Innovation and Knowledge in Cities, pela organização UCLG – Cidades e Governos Locais unidos em 2017, recomenda três áreas principais de uma cidade inteligente, quais sejam: i) inovação, empreendedorismo e geração de atividade econômica; ii) conhecimento e talento; e iii) sociedade e economia digitais. Vide: *The Committee of Digital and Knowledge-Based Cities of UCLG*

### **3.2 Governança de cidades inteligentes**

A governança das cidades inteligentes engloba os atores, as estruturas institucionais e organizacionais dos espaços urbanos, bem como o conjunto de políticas, programas e ações que visam promover o desenvolvimento urbano sustentável. Isto com suporte das TICs, bem como de ferramentas emergentes que visam contribuir para modelos de previsão (aplicados à mobilidade, eficiência energética, alterações climáticas, por exemplo), e análise socioespacial para elaboração de políticas públicas, planos diretores e planos de ações estratégicos. Vale ressaltar que, uma vez votado nas casas legislativas municipais, estas agendas e diretrizes se tornam de consulta mandatória para os atores urbanos (ULTRAMARI, 2008).

É de interesse dos gestores públicos promoverem a oferta de emprego qualificado, gerar arrecadação e articular os investimentos em P&D orientado à missão (MAZZUCATO 2018), caracterizada pelos principais desafios da sociedade contemporânea (como a erradicação da pobreza, a mortalidade infantil e as mudanças climáticas, por exemplo). O governo tendo um papel importante no investimento e na articulação em todos os níveis, bem como com outros setores da sociedade.

Atraído pela vantagem competitiva da inovação tecnológica, o setor privado busca prototipar soluções e elaborar modelos de negócios a partir do tratamento dos dados urbanos e pessoais. A academia é responsável em testar e validar teorias e modelos em espaços reais. O terceiro setor tem se preocupado cada vez mais com os impactos da digitalização da sociedade e do espaço, que são vetores fundamentais para diagnosticar e promover a proteção dos direitos humanos na era digital. De todo modo, a governança da cidade inteligente perpassa a participação direta de uma gama de partes envolvidas no processo de concepção, desenho e implementação de projetos e planos estratégicos. A interdisciplinaridade é um princípio chave para o desenvolvimento de cidades

inteligentes. De forma a materializar esta colaboração, um outro conceito precisa amadurecer: o da governança de dados.

A governança das cidades inteligentes é pivô nas agendas de digitalização urbana (BARBOSA *et al.* 2019). Não obstante, a pesquisa em torno do tema é desprovida de um entendimento sistemático dos elementos que compõe tal governança. Isto restringe a cidade inteligente à otimização de serviços urbanos, desempenho territorial ou mesmo à integração de dados por um sofisticado centro de comando e controle. Assim, é importante enfatizar que ao redor do mundo, sobretudo no Sul Global, as autoridades locais ainda estão na fase de aprendizado da implementação da governança das cidades inteligentes.

### **3.3 A importância da governança e da proteção de dados**

Hoje em dia não se pode mais falar sobre cidades inteligentes sem falar sobre governança de dados urbanos e pessoais. É notório que a vasta oferta de dados coletados, armazenados e processados necessitam de um modelo padronizado e ordenado para que o uso não só agregue valor, mas garanta a legalidade e a ética das informações.

O conceito de governança de dados ainda está em vias de construção. Paskaleva *et al.* (2017) promovem o entendimento entre a governança da cidade inteligente e os dados seja focado nas questões de desenvolvimento local sustentável. Nesta lógica, dividiram a governança de dados em seis pilares: i) o contexto do projeto; ii) a identificação dos dados; iii) a coleta e a geração dos dados; iv) o compartilhamento e gestão dos dados; v) o uso e legado dos dados. Como identificado, a governança de dados assume o papel de representatividade de sinergia entre o potencial tecnológico e estratégias de desenvolvimento urbano.

No contexto das cidades inteligentes e indústria 4.0, uma forma de conceber a governança de dados é considerar o propósito da possibilidade do uso dos dados urbanos (p.e. dados de habitação, tráfego, poluição, demográficos, saúde, segurança, produção e distribuição de alimento,

etc) para o desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas da cidade. Sobretudo, os dados utilizados são geodados, ou dados georreferenciados, podendo ser informações pessoais coletadas por sensores ativos. Isto é, pelo uso de aplicativos com interfaces amigáveis que utilizem plataformas de TIC espacialmente ativada (dispositivos com reconhecimento de local, serviços baseados em localização e geoweb 2.0), ou até coletados por sensores passivos pela gama de atuadores e sensores espalhados no espaço urbano. Neste ponto, vale sinalizar o potencial da Internet das Coisas na gestão de sistemas que integrem objetos físicos geolocalizados em uma plataforma de geoweb 2.0.

A questão da privacidade e da proteção de dados é evidente no contexto de cidades inteligentes. O exemplo mais claro do uso indevido dos sensores e técnicas de aprendizado de máquina é a utilização das câmeras de reconhecimento facial para monitoramento da segurança pública, controle e vigilância de massa. Mas não se restringe a isso e nem é do escopo deste trabalho analisar cada setor e seus potenciais riscos, tampouco cada tecnologia específica que caracteriza a quarta revolução industrial. Não obstante, pode-se evidenciar a possibilidade de perfilamento para fins comerciais em zonas específicas da cidade, bem como o compartilhamento de geodados comportamentais entre governo e indústria sem consentimento expresso e informado do cidadão. Seria isso amplamente aceitável em tempos de Covid-19? Existe um grande embate entre o uso dos dados para análise e a proteção dos dados. Fato é que dados são recursos elementares tanto da cidade inteligente, quanto da indústria 4.0 (ONIK *et al.* 2019).

Sendo assim, entende-se por governança de dados o uso de novas tecnologias para identificar e tratar dados pelo e para o cidadão. Isso permite a criação de soluções urbanas pela indústria que sejam de fato sustentáveis e atendam demandas das comunidades em uma perspectiva abrangente.

Além disso, é importante destacar as diretrizes que se encontram nas principais regulações de proteção de dados no mundo, como nas leis

de proteção de dados brasileira (a entrar em vigor em agosto de 2020) e a europeia: o termo “*Privacy by design*”. A ideia de garantir a privacidade e a proteção de dados desde a concepção tem se tornado mais que um adereço competitivo, mas uma questão de custo-benefício. Isto está sendo defendido, inclusive, pelas próprias empresas que alavancaram as agendas de cidades inteligentes e de indústria 4.0. Por exemplo, a Cisco lançou no início de 2020 um relatório chamado “Da privacidade ao lucro”, no qual identificou que até 40% das empresas pesquisadas apresentam até o dobro de retorno de investimento em privacidade (CISCO, 2019).

#### **4. Direito à cidade: por uma transformação digital da cidade focada no cidadão**

Como vimos, as revoluções industriais têm papel fundamental em precipitar novas agendas de desenvolvimento urbano. No entanto, não há uma homogeneidade na agenda da política urbana, havendo a disputa entre várias proposições de planejamento urbano, com ênfase, por ora, no urbanismo modernista. Este consiste no planejamento da cidade moderna, na qual os técnicos são os responsáveis em definir as reformas urbanas, ou no urbanismo participativo, inspirado no ideal de direito à cidade (LEFEBVRE, 1991), na qual os cidadãos têm a opção em tomar parte do processo deliberativo do futuro da cidade. A agenda das cidades inteligentes poderia ser facilmente enquadrada na lógica da abordagem modernista por ser desenhada pela classe dos técnicos, porém nela é possível contemplar uma maior participação do cidadão no processo decisório sobre as transformações urbanas que esta agenda vai acarretar. Neste sentido, propomos uma transformação digital focada no cidadão.

A propósito, o próprio Henry Ford se implicou em planejamento urbano, acreditando que poderia replicar os princípios e a padronização utilizados em suas fábricas às comunidades. Ele financiou os fiascos de Fordlândia e Belterra na Amazônia, para melhor endereçar as neces-

sidades de borracha para fabricação dos pneus para seus carros. Seus princípios foram amplamente adotados no pós II Guerra Mundial por urbanistas e arquitetos ao conceber e planejar espaços urbanos como fábricas. Os objetivos eram otimizar o espaço através da imposição de sua especialização como forma de assegurar a fria eficiência na mobilidade urbana e, por conseguinte, dos trabalhadores.

Há várias propostas de urbanismos que acompanham esta nova revolução industrial. As cidades sustentáveis, nas palavras de Offner (2018) as cidades sustentáveis que querem e querem “salvar” a biodiversidade. Essa ambição pouco questionável a tornaria mais palatável e mesmo difícil de criticar. Mais ambígua em seus objetivos, a cidade inteligente e sua íntima relação com a indústria 4.0 despertou mais rapidamente desconfiança, entre suspeitas de vigilância geral pelas autoridades públicas e controle do capital privado sobre a administração das cidades. Assim, uma conversa cruzada se iniciou rapidamente: *Participolis* ao invés de *Datapolis* (PISANI, 2015); cidade da inteligência em vez de cidade inteligente, de acordo com a fórmula usada por muitos funcionários da cidade, de Anne Hidalgo em Paris e Jean Rottner em Mulhouse; um cidadão capturador, proativo, e não um consumidor capturado, cidade *wiki* contributiva em vez de neocibernética totalitária (OFFNER, 2018). O digital a serviço dos cidadãos, de sua engenhosidade e bem-estar.

E temos a proposição da cidade inteligente que, como apresentado, busca estabelecer uma configuração do uso das tecnologias da indústria 4.0 no planejamento urbano. Além de promover as indústrias criativas que compõem a nova economia digital. Na mesma ordem que as cidades buscam colher os benefícios urbanos, econômicos, financeiros deste planejamento urbano, não podem ficar omissas a ética, os direitos humanos e relação de trabalho que envolvem o uso dessas tecnologias. Na proposição que esta transformação urbana tem que estar acompanhada do direito do cidadão em definir como será a configuração dos seus usos.

## 4.1 O Direito à cidade 4.0

O urbanismo modernista consiste no planejamento da cidade moderna, um modelo idealizado de cidade comprometida com as “necessidades” do habitante moderno, na qual os técnicos são os responsáveis a descrever essas necessidades, consolidando uma relação heterônoma dos habitantes com os técnicos.

A primeira revolução industrial produziu um cenário de caos urbano, as cidades medievais não conseguiam comportar o aumento demográfico; afluxo do interior para o centro; a urbanização desordenada; condições precárias e insalubres de habitação; aumento da poluição. Para solucionar esses problemas, nasce o urbanismo modernista que, mediante a reformas urbanas radicais, traz abaixo as cidades medievais dando espaço a construção das cidades modernas, trazendo consigo uma novidade em comum, o cenário urbano de formas exóticas. Uma das primeiras experiências de cidade planejada é realizada em Paris pelo Barão de Haussmann, na qual a cidade é repensada e é realizada a primeira incursão do planejamento urbano calcado em uma lógica racional-tecnicista. Ele derrubou a cidade antiga de Paris, cenário de edificações comprimidas com vielas e ruas sem saídas, e trazendo a nova Paris das longas e largas avenidas que partiam das *Etoiles*.

Em contraposição, em seu livro “Direito à cidade” (1991), Henry Lefebvre crítica as transformações da cidade e do urbano<sup>3</sup>, decorrente do urbanismo modernista. Elas decretaram a morte da cidade antiga que, para o filósofo francês, promovia o habitar, em oposição a cidade moderna que promoveria somente o habitat. O processo de

---

3 Nesse ponto, Lefebvre encontra razões em transcender imaginariamente - mas com cautelas nas determinações, em distinguir a morfologia material da morfologia social. Isto é, em sequência, a *Cidade* em sua “realidade presente, imediata, prático sensível, arquitetônico”, e o *Urbano*, “na realidade social composta de relações a serem concebidas, construídas ou reconstruídas pelo pensamento.” (LEFEBVRE, 2001, p. 49)

transformação planejada do espaço suburbano implicou em novas formas espaciais com a construção das zonas de habitat, ou zonas residenciais. Esta transformação impõe um novo cotidiano e uma nova consciência a essa população marginalizada, afastada dos espaços de socialização e conflitos de classes diferenciadas como: praças, bares, botequins, ruas estreitas, lugares de aconchego do espaço público. Vale ressaltar que, nesse processo, houve gradualmente o desaparecimento da consciência urbana por parte dessa população do direito a construção da obra, isto é, o direito à cidade. Neste ponto, a relação de autonomia dos habitantes em relação aos conflitos gerados pelo desenvolvimento urbano é dissolvida e substituída por uma relação de heteronomia, onde os conflitos são solucionados pelo poder de síntese da classe dos técnicos.

Entretanto, fundamentado na tese apresentada da destruição criadora, caso as cidades queiram se manter atrativas aos investimentos do ciclo econômico da quarta revolução industrial é difícil fugir da lógica do planejamento urbano modernista suportadas por políticas tecnocráticas. Isto ocorre, segundo Schwab (2016), pois a velocidade e amplitude com que as cidades implementam ecossistemas de inovação na absorção e implantação tecnológica é determinante na sua capacidade de atrair novos investimentos. Sendo assim, ser polo da indústria criativa e atrair empresas inovadoras são fatores essenciais para que as cidades façam parte deste novo ciclo econômico.

No que tange à governança, a premissa abre um impasse de como conciliar a agenda das cidades inteligentes com o resgate do direito à cidade, no qual seja possível implementar um plano de desenvolvimento urbano em conjunto com a participação da sociedade civil. Acreditamos que isto seja possível por meio da utilização das inovações deste novo ciclo na implantação de uma governança urbana mais participativa (EVANS-COWLY & MANTA, 2006). Por exemplo, o desenvolvimento de ferramentas de e-participação para gestão urbana; que, endossadas pelas tecnologias cívicas e de geoparticipação (ALIZADEH, 2019; JELOKHANI,

2019; ZHANG, 2019), buscam aprimorar o relacionamento entre o povo e o governo com para comunicações, tomada de decisão, prestação de serviços e processo político. Isso inclui as TICs que apoiam o governo com *software* criado por equipes lideradas pela comunidade de voluntários, organizações sem fins lucrativos, consultores e empresas privadas. Na última década, diversas instituições, públicas e privadas, avançaram na pesquisa e desenvolvimento de aplicativos e plataformas digitais para endossar a participação social nos processos deliberativos referentes ao uso e ocupação da cidade.

Neste horizonte, é possível imaginar o direito à cidade 4.0, um “novo caminho” para um desenvolvimento urbano sustentável no qual a cidade é compreendida como obra coletiva, no qual as novas TICs institucionalizam os canais de participação e deliberação online para que os diferentes segmentos que habitam a cidade possam indicar suas necessidades sociais e reivindicar um novo futuro.

## **4.2 A ética, os direitos humanos e relação de trabalho**

Grande parte das tecnologias que compõem a chamada Indústria 4.0 possuem seus próprios princípios éticos e planos de fomento e mitigação de impactos. Por exemplo IA e a Internet das Coisas para tornar as cidades “inteligentes” figuram em estratégias nacionais pelo mundo. Governos buscam distribuir os frutos potenciais dessas tecnologias para seus cidadãos, e ao mesmo tempo mitigar seus riscos. Alguns dos princípios presentes na maior parte desses documentos são privacidade, responsabilização, segurança e proteção, que preconizam que, desde a concepção até o uso, essas novas tecnologias se atentem para a segurança e a privacidades das pessoas, com um arcabouço legal que garanta os direitos das pessoas, compensação e responsabilização de atores em caso de prejuízos.

No tocante a Inteligência Artificial, aprendizado de máquina e decisões tomadas por algoritmos, outros princípios se aplicam de forma

mais específica. São eles transparência e explicabilidade; justiça e não discriminação e tecnologia centrada no ser humano (que não deixa de ser antropocêntrica). Em síntese, esses princípios ilustram a preocupação de que vieses e preconceitos não sejam reproduzidos ou exacerbados por decisões baseadas em algoritmos. Finalmente, esses princípios preconizam que as novas tecnologias devem ser concebidas e operem da forma mais justa e inclusiva possível (BKC, 2020).

Com relação à privacidade, os princípios representam a ideia de que as tecnologias inovadoras devem respeitar a privacidade dos indivíduos. Isso significa que os sistemas devem respeitar a privacidade tanto na utilização dos dados pessoais para o desenvolvimento das tecnologias, como *machine learning*, bem como garantido o controle dos indivíduos sobre os seus dados e a forma como são coletados, tratados e utilizados. É importante ressaltar que a responsabilidade (princípio de responsabilização), ou *accountability*, na implementação de tecnologias do espectro indústria 4.0 tem papel fundamental. Relaciona-se com a implementação de mecanismos de controle e *oversight* dos impactos das tecnologias emergentes, para que sua má utilização ou efeitos danosos inesperados sejam evitados.

Além disso, ter a segurança e proteção como princípios permite que as novas tecnologias performem como esperado e também sejam resistentes e resilientes a ataques ou comprometimento por partes não autorizadas. Isso é reforçado com transparência e explicabilidade, particularmente relacionados a algoritmos para tomada de decisões. Esses princípios determinam que os sistemas sejam concebidos e implementados de maneira a permitir a supervisão e a tradução de suas operações e decisões de forma inteligível aos seres humanos. Principalmente àqueles impactados pelas decisões automatizadas, garantindo controle humano da tecnologia.

Todavia, por si só, é improvável que um conjunto de princípios seja mais do que gentilmente persuasivo. É provável que o impacto dependa de como eles serão incorporados em um ecossistema de governança

maior, incluindo, por exemplo, políticas relevantes (como planos diretores e estratégicos), leis, regulamentos, mas também práticas profissionais. A formação da estrutura principiológica que guiará a aplicação e uso das tecnologias da Indústria 4.0 é insuficiente se não for fortalecida por um arcabouço jurídico que garanta o respeito aos direitos e garantias que se pretendem resguardar. A união de forças políticas na organização de um cenário legal forte e capaz de efetivar os princípios na realidade prática é fundamental.

Essas políticas afirmativas encontram terreno principalmente no debate sobre o futuro do trabalho. Não é de hoje que o progresso industrial impacta e tenta moldar o trabalhador “do futuro” e a cidade onde ele vive. Em resumo, muitos dos planos reconhecem que o verdadeiro efeito disruptivo das novas tecnologias no futuro do trabalho ainda não é totalmente conhecido, seja em termos de empregos a serem extintos, criados ou deslocados.

Certo é que o impacto às cidades e às relações de trabalho estão mudando completamente. Por exemplo o trabalho remoto, a uberização, a *gig economy*, etc. Por um lado as previsões indicam que até 2050 quase 70% da população será urbana, e experiências como o Vale do Silício mostram que a gentrificação e concentração de mão de obra pela indústria tecnológica tendem a impactar as cidades com um aumento vertiginoso de aluguéis. Por outro lado, as tecnologias que permitem o trabalho remoto, já estavam sendo exploradas como alternativa na atração de talentos e mão de obra especializada a essas empresas. Essa possibilidade terá sua prova de fogo de viabilidade através do contexto da pandemia atual.

## **5. Considerações para um futuro sustentável**

Cidades Inteligentes e Indústria 4.0 são agendas compostas por diversos elementos em comum. Ambas são pautadas no *mainstream* do desenvolvimento sustentável, indissociável do progresso tecnológico.

Além disso, se por um lado o desenvolvimento industrial têm ditado as transformações socioespaciais, a possibilidade de retomar a importância do capital territorial ganha protagonismo com a dita economia inteligente como pilar das cidades inteligentes.

Existem diversos riscos que devem ser considerados para garantir o desenvolvimento urbano sustentável. São eles econômicos (hegemonia ou monopólio de grandes plataformas, privatização de dados, desaparecimento ou precariedade de empregos), ambientais (duplicação de infraestrutura, consumo excessivo de energia e insumos minerais, pegada de carbono das TIC, falta de entendimento do ciclo de vida das infraestruturas e objetos conectados), sociais (desigualdade de acesso e uso, discriminação, dependência, falta de respeito pela vida privada) e políticos (controle e vigilância que ameaçam as liberdades individuais, desconexão das demandas sociais e democráticas).

A governança das cidades inteligentes é que vai determinar o sucesso ou fracasso da gestão e mitigação desses riscos. É nesse contexto que a governança de dados ganha protagonismo e tem que ser lapidada e difundida entre atores e instituições urbanas. A proteção dos dados pessoais vai além da garantia do exercício do direito do cidadão, ela dá clareza na real e efetiva colaboração entre os setores que representam o desenvolvimento industrial e urbano no século XXI.

Em última análise, é a política que vai conciliar o impasse proposto pela leitura do direito à cidade, nas apropriações da cidade como obra ou mercadoria, por meio da deliberação de uma agenda de desenvolvimento urbano que seja sustentável e harmonize as necessidades dos habitantes sem barrar o desenvolvimento econômico. Isto vai depender do empenho, vontade e compromisso político-governamental, a capacidade e o grau de organização e articulação da sociedade civil, e o desenho institucional acordado. De acordo, o Estado tem o papel na regulação e no controle dessas novas dinâmicas, que devem estar tanto ao serviço do indivíduo como cidadão e consumidor. Principalmente em tempos de Covid-19.

## Referências

ALIZADEH, T., SARKAR, S., & BURGOYNE, S. Capturing citizen voice online: Enabling smart participatory local government. *Cities*, 95, 102400. 2019

BARBOSA, A.C. Criptomonedas complementares para cidades inteligentes: um estudo exploratório. In: VICENTE, Victor, TEFFÉ, Chiara de, BRANCO, Sergio (eds). *Cidades Inteligentes em Perspectivas*. Instituto de Tecnologia e Sociedade, 2019.

BARBOSA A.C., MORAES T.M., TESIMA D.T., PONTES R.C., de Sá MOTTA LIMA A., AZEVEDO B.Z. Smart Planning: Tools, Concepts, and Approaches for a Sustainable Digital Transformation. In: NAZÁRIO COELHO V., MACHADO COELHO I., A.OLIVEIRA T., OCHI L. (eds) *Smart and Digital Cities*. Urban Computing, Springer, Cham, 2019.

BARRIA, Cecilia. Três problemas que a extrema riqueza tem causado no Vale do Silício. Da BBC News Mundo, Miami, 10 maio 2019. disponível em: <Três problemas que a extrema riqueza tem causado no Vale do Silício>. Acesso em 24 de março de 2020.

Berkman klein Center, Principled Artificial Intelligence, **mapping consensus in ethical and rights-based approaches to principles for AI**, 2020. <https://cyber.harvard.edu/publication/2020/principled-ai>

BRYNJOLFSSON, E., & MCAFEE, A. **The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. New York, USA: W.W. Norton & Company. 2014.

CAMAGNI, R. (2009) Territorial capital and regional development, in: R. Capello & P. Nijkamp (Eds.) *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, pp. 118 – 132 (Cheltenham: Edward Elgar). (14) (PDF) **Territorial Capital: Theory, Empirics and Critical Remarks**. A

DÖRRY, Sabine; ROSOL, Marit; THISSEN, Fee. The significance of creative industry policy narratives for Zurich's transformation toward a post-industrial city. *Cities*, v. 58, p. 137-142, 2016.

EVANS-COWLEY, J., & HOLLANDERR, J. The new generation of public participation: Internet-based participation tools. *Planning Practice and Research*, 25(3), p. 397–408. 2010

EVANS-COWLEY, J., & MANTA, M. The growth of e-government in municipal planning. *Journal of Urban Technology*, 13 (1), p. 81–107. 2006

Florida, Richard. **The rise of the creative class: And how It's transforming work, leisure, community and everyday life.** New York: Basic Books, 2002.

FJELD, J., ACHTEN, N., HILLIGOSS, H., NAGY, A.C., SRIKUMAR, M. **Principled Artificial Intelligence, Mapping Consensus In Ethical and Rights-Based Approaches to Principles For AI.** Berkman Klein Center. 2020.

GOERNER, Sally J., LIETAER, Bernard and ULANOWICZ, Robert E. Quantifying economic sustainability: Implications for free-enterprise theory, policy and practice. **Ecological Economics**, 69, issue 1, p. 76-81, 2009.

JELOKHANI, M., Hajiloo, F., & Samany, N. N. A Web-based Public Participation GIS for assessing the age-friendliness of cities: A case study in Tehran, Iran. **Cities**, 95, 102471. 2019

Harvey, D. From managerialism to entrepreneurialism: The transformation in urban governance in late capitalism. **Geografiska Annaler Series B**, 71(1), p. 3-17, 1989.

Mazzucato, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, Volume 27, Issue 5, p. 803-815, 2018, <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>

MOSER, Sarah, FAUVEAUD, Gabriel, CUTTS, Adam. Montréal: Towards a post-industrial reinvention. **Cities** 86 125-135. 2019

ONIK, M. M. H., KIM, C. and YANG J. Personal Data Privacy Challenges of the Fourth Industrial Revolution. **2019 21st International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)**, PyeongChang Kwangwoon\_Do, Korea (South), 2019, p. 635-638.

O'REILLY, T. **What Is Web 2.0? Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software.** Author's webpage, 2005. Retrieved from <http://oreilly.com/lpt/a/6228>

OFFNER, Jean-Marc. La smart city pour voir et concevoir autrement la ville contemporaine, **Quaderni**, 96, p. 17-27, 2018.

POPKOVA, ELENA G; RAGULINA, YULIA V; BOGOVIZ, ALEKSEI V. *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century.* Tradução . Cham: Springer International Publishing, 2019. Francis, P (2015). A journey through Smart Cities: between datapolis and participolis. UNESCO. Netexplo Observatory. isbn: 978-92-3-000022-6. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pfo000234422>>

RUHLANDT, R. W. S. **The governance of smart cities: A systematic literature review,** 2018. **Cities.** doi:10.1016/j.cities.2018.02.014

SCHLOGL, L & SUMNER, A. Disrupted Development and the Future of Inequality in the Age of Automation. **Rethinking International Development series**. Palgrave Macmillan, 2020.

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. New York: Crown Business. 2017

SCHWAB, Klaus, e DAVIES, Nicholas. **Shaping the future of the fourth industrial revolution**. New York: Currency. 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialism and democracy**. New York: Harper and Brothers, 1961.

Vinod Kumar T.M., Dahiya B. Smart Economy in Smart Cities. In: Vinod Kumar T. (eds). **Smart Economy in Smart Cities. Advances in 21st Century Human Settlements**. Springer, Singapore, 2017.

The Committee of Digital and Knowledge-Based Cities of UCLG Chaired by Juan Mari Aburto, Mayor of the City of Bilbao, Smart Cities Study - **International study on the situation and development of ict, innovation and knowledge in cities**. Bilbao, 2017. URL

ULTRAMARI, Clovis and REZENDE, Denis Alcides. Planejamento estratégico e Planos Diretores Municipais: referenciais e bases de aplicação. **Rev. adm. contemp.** [online]. 2008, vol.12, n.3, p.717-739.

USTUNDAG, ALP; CEVIKCAN, EMRE. **Industry 4.0**. Tradução . Cham: Springer International Publishing, 2018.

ZHANG. S. Public participation in the Geoweb era: Defining a typology for geo-participation in local governments. **Cities**, 85, 38–50. 2019.

---

Alexandre Barbosa · Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro (ITS).

Janaina Costa · Rede de Pesquisa Aplicada em Tecnologia e Território.

Ricardo Pontes · Departamento de desenvolvimento regional e urbano (UFSC)



## **Legislativo 4.0**

# O desafio da criação de novas leis para um mundo em mutação

---

Paulo Sérgio Domingues

### **Resumo**

A velocidade das mudanças nas relações sociais e de produção é cada vez maior, especialmente na área da tecnologia – e o Poder Legislativo enfrenta dificuldades crescentes para acompanhar essa evolução. As Casas Legislativas possuem estruturas internas capazes de manter aberto o estudo da inovação tecnológica e o debate com os diversos setores da sociedade civil e agentes do mercado. As Comissões e Frentes Parlamentares existentes podem ser vias interessantes para esse diálogo. Mas, é necessário o aumento da atenção desses órgãos sobre o tema, para qualificar e acelerar esse debate. O Marco Civil da Internet e a Lei Geral de Proteção de Dados são exemplos relativamente recentes de normas em que o diálogo foi fundamental para qualificar o resultado do trabalho legislativo. Somente esse diálogo amplo garante uma legislação democrática e eficaz em sua aplicação cotidiana. A sociedade como um todo, o Executivo como Gestor e implementador das políticas públicas, o Judiciário como intérprete da norma, todos se beneficiarão acentuadamente de uma legislação que se modernize mais rapidamente e acompanhe a inovação tecnológica, trazendo maior segurança jurídica aos envolvidos.

## **Abstract**

The speed of changes in social relations and production is increasing, especially in the area of technology - and the Legislative Power faces increasing difficulties to keep up with this evolution. The Legislative Houses have internal structures capable of keeping the study of technological innovation open and the debate with the various sectors of civil society and market agents. Existing parliamentary commissions and fronts can be interesting avenues for this dialogue. However, it is necessary to increase the attention of these bodies on the subject, to qualify and accelerate this debate. The Brazilian Internet Law Framework and the General Data Protection Law are relatively recent examples of rules in which dialogue was essential to qualify the result of legislative work. Only this broad dialogue guarantees democratic and effective legislation in its day-to-day application. Society as a whole, the Executive as a Manager and implementer of public policies, the Judiciary as an interpreter of the norm, all will benefit greatly from legislation that modernizes more quickly and accompanies technological innovation, bringing greater legal security to those involved.

## **Introdução**

Não traz nenhuma novidade afirmar que a evolução das relações sociais possui velocidade vertiginosa, nem que o ritmo com que a atividade legislativa trabalha é muito mais lento.

Essa afirmação não contém em si uma crítica à atividade parlamentar ou governamental. Simplesmente, reconhece o fato de que o governo e o parlamento, por mais que tentem, não conseguem acompanhar a velocidade com que a sociedade evolui.

A importância da lei no Estado da atualidade ultrapassa a simples regulamentação de condutas, operando numa dimensão política ora de preservação do status quo, ora de transformação social.

No Estado Democrático de Direito, no dizer de José Afonso da Silva, a relevância da lei é distinta do simples conceito clássico de

ato jurídico abstrato, geral, obrigatório e modificativo da ordem jurídica existente. (...)a lei não deve ficar numa esfera puramente normativa, não pode ser apenas lei de arbitragem, pois precisa influir na realidade social. E se a Constituição se abre para as transformações políticas, econômicas e sociais que a sociedade brasileira requer, a lei se elevará de importância, na medida em que, sendo fundamental expressão do direito positivo, caracteriza-se como desdobramento necessário do conteúdo da Constituição e aí exerce função transformadora da sociedade, impondo mudanças sociais democráticas, ainda que possa continuar a desempenhar uma função conservadora, garantindo a sobrevivência de valores socialmente aceitos<sup>1</sup>.

J.J Gomes Canotilho apresenta semelhante visão sobre os variados aspectos do significado político da lei:

Quer se considere a sociedade como uma sociedade pluralista diversificada em grupos com interesses relativamente divergentes, quer se conceba como sociedade antagônica, dividida em classes com interesses contrapostos, a lei não surge como expressão da vontade geral de uma sociedade homogênea (constitucionalismo liberal), mas sim como resultado da luta de grupos e partidos e do compromisso e da negociação legislativa entre os agentes políticos (associações, lobbies, igrejas). A lei é, neste sentido, expressão de constelações políticas cambiantes. A vinculação da lei aos arranjos partidários explica também que o valor da lei seja tributário do valor da política, tanto mais que, como assinalou incisivamente Josserand,

---

1 Da Silva, José Afonso. Curso de Direito Constitucional Positivo. São Paulo. Malheiros Editores. São Paulo. 35ª ed., pg 121.

a lei se tornou em “código da riqueza e dos fenômenos econômicos, mais do que em ciência do justo e do injusto”<sup>2</sup>.

Se a lei, como produto de debates, embates e consensos, tem dificuldade de regular o já existente na sociedade, que dirá apresentar regulação sobre o novo, o emergente, o que ainda é pouco conhecido, ainda que premente, como é o caso da evolução tecnológica.

Fato é que a legislação tende a evoluir por demandas sociais e culturais da população, mas também por interesses econômicos setoriais ou corporativos, desejosos de criar marcos regulatórios sobre as atividades que exercem, de buscar elementos que favoreçam seus grupos sociais, profissionais ou econômicos, dentre outros motivos. Esse processo legislativo leva em consideração, é claro, a iniciativa decorrente da pauta contida nos programas de governo do Executivo.

Também há casos em que a implementação, no Brasil, de uma legislação avançada já existente em outros países surge da vontade de um ou alguns parlamentares, seja pela necessidade de uma efetiva regulamentação de algo que já ocorre em sociedade, seja pelo desejo de protagonismo na matéria. Dentre as leis que produziram grandes efeitos na sociedade e que não se imaginaria, à época, que viriam de fato a integrar nosso ordenamento jurídico, pode-se mencionar o Código de Defesa do Consumidor, de 1990, avançado para a época e vítima de críticas tanto no sentido de que seria uma “legislação feita para a Suíça” como que iria “quebrar as empresas do país”. Mas, nada disso aconteceu.

## **A organização do Poder Legislativo e a tecnologia**

O Poder Legislativo é integrado por parlamentares que se agrupam de formas variadas, de que destaco, além da mais óbvia, que é a dos Partidos Políticos, duas: as Comissões e as Frentes Parlamentares.

---

2 Canotilho, J. J. Gomes. Direito Constitucional. Coimbra. 6ª ed, pg 824.

Um projeto de lei inicia seu trâmite a partir da sua apresentação à Câmara dos Deputados ou ao Senado Federal por quem tem a legitimação constitucional para tal. O Poder Executivo, um Deputado Federal, a sociedade civil, e mesmo o Poder Judiciário em determinados temas, podem apresentar projetos de lei ao Congresso Nacional.

No trâmite ordinário, a primeira apreciação do projeto de lei acontece na Comissão de Constituição e Justiça da Casa, que emite seu parecer acerca da constitucionalidade do projeto. A partir daí, passa por diversas outras comissões, tanto como a de Finanças e Tributação, que analisa a compatibilidade financeira e orçamentária da proposição, como as temáticas, de acordo com a matéria objeto de apreciação.

Há na Câmara dos Deputados, atualmente, 25 comissões permanentes. Além das já citadas, destacamos, pelo tema aqui tratado, a Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços e a Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática<sup>3</sup>. Também há uma grande variedade de comissões temporárias: para cuidar de determinado tema premente, como a do Desastre de Brumadinho; para acompanhamento de um projeto de lei específico, como a do PL 1646/19 – sobre a figura do devedor contumaz, ou a do PL 2303/15, sobre o Banco Central regular moedas virtuais; e as comissões parlamentares de inquérito, como, no momento, a CPI do Derramamento de Óleo no Nordeste<sup>4</sup>.

Algumas comissões – especialmente as permanentes – são mais ativas, outras nem tanto. A Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática tem reuniões periódicas frequentes. No último ano, todavia, a maior parte dos temas abordados foi pertinente à atividade de telecomunicação, por exemplo sobre a cobertura de sinal de celular nas rodovias federais, radiodifusão e prestação de serviços de internet. Por outro

---

3 <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cctci>. Acesso em 30/03/2020.

4 <https://www.camara.leg.br/comissoes/comissoes-temporarias>. Acesso em 30/03/2020.

lado, a Comissão sobre o Banco Central Regular Moedas virtuais foi instalada em julho de 2019 e teve poucas reuniões, nenhuma no ano de 2020<sup>5</sup>.

As Frentes Parlamentares são agrupamentos que congregam membros do parlamento em torno de temas ou pautas de interesse comuns, independentemente do partido a que pertencem: agronegócio, indústria, defesa do comércio de armas, do esporte. Antes informais, hoje são catalogadas e divulgadas nos sites das Casas. Apenas na Câmara dos Deputados havia na 56ª Legislatura, iniciada no ano de 2019, mais de 300 Frentes Parlamentares registradas, alcançando tanto temas gerais, como saúde e direitos humanos, como específicos, por exemplo o apoio ao potássio brasileiro, a defesa dos lotéricos, dos médicos brasileiros formados no exterior, dos rodeios e vaquejadas<sup>6</sup>.

Interessante é a constatação de que, das 300 Frentes Parlamentares atuais, somente duas dizem respeito à tecnologia: a Frente Parlamentar Mista de Ciência, Tecnologia, Pesquisa e Inovação, criada em 31/05/2019, e a Frente Parlamentar Mista para a Inteligência Artificial, criada em 03/03/2020 – se não contarmos a Frente Parlamentar da Informatização na Saúde e a Frente Parlamentar em prol dos Jogos Eletrônicos e Games, atividade econômica cada vez mais relevante.

Existe a possibilidade de tramitação urgente para determinados temas, por vezes até dispensando a competência do Plenário, mas de forma excepcional.

A estrutura de tramitação legislativa no Senado Federal é semelhante, mas não a reproduziremos aqui por razões de espaço e porque o que se quer apontar aqui não é a organização do processo legislativo no Congresso Nacional, mas a complexidade do trâmite de projetos de lei e a insuficiente atenção que se dá a questões ligadas à tecnologia em um mundo em acelerada mutação.

---

5 <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/56a-legislatura/banco-central-regular-moedas-virtuais>. Acesso em 30/03/2020.

6 <https://www.camara.leg.br/internet/deputado/frentes.asp>. Acesso em 30/03/2020.

## Legislação e interpretação judicial

O risco de regular sobre temas sensíveis sem a maturação da discussão no âmbito do Poder Legislativo e da sociedade civil é enorme. Normatizar comportamentos – e determinar sanções pelo seu descumprimento – demanda debates e tempo. Sem esse devido cuidado, a legislação feita apressadamente pode piorar a sensação de insegurança jurídica, ao invés de torná-la menor.

Destaca-se, ainda, o uso acentuado, pelos sucessivos governos, do instrumento da Medida Provisória. Destinadas a suceder o antigo Decreto-Lei da Constituição de 1967, que permitia ao Chefe do Poder Executivo editar normas com força de lei, ainda que depois submetidas à aprovação ou chancela do Poder Legislativo, as Medidas Provisórias, segundo José Afonso da Silva, não constavam da redação final da Constituição:

Um gênio qualquer, de mau gosto, ignorante, e abusado, introduziu-as aí, indevidamente, entre a aprovação do texto final (portanto depois do dia 22.9.88) e a promulgação-publicação da Constituição no dia 5.10.88<sup>7</sup>.

O trâmite das medidas provisórias no Congresso Nacional traz ainda mais complicações, desta vez não pela demora ou complexidade em sua tramitação, mas pelo oposto: a necessidade de sua apreciação e conversão em lei em 60 dias torna seu andamento necessariamente rápido e o procedimento, sumário. Não é difícil concluir que, nas matérias que o Executivo entender que possuem urgência e relevância a ponto de editar uma medida provisória, o alcance e a extensão dos debates sobre a matéria no Congresso Nacional, bem como a possibilidade de participação da sociedade como um todo nos debates antecedentes à sua votação, serão extremamente limitados.

---

7 Da Silva, José Afonso. Curso de Direito Constitucional Positivo. São Paulo. Malheiros Editores. São Paulo. 35ª ed., pg. 525.

A experiência demonstra que por vezes um projeto de lei bem detalhado e fruto de negociações, audiências públicas, oitiva de experts, da comunidade acadêmica, científica e de mercado, ainda assim encontra obstáculos políticos em sua tramitação. Os entraves podem ser de diversas ordens, e não cabe aqui abordá-las. Mas é fato que muitas vezes algum partido ou bloco, não concordando com uma palavra, um inciso ou um determinado aspecto de um projeto, termina por impor empecilhos a seu trâmite. Isso é natural, e é do jogo político. Busca-se, então, uma solução de consenso para a questão, com a retirada daquele ponto causador da discórdia, eliminando-se o obstáculo para o andamento do projeto de lei.

A dificuldade de obtenção de consensos, e as alterações – por vezes mutilações – do texto em trâmite, acabam com relativa frequência resultando em uma lei genérica e com muitas lacunas. O resultado é a permanência de situações sem regulação, a existência de dubiedades e omissões. A partir daí, situações práticas conflituosas decorrentes da aplicação da lei vão surgir, seja no âmbito do poder público, seja na relação deste com os entes privados, seja nas relações entre os agentes econômicos e os cidadãos e/ou consumidores.

Igualmente, são muitos os exemplos de crimes graves noticiados na mídia que levaram a uma “severa resposta” do Poder Público, consistente tão somente na elaboração de uma lei contendo o aumento de pena para aquela conduta, ou apresentando uma regulamentação vaga e cheia de defeitos para – supostamente – coibir novos crimes. Infelizmente, importa aí mais a “dura resposta” dada pelo governante ou legislador à mídia em face do crime, do que a efetiva regulação da conduta – e a consequência é também a edição de uma lei vaga e defeituosa.

A insegurança jurídica permanece. E o agente a ser chamado para solucionar os conflitos, interpretando a lei, é o Poder Judiciário. Este, com a conhecida complexidade do trâmite processual e a quantidade gigantesca de processos a ele submetida, demora muito mais que o desejável para entregar à sociedade a interpretação definitiva da norma.

Nem os mais de 30 milhões de sentenças e acórdãos proferidos anualmente pelos juízes e tribunais do país são suficientes a diminuir o enorme estoque de processos judiciais e tornar satisfatória a velocidade de atendimento da demanda avassaladora que ingressa todos os anos nos fóruns do Brasil.

Forçoso concluir que o Poder Judiciário precisa, o tempo todo, resolver conflitos interpretando normas antigas para casos modernos. Contratos eletrônicos, operações societárias complexas, transferência de tecnologia, transações financeiras intrincadas e operações estruturadas, obtenção e uso de informações pessoais, delitos informáticos, invasão de computadores, tudo isso tem levado a processos judiciais, no âmbito civil ou criminal, que precisam ser resolvidos pelos juízes, sem que estes possam deixar de apreciá-los pela ausência de legislação específica.

Não há tempo para a formação de uma jurisprudência consolidada pelos Tribunais Superiores. A uniformização da interpretação da Lei Federal, pelo Superior Tribunal de Justiça, e da Constituição Federal, pelo Supremo Tribunal Federal, é algo intrinsecamente demorado. Os conflitos que surgem na sociedade e resultam em processos judiciais começam na primeira instância, e demoram até chegar às instâncias superiores. As hipóteses de acesso direto aos Tribunais Superiores são restritas, e os casos que podem ser submetidos aos sistemas de recursos repetitivos – que dão ensejo à suspensão do andamento dos processos em tramitação em todas as instâncias até a decisão final sobre a matéria, com eficácia vinculante para os demais órgãos da Justiça – são em número ainda insuficiente, e mesmo esse procedimento é mais demorado que todos gostaríamos; afinal, também os Tribunais Superiores estão congestionados.

Claro que o resultado disso é a prolação de decisões, país afora, que interpretam a legislação em sentidos variados, muitas vezes opostos. Isso é natural: as decisões vão sendo analisadas pelos Tribunais de segunda instância, e permitem que as interpretações conflitantes sejam a seguir uniformizadas pelos Tribunais Superiores.

Todo esse processo é muitas vezes confundido com um ativismo judicial, mas a expressão é equivocada. Na realidade, se inexistente ou vaga a legislação sobre um tema, é necessário que o juiz busque as ferramentas interpretativas que lhe permitam aplicar a norma ao caso concreto.

Até que uma uniformização de interpretação da lei venha a ocorrer, o que existe não é ativismo judicial; é, sim, a necessária e indeclinável atuação judicial frente a casos concretos que são submetidos ao magistrado.

Exemplo disso, nos últimos anos, foi o surgimento de inúmeros casos envolvendo crimes praticados com o uso de ferramentas cibernéticas, onde as condutas praticadas no meio virtual precisaram ser interpretadas dentro de uma legislação que somente previa condutas existentes no mundo real. A exposição indevida da intimidade das pessoas, os ataques a contas bancárias via internet, o sequestro de dados de computadores de pessoas ou empresas, tudo isso precisou ser enquadrado nas condutas previstas na legislação tradicional, até que fosse aprovada legislação específica sobre os crimes praticados on line.

Foi assim, por exemplo, até a lei 12.737, de 2012, conhecida como Lei Carolina Dieckman por ter sido aprovada após a divulgação de fotos da atriz, viesse a trazer tipo penal específico para a invasão de computadores:

Art. 154-A. Invadir dispositivo informático alheio, conectado ou não à rede de computadores, mediante violação indevida de mecanismo de segurança e com o fim de obter, adulterar ou destruir dados ou informações sem autorização expressa ou tácita do titular do dispositivo ou instalar vulnerabilidades para obter vantagem ilícita:

Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, e multa.

§ 1º Na mesma pena incorre quem produz, oferece, distribui, vende ou difunde dispositivo ou programa de computador com o intuito de permitir a prática da conduta definida no caput.”

Mesmo assim, não é difícil verificar como são brandas as penas aplicadas a essas condutas, sobretudo se se levar em consideração o constante incremento desse tipo de ocorrência. Segundo levantamento da associação SaferNet Brasil em parceria com o Ministério Público Federal (MPF), em 2018 foram contabilizados “133.732 queixas de delitos virtuais, como pornografia infantil, conteúdos de apologia e incitação à violência e crimes contra a vida e violência contra mulheres ou misoginia e outros”<sup>8</sup>.

## Legislação para um mundo virtual

Um marco importante para a regulamentação das atividades virtuais foi a edição da Medida Provisória 2200-2, de 2001, que criou a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira, buscando regular as transações eletrônicas e dar às partes a necessária segurança jurídica, por intermédio de um certificado digital que lhes permitiria ter a certeza da autoria, do conteúdo e da autenticidade de um documento eletrônico. Foi uma norma avançada para a época, em que pouquíssimas pessoas fora do mundo da tecnologia compreendiam o que seria a criptografia digital, o que seria a certificação digital, um token, e muito menos para que serviria tudo isso.

O crescimento do uso dos certificados digitais foi lento, basicamente a partir de iniciativas governamentais como seu uso pela Receita Federal, e pelo Judiciário, com a adoção do Processo Judicial Eletrônico, hoje amplamente disseminado. Ainda hoje, contudo, a realização de negócios por meio de certificação digital é relativamente pequena: há apenas 9 milhões de certificados digitais ativos, cerca de 55% para pessoas

---

8 [https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2019/08/04/interna\\_politica,1074689/crimes-ciberneticos-disparam-expoem-fragilidade-tecnologica-no-brasil.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2019/08/04/interna_politica,1074689/crimes-ciberneticos-disparam-expoem-fragilidade-tecnologica-no-brasil.shtml). Acesso em 09/04/2020.

jurídicas e 45% para pessoas físicas<sup>9</sup>. A lei demora a encontrar sua verdadeira concretização no mundo real.

Mais recentemente, a Lei 12.965/2014, conhecida como o Marco Civil da Internet, apesar de buscar trazer segurança jurídica ao estabelecer, por exemplo, a responsabilidade civil dos provedores de aplicações de internet quando, intimados por ordem judicial a retirar conteúdo de terceiros, deixarem de tomar providências para isso, não parece suficiente a cumprir seu intento. Não há penalidades específicas para a empresa, e os instrumentos de coerção para o cumprimento de decisões judiciais não parecem eficazes até o momento – vide, por exemplo, os conhecidos casos de bloqueio temporário do facebook ou do whatsapp em anos recentes como forma de cessar o descumprimento reiterado de ordens judiciais de retirada de conteúdo ou de requisição de informações. Certamente esses bloqueios seriam eficazes para a solução da questão no caso concreto, mas com o efeito colateral de prejudicar o uso pessoal e profissional dessas ferramentas por milhões de pessoas. Trata-se de questões até hoje objeto de acirrados debates e não solucionadas de forma adequada, na lei e na jurisprudência, não só no Brasil.

A lei mais recente que merece menção nessa incessante perseguição do legislador à realidade que teima em dele se afastar é Lei Geral de Proteção de Dados.

O primeiro anteprojeto de uma lei de proteção de dados pessoais foi apresentado pelo Ministério da Justiça e liberado para consulta pública em dezembro de 2010. Recebeu 794 contribuições durante 5 meses, mas não teve seguimento. Em julho de 2012 teve início na Câmara dos Deputados o projeto de lei 4060/2012, bem diferente do anterior. Dois outros sobrevieram, o PLS 330/2013 PLS 131/2014 no Senado. Em maio de 2016 o projeto do Executivo foi enviado ao Congresso Nacional, e todos os projetos foram apensados e convertidos em um único substitutivo. Inúmeras

---

9 <https://www.iti.gov.br/noticias/indice-de-noticias/4133-certificado-digital-icp-brasil-alcanca-a-marca-de-9-milhoes>. Acesso em 09/04/2020.

contribuições foram apresentadas ao projeto, mediante consulta pública e aportes de setores acadêmicos, da sociedade civil e do mercado<sup>10</sup>.

Fortemente influenciada também pelo RGPD europeu, editado em abril de 2016, finalmente a Lei 13.709/2018, a Lei Geral de Proteção de Dados, foi aprovada em 2018.

Marco legal relevante para a proteção do cidadão na sua vida cotidiana e digital, expressão de um direito individual que aponta os dados como patrimônio pessoal e não como algo que empresas possam tomar e usar sem cerimônia, a LGPD estabelece claros princípios para o tratamento de dados alheios:

Art. 6º As atividades de tratamento de dados pessoais deverão observar a boa-fé e os seguintes princípios:

I – finalidade: realização do tratamento para propósitos legítimos, específicos, explícitos e informados ao titular, sem possibilidade de tratamento posterior de forma incompatível com essas finalidades;

II – adequação: compatibilidade do tratamento com as finalidades informadas ao titular, de acordo com o contexto do tratamento;

III – necessidade: limitação do tratamento ao mínimo necessário para a realização de suas finalidades, com abrangência dos dados pertinentes, proporcionais e não excessivos em relação às finalidades do tratamento de dados;

IV – livre acesso: garantia, aos titulares, de consulta facilitada e gratuita sobre a forma e a duração do tratamento, bem como sobre a integralidade de seus dados pessoais;

V – qualidade dos dados: garantia, aos titulares, de exatidão, clareza, relevância e atualização dos dados, de acordo com a necessidade e para o cumprimento da finalidade de seu tratamento;

---

10 Para um detalhado histórico da LGPD, ver Rielli, Mariana Marques, O processo de construção e aprovação da Lei Geral de Dados Pessoais: bases legais para tratamento de dados em um debate multissetorial. In Revista do Advogado AASP. São Paulo. Nº 144, pg. 9.

VI – transparência: garantia, aos titulares, de informações claras, precisas e facilmente acessíveis sobre a realização do tratamento e os respectivos agentes de tratamento, observados os segredos comercial e industrial;

VII – segurança: utilização de medidas técnicas e administrativas aptas a proteger os dados pessoais de acessos não autorizados e de situações acidentais ou ilícitas de destruição, perda, alteração, comunicação ou difusão;

VIII – prevenção: adoção de medidas para prevenir a ocorrência de danos em virtude do tratamento de dados pessoais;

IX – não discriminação: impossibilidade de realização do tratamento para fins discriminatórios ilícitos ou abusivos;

X – responsabilização e prestação de contas: demonstração, pelo agente, da adoção de medidas eficazes e capazes de comprovar a observância e o cumprimento das normas de proteção de dados pessoais e, inclusive, da eficácia dessas medidas.

Os direitos reconhecidos ao titular dos dados são diversos, especialmente elencados no art. 18 da lei, dentre os quais: direito à confirmação da existência de tratamento de dados; acesso aos dados; correção de dados incompletos, inexatos ou desatualizados; anonimização, bloqueio ou eliminação de dados, direito de informação sobre compartilhamento de dados; sobre a possibilidade de não fornecer consentimento; e a revogação do consentimento.

Mas, em outros pontos da lei são apresentados ou referidos outros direitos assegurados ao titular dos dados, como no caso do art 7º, que exige para o tratamento de dados pessoais determinados requisitos, como o consentimento do titular ou, inexistente este, outros específicos, como a realização de estudos por órgãos de pesquisas, a proteção ao crédito ou a execução de contrato de que seja parte o titular dos dados<sup>11</sup>.

---

11 Uma boa descrição e rol dos direitos dos titulares de dados se encontra em Fração, Ana. Direitos básicos dos titulares de dados pessoais. In Revista do Advogado AASP, São Paulo. N° 144, pg 33.

A LGPD vai alterar profundamente os procedimentos de compliance das empresas e a forma de relacionamento com as pessoas de quem se coletam dados. A responsabilidade aumenta sobremaneira e atinge todos os setores, do marketing digital ao de comunicações, da educação à indústria da internet das coisas.

Dos projetos de lei ora em tramitação, cremos relevante destacar dois: O PL 3443/2019, que dispõe sobre a Prestação Digital dos Serviços Públicos na Administração Pública – Governo Digital foi apresentado em 11/06/2019, mas até o momento recebeu apenas a designação dos relatores nas comissões temáticas<sup>12</sup>.

Em 04/02/2020 foi apresentado o projeto de lei 21/2020, que estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil. Foi apensado ao projeto apresentado uma semana depois, que recebeu o número 240/2020, que estabelece uma lei de inteligência artificial no país. Ambos cuidam, por exemplo, de princípios ligados ao uso da inteligência artificial no país, dentre eles a neutralidade dos algoritmos a serem utilizados por sistemas e robôs na indústria. Estabelecem, ainda, a adoção de diversos dos enunciados e princípios constantes da Declaração de Princípios da OCDE para a Inteligência Artificial, adotada em maio de 2019 na reunião de Paris, e assinada pelos 36 países da OCDE mais Brasil, Argentina, Colômbia, Costa Rica, Peru e Romênia<sup>13</sup>.

## **Dilemas da era 4.0 – O exemplo do acesso a bancos de dados do poder judiciário**

São muitos os conflitos entre valores antagônicos e os dilemas éticos decorrentes do uso da tecnologia. Alguns dos mais prementes têm em comum a característica de colocarem em campos opostos a coleta de

---

12 <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2207511>

13 <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em 10.04.2020.

dados e informações e seu uso por empresas e governos, e o direito dos cidadãos a seus dados e à sua intimidade.

A monetização dos dados para fins publicitários ou mesmo políticos, como no caso que envolveu o Facebook e a Cambridge Analytics, ou no disparo massivo de mensagens políticas por Whatsapp em eleições em diversos países do mundo, inclusive no Brasil, são fenômenos novos e relevantes que necessitam de atenção do Legislativo.

Mesmo o Poder Público, como detentor de dados de cidadãos e empresas em grande quantidade, enfrenta dificuldades no momento em que o acesso a esses dados passa a ser tecnologicamente mais fácil, tornando sua gestão mais complexa.

Um exemplo de situação de difícil compatibilização na aplicação de leis que sinalizam em sentidos aparentemente opostos está no acesso aos bancos de dados dos Tribunais do país.

A Constituição Federal assegura que o processo judicial é público, consolidando o princípio da publicidade como ferramenta de controle social da atuação judicial e tornando excepcional o trâmite de processos em segredo de justiça (art. 5º, LX). O Estatuto do Advogado, por sua vez, assegura o acesso dos advogados aos autos dos processos judiciais, mesmo aqueles em que não atuem (Lei 8.906/94, art. 7º, XIII). E a Lei de Acesso à informação (Lei 12.517/2011) consagrou diversos direitos do cidadão no que diz respeito ao conhecimento dos dados existentes nos bancos de dados de entes públicos – inclusive no Judiciário.

O cumprimento dessas normas no cotidiano nunca foi muito problemático, num mundo em que o advogado, para ter acesso aos autos de processos judiciais, precisava efetuar pesquisas sobre o local em que o processo tramitava, deslocar-se ao fórum e solicitar cópias dos documentos, petições e decisões judiciais que lhe interessavam. A própria dificuldade material na obtenção desses dados e, depois, em seu processamento para fins estatísticos na busca de um padrão ou da previsão de probabilidade de sucesso de demandas, ou outras finalidades, tornava o processo artesanal e, portanto, do ponto de vista de

uma análise de bases de dados e da privacidade dos cidadãos em geral, irrelevante.

Mas, a transformação da Justiça brasileira em uma justiça eletrônica, com os processos deixando de tramitar em papel e rumando para o mundo virtual, mudou radicalmente essa situação.

Hoje os mais de 100 milhões de processos em andamento no país, tramitando em meio eletrônico, possuem dados estruturados a respeito dos litigantes, bem como informações sobre os tipos de conflito que são levados a Juízo e as decisões que são tomadas nos casos concretos. A extração desses dados por sistemas robotizados é cada vez mais simples, e o processamento eletrônico dos dados e documentos extraídos do processo, com ferramentas de *machine learning*, igualmente fácil. A capacidade de processamento desses dados cresce exponencialmente. O Judiciário e demais atores do campo jurídico já desenvolvem ferramentas de inteligência artificial para identificar ações semelhantes, automatizar tarefas e mesmo selecionar e propor textos apropriados para o caso em exame.

Ainda, a Lei 13.793/2019 veio a permitir o acesso dos advogados aos sistemas processuais. E mais, ampliou o acesso aos atos e *documentos* processuais, prevendo-o *automático*.

Dito isso, apresenta-se claramente o dilema do Judiciário: o acesso à informação – rápido, fácil, completo, massivo e facilmente sistematizável, é compatível com a proteção de dados pessoais prevista na LGPD? Deve haver limites no acesso aos bancos de dados dos Tribunais para terceiros? Além dos dados de processos que tramitam em segredo de justiça, há dados sensíveis dos litigantes que devem ser mantidos indisponíveis? Como separar esses dados e documentos sensíveis dos demais documentos dos processos, que poderiam ser acessados? É necessária – e possível – uma anonimização de dados divulgados? Os custos envolvidos no tratamento dos dados divulgados – vale dizer, sua sistematização, estruturação, anonimização e preparação para acesso – são passíveis de cobrança de quem os acessa? Essa cobrança, se existente, deve atingir os

usuários individuais, as instituições de pesquisa, ou somente as lawtechs e legaltechs, empresas que realizam atividades de análise de dados para fins variados, inclusive de previsão de probabilidade de sucesso em demandas futuras?

Essas questões são atualmente objeto de análise em Grupo de Trabalho formado pela Portaria 53/2019 do Conselho Nacional de Justiça, destinado a elaborar estudos e propostas no sentido da formulação de uma política de acesso às bases de dados dos tribunais, e mostram a complexidade de interpretação das normas em cotejo.

Segundo Ricardo Cueva,

o tratamento de dados pessoais pelo Poder Judiciário deve necessariamente levar em consideração as exigências da LAI quanto à transparência em prol do interesse público, tal como expressamente previsto na LGPD. O legislador sabiamente procurou harmonizar os dois diplomas, que, apesar dos diferentes enfoques, guardam importantes pontes de contato e são perfeitamente compatíveis, sobretudo quando se cogita o acesso aos dados tratados pelo Poder Judiciário em suas atividades administrativas, que não se confundem com suas atividades-fim<sup>14</sup>. Já Langenegger e Gobbato apontam que “De imediato, foi possível notar que a LAI e a LGPD preveem cuidados com dados pessoais sem, todavia, impedir sua disponibilização em políticas de transparência. Para tanto, deverão ser adotados cuidados pelo Poder Público quando da disponibilização de dados pessoais ao público, como a ponderação, no caso concreto, entre os riscos à privacidade e o alcance do interesse coletivo. Além disso, deverão também ser observadas as balizas estabelecidas pela LGPD àqueles que tratam dados obtidos de base de dados públicas<sup>15</sup>”

---

14 Cueva, Ricardo Villas Boas. Proteção de Dados Pessoais no Judiciário. In Revista do Advogado AASP, São Paulo. Nº 144, pg. 139.

15 Langenegger, Natalia e Gobbato, Andréa. Compatibilização da Lei de Acesso à Informação com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais: desafios no âmbito do Poder Judiciário. In Revista do Advogado AASP, São Paulo. Nº144, pg. 148

Essa questão, naturalmente, se reproduz nos demais setores do Poder Público, onde há uma grande variedade de bases de dados, e faz emergir outra pergunta: deveria o Legislativo tratar especificamente desse tema?

## **Inovação e novos marcos regulatórios**

A Sociedade 4.0 vai muito além da chamada Indústria 4.0. As modificações trazidas pelo Big Data, pela internet das coisas, pelo uso da inteligência artificial nos processos industriais, mecânicos, de prestação de serviços e nos relacionamentos sociais virtuais, trazem implicações na vida das pessoas e das comunidades que seriam impossíveis de se imaginar até há pouco tempo.

O mundo hiperconectado leva para o campo do mundo digital todos os dramas do mundo real e também apresenta novos. A disseminação do 5G impulsionará ainda mais essa revolução.

Até onde deve ir a legislação a respeito, sem invadir a liberdade das pessoas e dos agentes econômicos, e sem tolher a capacidade de inovação? A internet das coisas, por exemplo, merece legislação específica?

Casas e carros automatizados trarão questões éticas e de responsabilidade civil, por exemplo: quem é responsável por tomar decisões como a de desviar de um obstáculo para a direita, atingindo duas pessoas idosas, ou para a esquerda, atingindo 4 crianças? Quem responde pela decisão tomada? Quais os limites da responsabilidade em caso de acidente?

A discussão sobre os algoritmos envolvidos em tomada de decisões deve ser objeto de normatização? É possível determinar em lei a neutralidade dos algoritmos? A quem cabe a fiscalização dessa neutralidade, ou a identificação de determinado viés?

É conhecido o caso da utilização, nos EUA, do sistema COMPAS, para traçar o perfil de acusados de crimes e estabelecer a probabilidade de reincidência, para fins de fixação do regime de cumprimento da pena e de sua duração. Narram Nunes e Marques:

Em uma pesquisa realizada pela ProPublica, averiguou-se, no entanto, que o algoritmo utilizado tende a classificar erroneamente acusados negros como prováveis reincidentes e, por outro lado, enquadrar, também de forma equivocada, acusados brancos como indivíduos com baixo risco de reincidência. A empresa Northpointe, responsável pelo software, não disponibiliza ao público o algoritmo no qual se baseia o índice de reincidência do acusado, mas apenas as perguntas feitas ao indivíduo e utilizadas no cálculo, de modo que o réu não sabe por qual motivo possui um alto ou baixo indicador, tampouco de que forma suas respostas influenciam no resultado final. Vale salientar que não se pergunta a raça do acusado no questionário, porém são feitas perguntas que acabam por selecionar indivíduos pobres e, em sua maioria, negros, como prováveis reincidentes. Nesse ponto, verifica-se o risco da realização de analogias para a previsão de comportamentos quando faltam dados específicos sobre os resultados pretendidos. É certo que não se pode precisar cientificamente quais características e indicadores fazem com que um indivíduo seja mais ou menos propenso à reincidência. Assim, para que o algoritmo chegue a tal resultado, são utilizadas correlações entre dados, como a existência de parentes ou vizinhos condenados, o desempenho escolar, a convivência com usuários de drogas entre outros, e a probabilidade de reincidência, o que carece de confirmação científica e acarreta resultados discriminatórios.<sup>16</sup>

Novas questões sobre relações comerciais, sobre serviços online prestados em pontos distantes do globo, sobre propriedade intelectual, surgem a cada momento. Como lidar com a questão da validade jurídica de transações realizadas via *blockchain*? Como lidar com as criptomoedas, tanto do ponto de vista de seu valor como meio de pagamentos, como em outros aspectos como tributação e penhorabilidade?

---

16 Nunes, Dierle e Marques, Ana Luiza Pinto Coelho. Algoritmo: o risco da decisão das máquinas. In Revista Bonjuris. Ed. 659.

Assistimos perplexos às possibilidades de utilização de reconhecimento facial para as finalidades mais variadas. Vivenciamos no presente a normalização da substituição do conceito de intimidade por um novo conceito mais fluido, etéreo e vago, em nome de uma proteção imaginária dos cidadãos e uma indefinida sensação geral de mais segurança.

No campo público, o Estado tem a possibilidade e a capacidade de realizar o controle de localização dos indivíduos pelo celular ou pelo simples transitar pela rua; noticia-se em alguns países a atribuição de pontos positivos ao cidadão, proporcionais à sua adesão às normas legais, como critério de facilitação do acesso a serviços e benefícios públicos. No campo privado, o acesso por empresas à quase totalidade dos dados pessoais e sua comercialização constituem uma realidade.

As questões que surgem desse mundo fluido são infinitas. Os freios estabelecidos pela lei de proteção de dados terão sucesso? Quais as perspectivas de sucesso, na prática, de uma regulação nacional (e internacional?) que impeça a prática de violações às diretrizes de proteção de dados e sua utilização por empresas ou governos? Será possível, de algum modo, conter a disseminação de ciberataques, que diariamente expõem e caluniam pessoas, destruindo reputações e disseminando notícias falsas, influenciando mentes e eleições com o disparo em massa de mensagens por redes sociais e aplicativos de comunicação? O que define, ao final, o que é fake news? Como prevenir e reprimir essas condutas de forma eficiente?

À pergunta sobre se seria relevante a legislação alcançar esse tipo de situação, pode-se responder com uma divagação simples: basta imaginar o dia em que chegar à Justiça a primeira ação questionando o fato de um credor ter encontrado a localização de um devedor por intermédio de um software de reconhecimento facial.

## **Conclusão**

Tanto o Executivo quanto o legislativo precisam acompanhar de perto a evolução tecnológica para formular políticas públicas que

acompanhem e incentivem a inovação tecnológica e estabeleçam princípios e parâmetros para que ela ocorra de forma ética e em benefício da sociedade.

A Sociedade 4.0 torna ainda mais necessário esse aumento de atenção e velocidade do Legislativo, ante a necessidade de novos marcos regulatórios para uma série de atividades e para os variados aspectos decorrentes da inovação na vida das pessoas e das empresas, desde os direitos de personalidade e intimidade, até aqueles pertinentes ao âmbito do direito do consumidor, tributário, dos contratos, criminal, propriedade imaterial e outros.

A produção legislativa deve refletir a evolução das relações presentes no mundo real e no mundo virtual. Como resultado de uma dinâmica social complexa e mutável, ela vivencia a constante busca de um delicado equilíbrio: atender a essa demanda com rapidez, enquanto necessita de um tempo de maturação das discussões envolvidas em sua elaboração, permitindo a participação e o oferecimento de aportes pelas variadas forças sociais.

É necessário que o olhar do Poder Legislativo permaneça aberto ao debate permanente desses temas, e que as Frentes Parlamentares e Comissões funcionem como fórum permanente de observação do novo e de constante reflexão sobre seus impactos na sociedade.

Esse debate precisa ser travado sempre em cooperação com os vários setores da sociedade, de forma ampla e transparente. Sem isso, permaneceremos vivendo em um mundo digital e hiperconectado, mas com uma legislação defasada e feita para um mundo que já passou.

A pandemia da COVID-19, em plena explosão no momento em que este texto é escrito, parece um daqueles eventos transformadores, destinados a potencializar e consolidar todas as preocupações que têm movido as sociedades, os governos e as empresas no mundo atual. Entre o negacionismo e o pânico generalizado, em meio a um bombardeio de informações e de guerra de versões sobre dados de contágio, testes mais ou menos acurados, índices de mortalidade, eficácia de remédios e

tratamentos, busca de vacinas, efeitos na saúde pública e na economia, os governantes e legisladores têm buscado oferecer respostas rápidas, e projetos de lei têm sido aprovados em vários países, inclusive no Brasil, com rapidez e por meio de votações online em um Congresso funcionando à distância.

Esperamos que a tragédia da pandemia traga ao menos um novo olhar sobre a necessidade de que a produção legislativa seja atenta a um mundo em mutação, e que acompanhe a velocidade exigida pelas novas tecnologias. Que seu trâmite seja democrático, com abertura de espaços para que a sociedade apresente suas análises e ofereça aportes, e rápido, para trazer a necessária segurança jurídica para os agentes econômicos, governo e população.

E, finalmente, que possam se tornar frequentes avaliações positivas sobre o trâmite de projetos de novas leis como a oferecida por Mariana Marques Rielli sobre a LGPD:

O processo legislativo é permeado por inúmeros grupos de pressão, que atuam para influenciar os resultados deste jogo e fazer prevalecer seus interesses. A construção de marcos legais complexos e inovadores evidencia estas interações – foi o que aconteceu, por exemplo, com o Marco Civil da Internet ou a Lei de Acesso à informação – e não seria diferente com uma legislação de tamanha relevância como a LGPD. No caso da LGPD, a conjuntura foi tal que houve uma sinergia emblemática entre setores que não necessariamente “conversam” em outros cenários. O consenso resultante produziu uma lei considerada moderna e inovadora, o que é um indício importante da abertura à participação e engajamento multissetorial no processo legislativo<sup>17</sup>.

É o que esperamos do futuro.

---

17 Rielli, Mariana Marques, *op cit*, pg 13

## Referências bibliográficas

CANOTILHO, J. J. Gomes. Direito Constitucional. Coimbra. 6ª ed, pg 824.

CUEVA, Ricardo Villas Boas. Proteção de Dados Pessoais no Judiciário. Revista do Advogado AASP, São Paulo. Nº 144, p. 139, 2019.

DA SILVA, José Afonso. Curso de Direito Constitucional Positivo. São Paulo. Malheiros Editores. São Paulo. 35ª ed., p. 121.

FRAZÃO, Ana. Direitos básicos dos titulares de dados pessoais. Revista do Advogado AASP, São Paulo. Nº 144, p. 33, 2019.

LANGENEGGER, Natalia e GOBBATO, Andréa. Compatibilização da Lei de Acesso à Informação com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais: desafios no âmbito do Poder Judiciário. Revista do Advogado AASP, São Paulo. Nº144, p. 148, 2019.

NUNES, Dierle e MARQUES, Ana Luiza Pinto Coelho. Algoritmo: o risco da decisão das máquinas. Revista Bonjuris. Curitiba. Ed. 659, p. 49, 2019.

RIELLI, Mariana Marques, O processo de construção e aprovação da Lei Geral de Dados Pessoais: bases legais para tratamento de dados em um debate multissetorial. Revista do Advogado AASP. São Paulo. Nº 144, p. 9, 2019.

---

**Paulo Sérgio Domingues** é Desembargador Federal do Tribunal Regional Federal da 3ª Região, em São Paulo, presidente da Comissão de Informática do TRF3 e Professor de Direito Processual Civil da Faculdade de Direito de Sorocaba. Foi presidente da Associação dos Juizes Federais do Brasil – AJUFE. Ex-bolsista da KAS.

# A quarta revolução industrial e *blockchain* valores sociais e confiança<sup>1</sup>

---

Alexandre Veronese

## Resumo

O artigo traz um debate sobre a relação possível entre o processo social denominado como Quarta Revolução Industrial e a tecnologia de cadeia de blocos (*blockchain*), sob a perspectiva sociológica. Para tanto, o texto descreve e analisa o conceito de Quarta Revolução Industrial e a tecnologia *blockchain*. Além da descrição, no caso da última, são analisadas potenciais tentativas de violação de aplicações e de fraudes em redes de *blockchain*. A conclusão do trabalho evidencia que as novas tecnologias da informação e da comunicação são produzidas por seres humanos e, logo, elas têm seus usos e potenciais definidos pela sociedade, através de processos regulatórios. Os valores sociais que serão preponderantes serão determinados pelos modos de utilização dessas novas tecnologias, pela sociedade, em seu sentido mais amplo.

---

1 Esse texto se refere à versão ampliada da palestra realizada no 3º Colóquio França-Brasil de Direito e Internet, realizado nos dias 13 e 14 de abril de 2019, na Universidade de Brasília. O autor agradece à CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pelo fomento que possibilitou a realização desse evento, bem como à *Université de Paris* (antes, *Université Paris Descartes*), ao *Institut de Recherche Juridiques de la Sorbonne*, da *Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne* e à *Université Aix-Marseille*, que custearam a participação dos pesquisadores franceses.

## **Abstract**

The article brings a sociological discussion about the possible relationship about the social process known as the Fourth Industrial Revolution and the blockchain technology. To do so, the article describes and analyses the concept of the Fourth Industrial Revolution and blockchain technology. Besides the description, the article brings analyses about three possible ways to violate blockchain applications and commit frauds on blockchain networks. The article espouses the conclusion that the new information and communication technologies are creations of human beings and, therefore, the societies can define their uses and potentials, by the means of the regulatory process. The social values, which will prevail, will be those chosen by the societies, in a broader sense, during their usage.

## **1. Introdução**

O início do século XXI tem sido marcado por diversas mudanças sociais e tecnológicas que se apresentam como revolucionárias. Ora, elas são descritas como revoluções, em um sentido positivo. Ora, elas são mencionadas como mudanças dotadas de riscos e perigos. Para os sociólogos, o fim do século passado se apresentou como um momento de repensar os conceitos fundamentais da disciplina. Esses conceitos fundamentais sempre estiveram colocados em diádes, dentre as quais podemos citar a dicotomia entre o capital e o trabalho como a mais conhecida; por tal formulação, para entender o funcionamento de uma dada sociedade moderna, haveria que se compreender como havia sido construída a luta entre os burgueses e os proletários, bem como ela se apresentava em peculiares nuances nos vários países. Um modo mais contemporâneo de se classificar a sociologia passa por outras diádes. É possível listar duas. A primeira delas se refere ao comportamento social. Por meio dessa formulação teórica, para compreensão do comporta-

mento, seria necessário, em um dos polos da díade, se entender os incentivos – e óbices – objetivos, tais como as restrições de acesso aos bens e aos recursos. Do outro lado da díade, seria relevante compreender os incentivos – e obstáculos – subjetivos, tais como o papel das crenças e das culturas. A segunda díade da teoria social se baseia na dicotomia entre estruturas e ações (ou, interações). Assim, algumas teorias seriam mais dirigidas para a compreensão de estruturas sociais, as quais conformariam, por conseguinte, as ações e interações, no diagnóstico de sociólogos, ao passo que outras são mais dirigidas à compreensão das ações sociais, as quais conformariam as estruturas sociais.<sup>2</sup> Essa modelagem é atual e pode ser percebida em autores-chave para a teoria social contemporânea, como Manuel Castells.<sup>3</sup>

É certo que o fim do século XX trouxe razoável mitigação das explicações sociais baseadas em dois conceitos que estavam em crise, na visão dos sociólogos. O primeiro deles era o conceito de Estado. Vários autores se debruçaram sobre os fenômenos sociais, políticos e econômicos que se desnudavam a partir da ultrapassagem das fronteiras. Assim, esses autores explicavam que não era mais possível compreender o funcionamento de um determinado Estado – e sociedade – apenas com base nos limites geográficos e políticos. A compreensão de tal funcionamento exigiria a análise interativa entre os Estados. Eles não seriam idênticos e, também, seria a complexidade da interação entre eles que definiria determinadas características muito relevantes aos diagnósticos. A sociologia precisaria compreender esse momento novo, no qual tal produto social – o modelo de Estado moderno – estaria em transformação. O segundo conceito é a própria noção de sociedade. Encontrar

---

2 SZTOMPKA, Piotr (ed.). *Agency and structure: reorienting social theory*. Londres: Routledge, 2014; GIDDENS, Anthony. *Central problems in social theory: action, structure, and contradiction in social analysis*. Los Angeles, CA: University of California Press, 1979.

3 CASTELLS, Manuel. *Communication power*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2013.

os elementos sociais que definiriam o conceito de cultura nacional se tornaria bem mais complicado, em razão do avanço de outros elementos de identificação social, seja de caráter internacional ou transnacional, seja de caráter local. Também, esses sociólogos demonstravam que a construção de conceitos como nação, povo ou cultura seriam derivados de processos sociais, não necessariamente locais. O debate relacionado às identidades sociais, no processo de globalização é uma evidência das pesquisas sobre esse tema.<sup>4</sup>

O objetivo desse artigo é debater a repercussão sobre o aparecimento de uma nova tecnologia, denominada como *blockchain*. A palavra *blockchain* deriva da junção de dois substantivos e pode ser traduzida como cadeia – ou corrente – de blocos. Ele ganhou uma repercussão mundial a partir do funcionamento bem-sucedido, do ponto de vista técnico, da Bitcoin, que é uma moeda criptográfica baseada no modelo de tecnologia *blockchain*. A ideia de moeda eletrônica ou virtual é muito antiga. Todavia, nunca havia sido criada uma solução tecnológica tão efetiva como a Bitcoin para resolver esse problema. Esse artigo junta a questão da tecnologia *blockchain* em dois panos de fundo. O primeiro pano de fundo é o debate sobre Quarta Revolução Industrial ou, sobre Indústria 4.0. Os dois temas se conectam em razão de figurarem como *trending topics*, ou seja, eles estão no cerne de um debate internacional sobre tendências sociais e econômicas. O segundo pano de fundo é o debate da teoria social contemporânea, por meio do qual é possível extrair uma pergunta muito relevante e sempre atual para aqueles que pesquisam a relação entre as sociedades e as mudanças tecnológicas: será que as novas tecnologias apresentam uma “nova sociedade”? Ainda,

---

4 Remete-se à trilogia do autor citado na nota anterior: CASTELLS, Manuel. *The rise of network society*. 2 ed. Londres: Willy-Blackwell, 2009. (The information age, v. 1); CASTELLS, Manuel. *The power of identity*. 2. ed. Londres: Willey-Blackwell, 2013. (The information age, v. 2); CASTELLS, Manuel. *End of millennium*. 2. ed. Londres: Willey-Blackwell, 2010. (The information age, v. 3).

é possível considerar a existência de tecnologias que inculcam valores, intrinsecamente?

O artigo começa com uma seção descritiva sobre a Quarta Revolução Industrial, demonstrando como o termo tem sido tratado na literatura e nos textos dos *think-tanks* e dos governos. Depois, a terceira seção do texto está dedicada ao tema da tecnologia *blockchain* e começa com uma exposição sobre a cultura *cypherpunk*. Posteriormente, na quarta seção, há a descrição da tecnologia *blockchain*, bem como uma análise da literatura que se refere às suas fragilidades técnicas. A última seção – conclusão – retornará ao tema da teoria social e será dedicada à problematização da questão dos valores sociais e políticos e sua relação com as novas tecnologias, com ênfase no caso da *blockchain*. O artigo conclui que novas tecnologias, usualmente, trazem um potencial de ruptura e de reconfiguração da vida social. Contudo, o uso social das tecnologias é que acaba por determinar quais serão os valores sociais e políticos que prevalecerão. As tecnologias – em si mesmas – não contêm esses valores. É o uso social e político delas que definirá o seu potencial como elemento auxiliar de transformação ou de manutenção do estado de coisas.

## 2. Quarta Revolução Industrial: mera propaganda ou real transformação produtiva?

O debate sobre a Quarta Revolução Industrial tem sido fomentado tanto por *think-tanks*,<sup>5</sup> quanto por consultorias internacionais<sup>6</sup> e relató-

5 NDUNG’U, Njuguna; SIGNÉ, Landry. Capturing the Fourth Industrial Revolution: a regional and national agenda. In: COULIBALY, Brahim S. (ed.); GOLUBSKI, Christina (ed.). *Foresight Africa: top priorities for the continent 2020-2030*. Washington, DC: Brookings Institution, 2020, p. 61-66. Disponível: <https://www.brookings.edu/multi-chapter-report/foresight-africa-top-priorities-for-the-continent-in-2020>;

6 DELOITTE. The fourth industrial revolution at the intersection of readiness and responsibility. *Deloitte Insights*, jan. 2020. Disponível: <https://www2.deloitte.com/>

rios governamentais.<sup>7</sup> A literatura acadêmica sobre ela é bastante exígua, se considerarmos o termo específico. No entanto, existe uma literatura crítica sobre teoria social, direito e tecnologia, a qual se relaciona de forma direta com a substância dos argumentos desse debate. Assim, a presente seção irá se dedicar à extração do conceito de Quarta Revolução Industrial para que o mesmo possa ser justaposto em relação ao tema das tecnologias *blockchain*. O termo “Quarta Revolução Industrial” ganhou destaque com a sua inserção nos debates do Fórum Econômico Mundial, de Davos (Suíça) a partir de 2015-2016. Um dos fundadores do Fórum, Klaus Schwab, publicou dois livros sobre o tema.<sup>8</sup> Porém, o conceito preliminar ao debate, revolução industrial, é bem mais antigo e foi incorporado no linguajar corrente, sendo – inclusive – dicionarizado, como bem lembram Yongxin Liao e outros.<sup>9</sup> Segundo esses autores, o termo “revolução industrial” tem sido usado para identificar fases amplas do uso de tecnologias nos processos produtivos. A primeira revolução industrial se refere à mecanização a vapor da produção. A segunda se refere à eletrificação e a terceira se refere à eletrônica. Seria possível inserir a Quarta Revolução Industrial, portanto, na atual fase de radicalização da microeletrônica, com desdobramentos para tanto para a

---

content/dam/insights/us/articles/us32959-industry-4-0/DI\_Industry4.0.pdf.

- 7 TOLEDANO, Joëlle (coord.); JANIN, Lionel (coord.). **Les enjeux des blockchains: rapport**. Paris: France Stratégie, 21 jun. 2018. Disponível: <https://www.strategie.gouv.fr/publications/enjeux-blockchains>; ANDREIN, Jean-Claude (coord.). **La nouvelle France industrielle Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle**. Paris: Ministère de l'économie et des finances. set. 2014. Disponível: <https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf>.
- 8 SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. London: Penguin Books, 2017; SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. **Shaping the Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2018.
- 9 LIAO, Yongxin; LOURES, Eduardo R.; DESCHAMPS, Fernando; BREZINSKI, Guilherme; VENÂNCIO, André. The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. **Production**, São Paulo, v. 28, e20180061, 2018. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v28/0103-6513-prod-28-e20180061.pdf>.

“Internet das Coisas”, como para o uso intensivo de algoritmos e sistemas de aprendizado de máquina, em processos que são denominados como “Inteligência Artificial”.<sup>10</sup> Yongxin Liao e outros fazem uma análise sistemática da literatura do período de 2017-2018 para avaliar as similaridades entre os planos nacionais para a Quarta Revolução Industrial, bem como o potencial de impacto deles nos próprios países e em suas regiões. Do ponto de vista das definições, os autores extraem que a origem do conceito está indicada em um capítulo de livro, publicado em 1985, por Walt Whitman Rostow.<sup>11</sup> O capítulo designa que a Quarta Revolução Industrial seria correspondente ao Quinto Ciclo de Nikolai Kondratieff, economista russo, que é considerado um dos pais da Nova Política Econômica (NEP, *Novaya Ekonomiceskaya Politika*), da União Soviética. Na formulação de Kondratieff, o desenvolvimento econômico ocorreria por meio de ciclos longos, os quais deveriam ser planejados e geridos.<sup>12</sup> Contudo, Yongxin Liao e outros frisam que o conceito utilizado por eles – e na literatura contemporânea – está firmado pela *National Academy of Science and Engineering* (ACATECH), da República Federal da Alemanha.<sup>13</sup> O conceito, portanto, está relaciona-

---

10 VERONESE, Alexandre; SILVEIRA, Alessandra; LEMOS, Amanda N. L. E. Artificial intelligence, Digital Single Market and the proposal of a right to fair and reasonable inferences: a legal issue between ethics and techniques. *UNIO: EU Law Journal*, v. 5, n. 2, p. 75-91, 2018.

11 ROSTOW, Walt Whitman. The fifth Kondratieff upswing and the fourth industrial revolution: their meaning for forestry. In: SEDJO, Roger A. (ed.). *Investments in forestry: resources, land use, and public policy*. London: Routledge, 2020 (1985).

12 ROSTOW, Walt Whitman. Etapas do desenvolvimento econômico. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974; TOLMALSQUIM, Mauricio Tiommo. O Brasil e o ciclo de Kondratieff e Juglar segundo a obra de Ignácio Rangel. *Revista de Economia Política*, v. 11, n. 4, p. 27-38, 1991. Disponível: <http://www.rep.org.br/PDF/44-2.PDF>.

13 ACATECH: National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the industrie 4.0 working group. Munique: Forschungunion; ACATECH, 2013. Disponível: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group>.

do com a radicalização dos processos de digitalização e imbricado com o conceito de Indústria 4.0.

A robustez da literatura internacional – técnica e política – sobre o tema indica que os dilemas da Quarta Revolução Industrial e da Indústria 4.0 são importantes para o debate contemporâneo. Eles se referem aos diagnósticos acerca da necessidade de planejamento dos países – e de seus órgãos supranacionais de integração, como a União Europeia e o Mercosul – para auxiliar os seus parques produtivos e suas sociedades no processo de adaptação. De fato, a atualidade está apresentando algumas tendências muito evidentes de alteração dos processos produtivos. Frise-se que isso não quer dizer que, em décadas anteriores, não tivessem ocorrido mudanças evidentes. O período posterior ao fim da Segunda Guerra Mundial foi marcado por desenvolvimentos tecnológicos e industriais, dentre os quais a difusão da microeletrônica, sem a qual não haveria a computação, nos termos atuais. Não obstante, é possível criticar parte da literatura sobre o tema do Quarta Revolução industrial, do ponto de vista sociológico. O equívoco de parte da literatura – do ponto de vista da teoria social – seria encontrado em alguns diagnósticos sobre transformações na área de tecnologia, nos quais elas seriam relacionadas ao excessivo peso atribuído aos artefatos, em si mesmos; como se eles mesmos fossem propulsores das transformações. Ora, as novas tecnologias não possuem o condão de modificar a vida social e econômica, em si mesmas, pelo simples fato de que elas precisam ser portadas e aplicadas pelas pessoas, pelas empresas e pelo Estado. É o uso social das tecnologias que permite que suas potencialidades se apresentem. A tecnologia *blockchain* se tornou possível com o aumento da capacidade de processamento dos computadores, havida no final do século XX. Logo, a radicalização da evolução dos computadores pessoais permitiu que vários desenvolvedores se dedicassem à tarefa de produzir novas tecnologias com novos objetivos políticos e sociais. Porém, para que ela fosse transformada em uma aplicação verdadeiramente difundida, houve a necessidade de que um grupo social específico nela deposi-

tasse esperanças e sonhos, como será exposto na próxima seção. São as pessoas que criam as tecnologias que recriam o mundo.

### **3. A tecnologia *blockchain*: do sonho *cypherpunk* à realidade das moedas digitais**

A *blockchain* representa a possibilidade da concretização do sonho de permitir um sistema técnico de moedas digitais que seja totalmente eletrônico e replicasse a característica do anonimato, facilitado, em princípio, pelas transações com cédulas monetárias em papel ou com moedas metálicas. É possível encontrar comunicações de congressos científicos do final da década de 1990, que se dedicaram especificamente a esse tema.<sup>14</sup> O debate acadêmico foi um dos locais de recrutamento de desenvolvedores. Assim, é importante notar que o movimento *cypherpunk* possui raízes mais antigas do que o *white paper* disponibilizado por Satoshi Nakamoto, em 2008, no qual ele anuncia a solução que foi construída como a Bitcoin.<sup>15</sup> Ele se refere a um grupo de pesquisadores e de tecnólogos que se reunia no Vale do Silício para debater temas relacionados com criptografia e com aplicações em rede. Esse ativismo também os organizou em listas de debates por meio da Internet, nas quais eles interagem. O conteúdo desses passos iniciais foi definido no *The Crypto Anarchist Manifesto*, em mensagem enviada por Timothy C. May em 1992, para um dos grupos de discussão:

Um espectro assombra o mundo moderno. O espectro da cripto-anarquia. A tecnologia computacional está no limiar de prover a capacidade para que indivíduos e grupos se comuniquem e interajam entre si de

14 CHAUM, David; FIAT, Amos; NAOR, Moni. Untraceable electronic cash. *Conference on the Theory and Application of Cryptography*. Nova Iorque, NY: Springer, ago. 1988, p. 319-327. Disponível: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/88314.88969>.

15 NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*, 2008. 9 p. Disponível: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

uma forma totalmente anônima. Duas pessoas podem trocar mensagens, conduzir negócios e negociar contratos eletrônicos sem nunca conhecer o Nome Real, ou identidade jurídica, uma da outra. (...). Tal desenvolvimento irá alterar completamente a natureza da regulação governamental, a capacidade de tributar e de controlar transações econômicas, a habilidade de se manter informações secretas e irá, ainda, alterar a natureza da confiança e da reputação. A tecnologia para essa revolução – e ela será uma revolução tanto social, quanto econômica – já existe, em teoria, desde a década passada. Os métodos são baseados em criptografia de chaves públicas, sistemas de provas de conhecimento-zero e vários protocolos de software para interação, autenticação e verificação. (...). Levantem-se! Vocês não têm nada a perder, a não ser suas cercas de arame farpado!<sup>16</sup>

O livro comercial mais conhecido sobre o movimento *cypherpunk* foi escrito por um grupo de autores dentre os quais se destaca Julian Assange, uma personalidade polêmica e indelevelmente ligada ao escândalo dos *Wikileaks*.<sup>17</sup> Contudo, os dois livros escritos por ele, não diagnosticam o fenômeno social como um todo. Apesar de serem duas referências bibliográficas centrais, eles, em si mesmos, não descrevem todas as várias nuances do movimento *cypherpunk*. Assim, um interessante conjunto de referências – bibliográficas e hiperligações – foi publicada em um texto de Maud Barret Bertelloni.<sup>18</sup> A autora faz uso de diversas fontes para produzir um diagnóstico amplo sobre a relação entre tecnologia e política, a qual estaria na base do movimento *cypherpunk*. No

---

16 MAY, Timothy C. *The Crypto Anarchist Manifesto*, 22 nov. 1992; Disponível: <https://www.activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>

17 ASSANGE, Julian; Appelbaum, Jacob; Müller-Maguhn; Andy; Zimmermann, Jérémie. *Cypherpunks: liberdade e o futuro da Internet*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013; ASSANGE, Julian. *Quando o Google encontrou o Wikileaks*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2015.

18 BERTELLONI, Maud Barret. The cypherpunk vision of techno-politics. *STAAR: St. Anne's Academic Review*, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível: <http://st-annes-mc.org.uk/staar/publications>.

seu entender, os *cypherpunks* usam as tecnologias para realizar objetivos políticos. Porém, principalmente, segunda ela, eles acreditariam na possibilidade de se construir e de se reconstruir várias tecnologias para fins políticos, os quais se imbricariam intrinsecamente com elas. Esse tema é central para a discussão da teoria social em sua relação com o direito, uma vez que ele reflete a pergunta acerca de, até que ponto, seria possível considerar que produtos e processos tecnológicos incutem, ou não, valores sociais.

Esse tema é bem trabalhado no debate das ciências sociais contemporâneas. O texto de Sergio Amadeu da Silveira descreve o movimento *cypherpunk* e rebate a crítica de que os seus partícipes seriam deterministas tecnológicos. Ao contrário, pondera o autor, eles teriam clareza no fato de que as tecnologias poderiam ser usadas socialmente de formas diversas.<sup>19</sup> Logo, a criptografia serviria tanto para proteger os segredos dos indivíduos em face do Estado, quanto ela serviria para um Estado se proteger de outros Estados ou de grupos adversários.<sup>20</sup> Não haveria como considerar que as tecnologias, em si mesmas, possam incorporar um valor social específico. Elas poderão servir para que os indivíduos aumentem seu poder em face dos Estados, tanto quanto os Estados poderão as utilizar para majorarem seu controle social. É muito interessante notar que a *blockchain*, nos seus primeiros momentos, gerou um entusiasmo nos ativistas no sentido de que ela poderia ser usada como um instrumento radical de emancipação social. Um exemplo dessa repercussão está no texto de Aaron Wright e de Primavera de Fillippi. Os autores usam o pano de fundo teórico de Lawrence Lessig sobre o aparecimento do *Code* (código de programação; ou, o *Software*) como base

19 SILVEIRA, Sérgio Amadeu. A trajetória cypherpunk e suas práticas discursivas. *Revista ECO-Pós*, v. 19, n. 2, p. 174-188, 2016. Disponível: [https://revistaeco-pos.eco.ufrj.br/eco\\_pos/article/viewFile/2475/3080](https://revistaeco-pos.eco.ufrj.br/eco_pos/article/viewFile/2475/3080).

20 FREITAS, Christiana; VERONESE, Alexandre. Segredo e democracia: certificação digital e software livre. *Informática Pública*, v. 8, n. 2, p. 9-26, 2007. Disponível: [http://www.ip.pbh.gov.br/ANO8\\_N2\\_PDF/artigo-segredo-e-democracia.pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/ANO8_N2_PDF/artigo-segredo-e-democracia.pdf).

para uma nova força impulsionadora dos comportamentos na rede, ou no ciberespaço.<sup>21</sup> A partir dessa formulação, eles expõem que a *blockchain* permitiria o aparecimento de um novo acervo de regras, as quais eles designam como *Lex Cryptographica*:

O aparecimento da *Lex Cryptographia* descortina um mundo no qual os ideais de liberdade individual e emancipação podem se tornar reais. A *blockchain* pode oferecer ao povo o acesso a moedas alternativas, mercados globais, sistemas de transação automáticos e ausentes de confiança, *smart contracts* auto executáveis, propriedade inteligente e recursos ativados por criptografia, além de modelos inovadores de governança baseados na transparência e na votação ausente de corrupção. Combinados, esses elementos podem ser usados para promover liberdades individuais e autonomia.<sup>22</sup>

Na conclusão, os dois autores serão revisitados. O otimismo deles deriva de potencialidades de serem criados novos códigos de interação social, baseados em uma normatividade, a qual eles entendem como plástica e adaptável. Eles se referem claramente ao conceito de *Code* e de *Lex Informatica*, tal como formulados por Lawrence Lessig e Joel R. Reidenberg, respectivamente.<sup>23</sup> Há vários exemplos que Lawrence Lessig utiliza para identificar o *Code* como uma força em prol da construção de regras no seu modelo. Um deles se refere ao fato de tentarmos proteger terrenos com muros, para evitar intrusões. O muro – e portas – perfaz uma arquitetura em prol da restrição de acesso.

---

21 LESSIG, Lawrence. *Code and other laws of cyberspace, version 2.0*. Nova Iorque: Basic Books, 2006.

22 WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia* (March 10, 2015), p. 56. Disponível: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2580664>.

23 REIDENBERG, Joel R. *Lex informatica: the formulation of information policy rules through technology*. *Texas Law Review*, v. 76, n. 3, p. 553-593, 1997.

Outro bom exemplo se refere às arquiteturas de acesso aos sistemas, as quais poderiam exigir, ou não, o desvanecer do anonimato do usuário. Assim, se um sistema exigir algum documento prévio para possibilitar o acesso, isso cria uma barreira a qual somente poderá ser contornada com a forja de um documento falso ou, ainda, com a violação do sistema e de suas regras. Nos Estados Unidos, essa discussão se tornou complicada, uma vez que foi entendido que o ciberespaço deveria ser mantido como livre em relação à difusão dos conteúdos, ou seja, com baixo controle do Estado sobre a circulação de informação.<sup>24</sup> Hoje, o Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte possui uma lei estatutária com dispositivos regulando a identificação dos usuários: o *Digital Economy Act*, de 2017.<sup>25</sup> Essa legislação prevê que os usuários deverão receber um código de identificação, o qual será exigido para o acesso em determinados sítios eletrônicos, tais como aqueles rotulados como de conteúdo adulto. Os detalhes estão na Parte 3 da Lei. Até o presente momento, esses dispositivos da Lei do Reino Unido não foram colocados em funcionamento pleno. Em parte, isso decorre do grande problema técnico e jurídico que se refere à regulação estatal e privada da disseminação de conteúdos no ciberespaço.

A complexidade jurídica, ética e técnica da questão regulatória do ciberespaço e da Internet é evidente. É muito difícil apresentar soluções que sejam perfeitas e duráveis, uma vez que a apropriação e a reconstrução das novidades tecnológicas têm sido a marca do processo de evolução contemporâneo das novas tecnologias da informação e da comunicação. A tecnologia *blockchain* constitui mais um capítulo dessa longa lista de inovações. Os seus primeiros entusiastas consideravam que as moedas criptográficas, a Bitcoin à proa, induziriam um enfra-

---

24 LESSIG, Lawrence. What things regulate speech: CDA 2.0 vs. filtering. *Jurimetrics*, v. 38, n. 4, p. 629-670, 1998. Disponível: <http://wilkins.law.harvard.edu/podcasts/AudioBerkman/old/182/1998-01.pdf>.

25 REINO UNIDO. *Digital Economy Act, 2017*. Londres: The National Archives, 2017. Disponível: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/30/contents/enacted>.

quecimento dos Estados nacionais e um fortalecimento das pessoas em face dos controles. O *white paper* de Satoshi Nakamoto contém trechos que podem ser lidos como um manifesto, apesar dele não ter esse objetivo declarado.<sup>26</sup>

O comércio na Internet tem dependido quase exclusivamente de instituições financeiras que servem como terceiros confiáveis para processar pagamentos eletrônicos. Enquanto o sistema funciona bem para a maioria das operações, ele ainda sofre com as deficiências inerentes ao modelo baseado em confiança. Transações completamente irreversíveis não são possíveis, uma vez que as instituições financeiras não podem evitar os conflitos. O custo da mediação aumenta os custos de transação, o que limita o tamanho mínimo prático da transação e elimina a possibilidade de pequenas transações ocasionais, havendo um custo mais amplo na perda da capacidade de fazer pagamentos irreversíveis para serviços irreversíveis. Com a possibilidade de reversão, a necessidade de confiança se espalha. Comerciantes devem ser cautelosos com os seus clientes, incomodando-os para obter mais informações do que seria de outra forma necessário. Certa percentagem de fraude é aceita como inevitável. Estes custos e incertezas em pagamentos podem ser evitados ao vivo, usando moedas físicas, mas não existe nenhum mecanismo para fazer pagamentos ao longo de um canal de comunicação sem que haja uma parte confiável.<sup>27</sup>

Essa primeira aproximação, de caráter *cypherpunk*, foi dando lugar à apropriação da tecnologia *blockchain* para outras moedas criptográficas, como a Ethereum, bem como para novas funcionalidades. Assim,

---

26 TOMBOLINI, Antonio (ed.). *Bitcoin manifesto: one CPU, one vote – Satoshi Nakamoto*. Loreto: Antonio Tabolini Editore, 2014.

27 NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico peer-to-peer*. 2008. p. 1. Tradução: Rodrigo Silva Pinto; pequenas correções do presente autor. Disponível: [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_pt\\_br.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf).

as moedas criptográficas configuram o primeiro uso da tecnologia *blockchain*. Contudo, os Estados e as grandes corporações, rapidamente, começaram a investir recursos na pesquisa e no desenvolvimento de novas aplicações. Um bom exemplo dessa proposição de novas iniciativas com a tecnologia *blockchain* é o grupo de debates *Blockchain for Good*. Formado por diversos pesquisadores, o grupo possui um manifesto em prol do uso humano da tecnologia *blockchain* para finalidades diversas, que se expandem para muito além das moedas criptográficas.<sup>28</sup> A próxima seção se iniciará com a explicação superficial acerca do funcionamento da tecnologia *blockchain*. Depois, nela se descreverão três fragilidades técnicas da tecnologia.

#### **4. De revoluções sonhadas às soluções vividas: usos da tecnologia *blockchain* para processos produtivos**

É bem evidente que a tecnologia *blockchain* fez renascer um debate sobre o uso da infraestrutura de telecomunicações como meio para fortalecer a privacidade dos indivíduos. Em sintonia com esse objetivo narrativo, a primeira subseção se dedicará a descrever o que é uma aplicação *blockchain*. Tal explicação irá utilizar os conceitos expostos na formulação da Bitcoin. A segunda subseção irá debater os riscos de sistemas de *blockchain* abertos. É possível entender a tecnologia de *blockchain* a partir de quatro tecnologias. A primeira é a criptografia assimétrica, combinada com um sistema de chaves públicos e com um sistema de *hash*. A segunda é a descentralização de registros. A terceira é a realização matemática de provas de trabalho. Um quarto processo se refere aos incentivos para agregação de computadores em uma rede anônima de processamento, para que ela se torne muito robusta em face de potenciais ataques.

---

28 BAIRD, Cécile. Ten principles. *Blockchain for good: humanising the blockchain*. 2016. Disponível: <https://www.blockchainforgood.com>.

#### 4.1. Um resumo da proposta de Bitcoin e de redes *blockchain*

A primeira tecnologia necessária para o funcionamento de uma rede *blockchain* é a criptografia assimétrica, combinada com um sistema de chaves públicas e um sistema de *hash*.<sup>29</sup> A história da criptografia sofreu uma revolução com a proposição de uma modelagem assimétrica para os cálculos de cifração e decifração. Os algoritmos de cifração sempre utilizavam processos de cálculo simétrico. Assim, os mesmos cálculos utilizados para cifrar uma mensagem eram usados para a decifrar. Logo, como os mesmos cálculos são usados, é possível considerar que são idênticas as capacidades computacionais para calcular a cifração ou a decifração. Daí a noção de simetria. A maior parte dos protocolos usados para navegação segura na Internet, bem como em sistemas bancários se utiliza de sistemas simétricos. O protocolo SSL (*secure socket layer*), o qual vem sendo substituído pelo TLS (*transport layer security*), usa chaves privadas, as quais são trocadas no início da sessão e que, durante ela, cifram e decifram todo o intercâmbio de informações.<sup>30</sup> A grande inovação da criptografia assimétrica, em contraste aos modelos precedentes, se refere à possibilidade de que um dos processos de cifração ou decifração exija menos capacidade computacional do que o outro. Assim, o custo computacional para cifrar uma mensagem seria baixo, ao passo em que sua decifração exigiria mais capacidade de processamento. Esse método foi proposto por Whitfield Dixie e Martin E. Hellman, em um artigo de 1976.<sup>31</sup> O artigo resolvia um problema

---

29 Explicações técnicas e razoavelmente acessíveis: NARAYANAN, Arvind; BONNEAU, Joseph; FELTEN, Edward; MILLER, Andrew; GOLDFEDER, Steven. **Bitcoin and cryptocurrency Technologies: a comprehensive introduction**. Nova Jérсия: Princeton University Press, 2016.

30 BOYD, Colin; MATHURIA, Anish; STEBILA, Douglas. **Protocols for authentication and key establishment**. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2020.

31 DIFFIE, Whitfield; HELLMAN, Martin E. New directions in cryptography. **IEEE transactions on Information Theory**, v. 22, n. 6, p. 644-654, 1976. Disponível: <https://caislab.kaist.ac.kr/lecture/2010/spring/cs548/basic/B08.pdf>

que se referia ao compartilhamento da chave criptográfica, nos modelos simétricos. Ele propunha a construção de um sistema criptográfico com duas chaves: uma pública e outra privada. Pouco tempo depois, um algoritmo criptográfico foi desenvolvido para aplicação nessa nova modelagem.<sup>32</sup> Em pouco mais de duas décadas, as aplicações com infraestruturas de chaves públicas se tornaram comuns. Um exemplo é a proposta do PGP (*Pretty Good Privacy*), desenvolvido em código aberto por Philip R. Zimmermann, em 1991. O objetivo do PGP era criar sistemas abertos de criptografia que pudessem ser geridos sem infraestruturas centralizadas, em uma rede de certificação. É bem evidente que a base do conceito de rede descentralizada de confiança, do modelo de Satoshi Nakamoto tem relação com o modelo da aplicação proposta no PGP. Ainda, cabe frisar a importância do *hash*, pois ele permite que o conteúdo cifrado seja verificado em termos de integridade. Ele configura uma operação matemática apartada da computação de cifração e decifração. O seu objetivo é indicar – antes da decifração – que não houve alteração no conteúdo do arquivo cifrado.

A segunda tecnologia usada nos sistemas de *blockchain* é a descentralização de registros. A ideia central da *blockchain* é a formação de registros sequenciados e inscritos em múltiplos diretórios de uma rede, aberta ou não. Esses registros serão fechados em blocos, após a autenticação dos pedidos ser processada. Os registros, uma vez fechados e em cadeia, formam blocos. A expressão “cadeia de blocos” designa exatamente essa função. A ideia de se ter registros múltiplos e descentralizados é uma solução típica para dados sensíveis. Assim, se os registros estiverem inscritos em diversas máquinas, a perda de uma ou outra máquina não comprometerá a operação. É possível descrever a solução como a utilização de um número indefinido (“*n*”) de re-

---

32 RIVEST, Ron L.; SHAMIR, Adi; ADLEMAN, Leonard. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. *Communications of the ACM*, v. 21, n. 2, p. 120-126, fev. 1978. Disponível: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a606588.pdf>.

gistros redundantes. A proposta de criar sistemas redundantes, dessa forma foi definida como *distributed ledger technology* (DLT, ou, tecnologia de registros distribuídos). Para outorgar confiança aos registros, um ponto central é a noção de carimbo de tempo (*time stamp*). Em sistemas de criptografia com chaves públicas, o uso de carimbos de tempo é central para comprovar o momento no qual a mensagem foi cifrada. Uma solução para o problema foi oferecida por Stuart Haber e W. Scott Stornetta.<sup>33</sup> Em pouco tempo, os sistemas criptográficos começaram a usar modelos de *timestamp*. O conceito mais importante de uma DLT é não possuir um nó central para os registros. Qualquer máquina da rede poderia começar a inscrever um registro, o qual seria inserido nos “*n*” livros de registros, redundantes, após a devida verificação criptográfica. A verificação seria feita por criptografia assimétrica e, pela terceira tecnologia, que é a utilização de sistemas de prova de trabalho (*proof of work*).

A tecnologia de prova de trabalho deriva diretamente do debate científico sobre matemática aplicada à computação para dotar a troca de mensagens de confiabilidade.<sup>34</sup> Uma aplicação de prova de trabalho é, também, apenas uma dentre as várias opções para criar algoritmos de consenso em redes descentralizadas. Em termos muito simplificados, os vários computadores que inscreverão o registro pedem que o registrador realize cálculos matemáticos para provar a veracidade e a integridade da operação. O resultado do cálculo deverá ser igual para a maioria dos registradores. Se assim não for, não haverá consenso na rede de máquinas e os registros não serão feitos. A noção de ve-

---

33 HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. How to time-stamp a digital document. *Crypto'90 - 10th Annual International Cryptology Conference, Lecture Notes in Computer Science*, p. 437-455, 1991. Disponível: [https://www.anf.es/pdf/Haber\\_Stornetta.pdf](https://www.anf.es/pdf/Haber_Stornetta.pdf)

34 DWORK, Cynthia; NAOR, Moni. Pricing via processing or combatting junk mail. *Crypto'92 - 12th Annual International Cryptology Conference, Lecture Notes in Computer Science*, p. 139-147, 1993. Disponível: <https://web.cs.dal.ca/~abrodsky/7301/readings/DwNa93.pdf>.

racidade não se refere à realidade no mundo humano. Ela se refere à confiabilidade e ao interesse da máquina que pede o registro. Uma informação falsa, em termos humanos, tal como “a lei da gravidade não existe” será registrada se a máquina, que demanda o registro, realizar a prova de trabalho compartilhada e pedida pelas máquinas coordenadas da rede.

Essas três tecnologias estão claramente descritas no texto de Satoshi Nakamoto, nas páginas 1 e 2. A quarta tecnologia se refere ao incentivo econômico para expandir a legitimidade de uma rede anônima de registradores de transações. Essa aplicação é muito relevante para as *blockchain* de caráter aberto, ou seja, naquelas em que quaisquer novas máquinas podem se agregar, tal como ocorre na Bitcoin. A força – e a segurança – das aplicações de *blockchain* será, em um primeiro momento, diretamente proporcional ao tamanho da rede. Assim, quanto mais poder computacional estiver agregado na rede – mais máquinas –, maior será a dificuldade de modificar ou violar registros. A pergunta é: se alguém possuir mais capacidade, porque preferiria seguir as regras do modelo, ao invés de subvertê-lo. De acordo com o texto de Satoshi Nakamoto:

Por convenção, a primeira transação de um bloco é uma operação especial que inicia uma nova moeda de propriedade do criador do bloco. Isso é um incentivo aos nós para apoiar a rede e fornece uma maneira inicial de colocar moedas em circulação, uma vez que não existe uma autoridade central para emití-las. A adição estável de uma quantidade constante de novas moedas é análoga a garimpeiros dispendendo recursos para colocar mais ouro em circulação. No nosso caso, tempo de CPU e a eletricidade é que estão sendo consumidos. (...). O incentivo deve encorajar os nós a se manterem honestos. Se um atacante ganancioso é capaz de reunir mais poder de CPU do que todos os nós honestos, ele teria que escolher entre usá-lo para fraudar as pessoas, roubando seus pagamentos, ou usá-lo para gerar novas moedas. Ele deve achar que é mais rentável jogar

pelas regras, pois tais normas lhe favorecem com novas moedas do que todos as outras combinadas, além de prejudicar o sistema e a validade de sua própria riqueza.<sup>35</sup>

Essa quarta tecnologia é que origina a mineração de *bitcoins*. Para poder gerar as moedas, que – no sistema da Bitcoin – são limitadas a um total de 21 milhões de moedas, é necessário que haja essa troca, em termos de poder computacional e energia. No início de março de 2020, existiam pouco mais do que 18 milhões de moedas em circulação.<sup>36</sup> Em algum momento, o incentivo para mineração vai acabar e somente haverá o incentivo para transações. A limitação visa gerar um valor em relação as moedas. Um dos grandes problemas da propriedade intelectual na Internet se refere à reprodutibilidade digital. Um quadro pintado em tinta óleo e à mão possui um custo razoável para ser reproduzido. Uma fotografia analógica em filme do mesmo quadro possui um custo menor. Uma cópia reprográfica, um custo menor ainda. Todavia, o custo da reprodução de uma imagem ou texto digital é mínimo, em uma comparação com os modos anteriores de cópia. Para que as *bitcoins* tivessem valor, portanto, foi criado um limite artificial e arbitrário de moedas, para, dessa forma, gerar escassez e valor.

Em resumo, agregando essas quatro tecnologias, foi possível expandir o modelo de DLT para a emissão de moedas criptográficas, em sua primeira formulação. Contudo, as propostas de utilização da *blockchain* ultrapassam a emissão de moedas e a gestão de suas transações. É razoável notar que um sistema de *blockchain* aberta possui um custo de cria-

---

35 NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico peer-to-peer**. 2008. p. 4. Tradução: Rodrigo Silva Pinto; pequenas correções do presente autor. Disponível: [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_pt\\_br.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf).

36 BUYBITCOINWORLDWIDE. **How many bitcoins are there?** Disponível: <https://www.buybitcoinworldwide.com/how-many-bitcoins-are-there>. Acesso: 5 mar. 2020.

ção e de manutenção. Porém, são muitos os serviços que podem utilizar sistemas de registros descentralizados e abertos. Os registros públicos, por exemplo, podem usar a tecnologia para realizar anotações em livros, os quais seriam verificáveis por qualquer usuário. A distribuição de propriedade intelectual – música ou filmes – também poderia se beneficiar da tecnologia.<sup>37</sup> Por fim, o conceito de transações em *blockchain* ganhou uma expressão majorada com a introdução dos *smart contracts*, a partir de um conceito desenvolvido por Nick Szabo em tentativas anteriores de produzir uma moeda digital.<sup>38</sup>

#### 4.2. Três interfaces com abertura para riscos

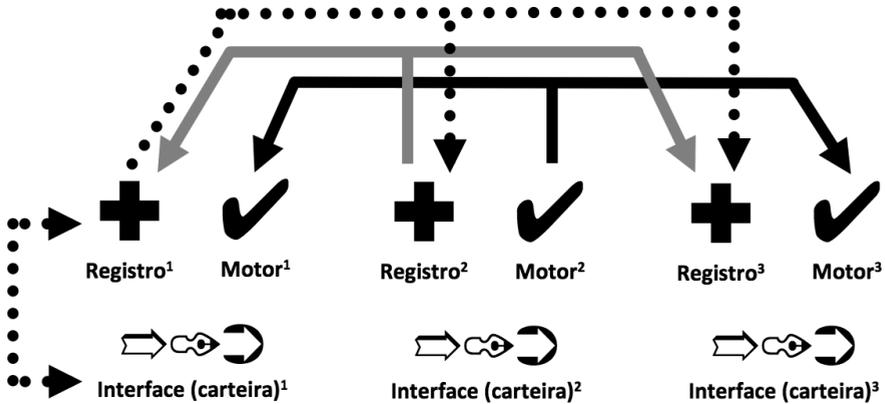
A leitura da proposta de Bitcoin, de Satoshi Nakamoto, evidencia que existe uma preocupação, desde o início, com potenciais tentativas de subversão do sistema. Podemos simplificar uma rede de *blockchain* na figura abaixo, com três máquinas. A figura indica, também, três elementos, que são úteis para explicar potenciais de violação em uma rede aberta de *blockchain*. O primeiro deles é a carteira digital (*wallet*). Ele se relaciona com as transações e serve como uma interface entre os usuários e os sistemas. O segundo é o programa que faz a função de registro e o arquivo registrado. O terceiro, por fim, é o próprio programa do motor da *blockchain* (*core* ou *engine*), que realiza, também, a função de registro, designa as provas de trabalho, bem como gerencia os protocolos de ações, sejam de transmissão, sejam de armazenagem.

---

37 O'DAIR, Marcus; BEAVEN, Zuleika. The networked record industry: How blockchain technology could transform the record industry. *Strategic Change*, v. 26, n. 5, p. 471-480, 2017.

38 RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. *Georgetown Law Technology Review*, v. 2, n. 1, p. 305-341, abr. 2017. Disponível: <https://georgetownlawtechreview.org/the-law-and-legality-of-smart-contracts/GLTR-04-2017>.

Figura. Possibilidades de violação de uma rede *blockchain*



Fonte: elaboração do próprio autor.

O primeiro modo de fraudar sistemas de *blockchain* se baseia exatamente na violação do programa da carteira digital. Isso já foi feito ao se inscrever uma rotina em *loop*, que refazia uma transação de registro de compra e venda de ativos de uma forma reiterada, por meio de um *smart contract*. Na prática, foi como se a carteira digital – violada – reiteradamente pagasse contratos inexistentes<sup>39</sup>. Essa violação deu origem ao drama do DAO Project, que era a base da Ethereum. Há que se mencionar que os erros de programação foram diagnosticados e o caso gerou um intenso debate entre os usuários da Ethereum. A questão seria retornar ao ponto no qual a fraude foi realizada, para retificar os registros passados, ou reconhecer a fraude e seguir em frente? Na prática, isso gerou uma forquilha e duas cadeias de bloco nasceram. Na primeira, foi mantida a cadeia de blocos, com os erros da fraude. Na outra, os erros

39 DUPONT, Quinn. Experiments in algorithmic governance: a history and ethnography of “The DAO,” a failed decentralized autonomous organization. In: CAMPBELL-VERDUYN, Malcolm (ed.). *Bitcoin and beyond: cryptocurrencies, blockchains, and global governance*. Londres: Routledge, 2018, p. 157-177.

da fraude foram retificados e se reiniciou a cadeia. Na figura, anteriormente, indicada, a linha pontilhada designa essa porta de entrada para essa fraude.

O segundo e o terceiro modo de violar sistemas de *blockchain* se referem a vencer a regra da maioria, que é base dos sistemas de governança das *blockchain*. Os registros são considerados legítimos quando a maioria dos registradores concorda, reconhecendo-os por meio de provas matemáticas. Na imagem anterior, o consenso é atingido se duas das máquinas concordarem com ele, mesmo que a terceira apresente divergência. Assim, tal consenso deriva de ser possível tomar conta da maioria dos programas de registro, ou seja, a metade mais um dos nós (51%, como é conhecido) da rede. Se o 51% for atingido, será, em tese, possível registrar quaisquer transações no coletivo de registros encadeados na cadeia de blocos. Vale realizar uma transcrição – traduzida livremente – do livro mais técnico sobre o tema:

Vamos considerar o que aconteceria se o consenso falhasse e existisse, de fato, um atacante de 51 por cento (um que controlaria a maioria do poder de mineração na rede Bitcoin). Iremos considerar uma variedade de ataques possíveis e veremos quais deles poderiam realmente ser efetivados por um atacante desse tipo. Primeiro, poderia esse atacante furtoar moedas de um endereço existente? (...). O atacante pode fingir que é uma transação válida e manter a construção desse bloco. Ele pode até ter sucesso em fazer tal bloco ser parte de um ramo longo. Porém, os outros nós, honestos, não irão simplesmente aceitar esse bloco com uma transação inválida. Eles continuarão a manter sua mineração a partir do último bloco válido que encontraram na rede. Logo, uma forquilha na cadeia irá surgir. (...). Note que isso é apenas um experimento abstrato. Se houvesse, de fato, verdadeiros sinais de um ataque de 51 por cento, o que provavelmente ocorreria é que os desenvolvedores iriam percebê-lo e reagiriam. Eles iriam atualizar o software da Bitcoin. E podemos esperar que as regras do sistema, incluindo a rede *peer-to-peer* (ponto a ponto),

iriam mudar para se transformar e para tornar mais difícil ao atacante ser bem-sucedido<sup>40</sup>.

Os autores continuam a listar mais possibilidades, que vão desde a supressão de transações, passando pela fraude nas recompensas de mineração e chegando até o colapso da confiança técnico do sistema. Eles consideram que o cenário mais provável de um ataque de 51 por cento seja exatamente para destruir uma moeda criptográfica ou um sistema de registros. O fator de proteção se refere ao poder computacional que precisa ser amealhado para tanto, bem como o proveito, uma vez que tal ataque não se traduziria em nenhum benefício financeiro, ao menos se considerarmos a Bitcoin. Todos esses ataques estão concentrados, de alguma forma, na camada de registro. Na imagem acima, um ataque teria que vir de uma máquina para as outras duas, por meio das linhas cinzas.

O terceiro modo é o mais engenhoso. No trecho citado, os autores mencionaram que um ataque de 51 por cento iria despertar a atenção dos desenvolvedores. E que iria haver uma reação. Tal reação seria a atualização do software principal, usado pelas várias máquinas da rede. Em síntese, o terceiro modo de fraude exigiria que um desenvolvedor do motor (*core* ou *engine*) de uma *blockchain* conseguisse inserir um código malicioso dentro do programa. Os programas que gerenciam os vários computadores das redes *blockchain* são atualizados de tempos em tempos, assim como ocorre com os demais programas de computador. Aliás, cabe frisar que a atualização de software é um dos modos mais usuais – e úteis – para garantir a estabilidade de computadores, bem como a sua segurança. Essa violação exigiria que um programador muito competente conseguisse inserir o seu código malicioso em uma atua-

---

40 NARAYANAN, Arvind; BONNEAU, Joseph; FELTEN, Edward; MILLER, Andrew; GOLDFEDER, Steven. *Bitcoin and cryptocurrency Technologies: a comprehensive introduction*. Nova Jérсия: Princeton University Press, 2016, p. 48-49.

lização, sem ser percebido pelos demais programadores, os quais atuam em conjunto no processo de atualização. Esse tipo de ataque, muito improvável, é descrito por Muharem Kianieff:

Com respeito ao desenvolvimento do software subjacente que permite os registros distribuídos, há várias comunidades trabalhando, com desenvolvedores de software (...). O sistema de regras que gere a evolução e a manutenção do software é protegido com o uso de verificações e de ponderações. Para usar o exemplo da Bitcoin, qualquer um pode baixar e visualizar o código fonte a partir de um serviço *web* baseado em Github (...). As pessoas são livres para criar uma conta de usuário em [www.github.com](http://www.github.com), criando os seus próprios repositórios de softwares e fazendo sugestões para edições nos demais repositórios públicos. Entretanto, somente um pequeno grupo de desenvolvedores (referidos como “desenvolvedores do núcleo”, *core developers*) possuem confiança e a senha para fazer mudanças no software que é conhecido como “*bitcoin core*”. Uma lista dos atuais membros, desenvolvedores do núcleo, pode ser encontrada no sítio eletrônico da Bitcoin<sup>41</sup>.

A descrição de um ataque do gênero, na figura de uma *blockchain* simplificada, se daria no programa motor, ou seja, nas linhas contínuas e pretas. Para ser bem-sucedido em um ataque do gênero, tal como para criar uma porta de acesso escondida (*backdoor*), o atacante teria que ser não somente muito hábil; ele teria que conquistar a confiança de vários outros desenvolvedores, os quais – além de se enganarem sobre a confiabilidade do atacante – teriam que ser ludibriados. Cabe frisar que esse ataque precisaria ser muito eficiente, uma vez que infrutíferas tentativas pretéritas, corrigidas pelos demais desenvolvedores, tenderiam a excluir o desenvolvedor malicioso do grupo. No caso indicado, a confiança mo-

---

41 KANIEFF, Muharem. *Blockchain technology and the Law: opportunities and risks*. Londres: Informa Law from Routledge, 2019.

ral se confunde com a confiança técnica. Assim, a exclusão, em tese, não se daria apenas por desconfiança moral; a desconfiança técnica ensejaria a expulsão, também. Essa hipótese exigiria, em síntese, que o maldo-so programador tivesse respeitabilidade no grupo de desenvolvedores, bem como que tivesse engenhosidade para lograr um grande número de especialistas.

Esses três exemplos foram trazidos para indicar que os implementos técnicos baseados em *blockchain* não são total e absolutamente seguros. Aliás, é possível frisar que os processos técnicos são marcados exatamente por uma proporção entre segurança e a finalidade que se busca atingir. Em última instância, a segurança adequada é uma estimativa realizada por seres humanos, com o olhar dirigido para uma pluralidade de variáveis. É sempre possível considerar que a inventividade humana para criar produtos e soluções de segurança é acompanhada pelas possibilidades técnicas de se construírem subversões das expectativas. A conclusão do artigo retorna ao seu ponto de saída, no qual se debatia o uso da teoria social para tratar das mudanças sociais e econômicas com o foco dirigido no uso social das novas tecnologias da informação e da comunicação.

## 5. Conclusão: valores sociais e tecnologias

Quem se dedicar a levantar a literatura recente sobre *blockchain* se deparará com um movimento otimista. É possível indicar que a maior parte dos autores está imbuído de um *hype*. Um bom exemplo dessa valorização poderia ser retirado de um texto de Aaron Wright e Primavera De Filippi, de 2015, citados no início do presente texto<sup>42</sup>. Contudo, como eles publicaram um livro mais amplo em 2018, é possível identi-

---

42 WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia*. Internet Governance Forum, 2015. Disponível: [https://www.intgovforum.org/cms/wks2015/uploads/proposal\\_background\\_paper/SSRN-id2580664.pdf](https://www.intgovforum.org/cms/wks2015/uploads/proposal_background_paper/SSRN-id2580664.pdf).

car, no último, uma visão um pouco mais temperada. Se o texto de 2015 contém uma exortação às possibilidades das tecnologias *blockchain* servirem à emancipação humana, na conclusão do livro, de 2018, há uma exposição sobre as tensões. Os autores indicam que as tecnologias *blockchain* possuem mais usos potenciais do que as moedas criptográficas. Eles indicam que a literatura original do campo deu muita atenção ao tema da possibilidade de que o ciberespaço tivesse uma arquitetura técnica que evitasse as limitações. Contudo, na medida em que os anos foram se passando, a regulação nacional da Internet pelos Estados foi se tornando possível e real. A dicotomia não era mais entre regular ou não regular. A questão é como isso deve ser feito. O livro termina com uma frase que sintetiza esse ponto de vista, baseado mais em tensões do que em exortações: “aplicações descentralizadas e baseadas em *blockchain* podem nos liberar da tirania dos intermediários centralizados e da confiança em autoridades; porém, essa liberação pode vir acompanhada de uma ameaça muito maior – a de cairmos no jugo da tirania do código”<sup>43</sup>. No mesmo sentido, ou seja, ponderando as tensões subjacentes e ofertadas pelas tecnologias *blockchain*, seja pelo prisma do direito, seja pelo campo da governança e regulação, o trabalho de Michèle Finck se apresenta como o mais detalhado estudo sobre o debate jurídico e regulatório, com uma forte ancoragem no esforço dos diversos órgãos da União Europeia sobre o assunto<sup>44</sup>. Um mapa interessante também foi produzido por Kevin Werbach, o qual enfatiza a possibilidade de um novo tipo de confiança, ressaltando os problemas já conhecidos no caminho das moedas criptográficas<sup>45</sup>.

---

43 DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: the rule of code**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2018, p. 210.

44 FINCK, Michèle. **Blockchain regulation and governance in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

45 WERBACH, Kevin. **The blockchain and the new architecture of trust**. Cambridge, MA. The MIT Press, 2018.

Uma visão diretamente oposta é trazida por Robert Herian<sup>46</sup>. Após uma análise crítica do tema e da literatura que tem sido produzida, o autor mostrasse estupefato com o momento atual, no qual a tecnologia *blockchain* se apresenta como uma solução geral e ampla. De fato, tais diagnósticos devem ser lidos sempre com parcimônia, em especial quando tratam de políticas públicas, para que não haja uma contaminação por valores sociais os quais: ou não serão supridos, como um desenvolvimento econômico e justo em velocidade acelerada; ou, serão subvertidos, como a promessa de justiça que se traduz em desigualdades, exclusão e injustiça. O autor não nega que o seu ponto de vista é contrário ao discurso mais ou menos homogêneo e otimista. Aliás, ele diverge diretamente desse diagnóstico.

O debate contemporâneo sobre as tecnologias *blockchain* é um bom contexto para se discutir o tema geral da Quarta Revolução Industrial. Afinal, as questões trazidas pela radicalização dos processos de automatização ganham novas possibilidades na conjunção entre a chamada Internet das Coisas e a gestão de *smart contracts*. Um exemplo. O NIST – *National Institute of Standards and Technology* – é uma instituição do governo federal dos Estados Unidos da América, no qual há um grupo – e uma comunidade de interessados – sobre aplicações criptográficas para a indústria. Um relatório recente do NIST comunica um modelo de aplicação de *blockchain*, com atenção à questão da segurança digital, para estruturar sistemas de rastreabilidade de produtos em processos industriais<sup>47</sup>. De fato, os processos de integração entre a automatização radical e as aplicações digitais inovadoras, tal como as tecnologias *blockchain*, aparecem no horizonte de forma inevitável. Assim, é possível

---

46 HERIAN, Robert. **Regulating blockchain: critical perspectives in Law and technology**. Londres: Routledge, 2019.

47 KRIMA, Sylvere; HEDBERG, Thomas; FEENEY, Allison B. **Securing the digital threat for smart manufacturing: a reference model for blockchain-based product data traceability**. Gaithersburg, MD: NIST, fev. 2019. (NIST Advanced Manufacturing Series 300-6). Disponível: <https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.300-6>.

concluir que a questão central do debate jurídico, político e regulatório deverá se concentrar nos valores sociais que serão privilegiados no futuro; e em como fazer efetiva tal prevalência. A visão idílica e ingênua de que as tecnologias podem ser entendidas como meros implementos, sem relação com os valores humanos já foi, de há muito, abandonada na literatura científica. A relação entre a sociedade e a tecnologia existe e depende da sociedade. A própria evolução da Internet serve como um evidente exemplo da plasticidade das tecnologias da informação e da comunicação e das várias possibilidades de intervenção da sociedade. Logo, as tecnologias podem esposar valores, na medida em que elas tenham usos sociais, os quais podem ser regulados – incentivados ou dificultados, por exemplo. Assim, tanto a Quarta Revolução Industrial, quanto as novas tecnologias *blockchain*, podem servir para que haja a difusão de valores sociais benfazejos, na medida em que haja disposição e possibilidade de que a sociedade possa participar, qualificadamente, dos seus usos e frutos.

## Referências

ACATECH: National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the industrie 4.0 working group. Munique: Forschungunion; ACATECH, 2013. Disponível: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group>.

ASSANGE, Julian; Appelbaum, Jacob; Müller-Maguhn; Andy; Zimmermann, Jérémie. *Cypherpunks: liberdade e o futuro da Internet*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013; ASSANGE, Julian. *Quando o Google encontrou o Wikileaks*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2015.

BAIRD, Cécile. Ten principles. *Blockchain for good: humanising the blockchain*. 2016. Disponível: <https://www.blockchainforgood.com>.

BERTELLONI, Maud Barret. The cypherpunk vision of techno-politics. *STAAR: St. Anne's Academic Review*, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível: <http://st-annes-mcr.org.uk/staar/publications>.

BOYD, Colin; MATHURIA, Anish; STEBILA, Douglas. **Protocols for authentication and key establishment**. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2020.

BUYBITCOINWORLDWIDE. **How many bitcoins are there?** Disponível: <https://www.buybitcoinworldwide.com/how-many-bitcoins-are-there>. Acesso: 5 mar. 2020.

CASTELLS, Manuel. **Communication power**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2013.

CASTELLS, Manuel. **The power of identity**. 2. ed. Londres: Willey-Blackwell, 2013. (The information age, v. 2).

CASTELLS, Manuel. **The rise of network society**. 2 ed. Londres: Willy-Blackwell, 2009. (The information age, v. 1).

CASTELLS, Manuel. **End of millennium**. 2. ed. Londres: Willey-Blackwell, 2010. (The information age, v. 3).

CHAUM, David; FIAT, Amos; NAOR, Moni. Untraceable electronic cash. **Conference on the Theory and Application of Cryptography**. Nova Iorque, NY: Springer, ago. 1988, p. 319-327. Disponível: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/88314.88969>.

DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: the rule of code**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2018.

DELOITTE. The fourth industrial revolution at the intersection of readiness and responsibility. **Deloitte Insights**, jan. 2020. Disponível: [https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/us32959-industry-4-0/DI\\_Industry4.0.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/us32959-industry-4-0/DI_Industry4.0.pdf).

DIFFIE, Whitfield; HELLMAN, Martin E. New directions in cryptography. **IEEE transactions on Information Theory**, v. 22, n. 6, p. 644-654, 1976. Disponível: <https://cais-lab.kaist.ac.kr/lecture/2010/spring/cs548/basic/B08.pdf>

DUPONT, Quinn. Experiments in algorithmic governance: a history and ethnography of “The DAO,” a failed decentralized autonomous organization. In: CAMPBELL-VERDUYN, Malcolm (ed.). **Bitcoin and beyond: cryptocurrencies, blockchains, and global governance**. Londres: Routledge, 2018, p. 157-177.

DWORK, Cynthia; NAOR, Moni. Pricing via processing or combatting junk mail. **Crypto’92 - 12th Annual International Cryptology Conference, Lecture Notes in Computer Science**, p. 139-147, 1993. Disponível: <https://web.cs.dal.ca/~abrodsky/7301/readings/DwNa93.pdf>.

FINCK, Michèle. **Blockchain regulation and governance in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

FREITAS, Christiana; VERONESE, Alexandre. Segredo e democracia: certificação digital e software livre. *Informática Pública*, v. 8, n. 2, p. 9-26, 2007. Disponível: [http://www.ip.pbh.gov.br/ANO8\\_N2\\_PDF/artigo-segredo-e-democracia.pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/ANO8_N2_PDF/artigo-segredo-e-democracia.pdf).

GIDDENS, Anthony. *Central problems in social theory: action, structure, and contradiction in social analysis*. Los Angeles, CA: University of California Press, 1979.

HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. How to time-stamp a digital document. *Crypto'90 - 10th Annual International Cryptology Conference, Lecture Notes in Computer Science*, p. 437-455, 1991. Disponível: [https://www.anf.es/pdf/Haber\\_Stornetta.pdf](https://www.anf.es/pdf/Haber_Stornetta.pdf)

HERIAN, Robert. *Regulating blockchain: critical perspectives in Law and technology*. Londres: Routledge, 2019.

KANIEFF, Muharem. *Blockchain technology and the Law: opportunities and risks*. Londres: Informa Law from Routledge, 2019.

KRIMA, Sylvere; HEDBERG, Thomas; FEENEY, Allison B. *Securing the digital threat for smart manufacturing: a reference model for blockchain-based product data traceability*. Gaithersburg, MD: NIST, fev. 2019. (NIST Advanced Manufacturing Series 300-6). Disponível: <https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.300-6>.

LESSIG, Lawrence. *Code and other laws of cyberspace, version 2.0*. Nova Iorque: Basic Books, 2006.

LESSIG, Lawrence. What things regulate speech: CDA 2.0 vs. filtering. *Jurimetrics*, v. 38, n. 4, p. 629-670, 1998. Disponível: <http://wilkins.law.harvard.edu/podcasts/AudioBerkman/old/182/1998-01.pdf>.

LIAO, Yongxin; LOURES, Eduardo R.; DESCHAMPS, Fernando; BREZINSKI, Guilherme; VENÂNCIO, André. The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. *Production*, São Paulo, v. 28, e20180061, 2018. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v28/0103-6513-prod-28-e20180061.pdf>.

MAY, Timothy C. *The Crypto Anarchist Manifesto*, 22 nov. 1992; Disponível: <https://www.activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*, 2008. 9 p. Disponível: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico peer-to-peer*. 2008. Tradução: Rodrigo Silva Pinto; pequenas correções do presente autor. Disponível: [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_pt\\_br.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf).

NARAYANAN, Arvind; BONNEAU, Joseph; FELTEN, Edward; MILLER, Andrew; GOLDFEDER, Steven. **Bitcoin and cryptocurrency Technologies: a comprehensive introduction**. Nova Jérĩa: Princeton University Press, 2016.

NDUNG’U, Njuguna; SIGNÉ, Landry. Capturing the Fourth Industrial Revolution: a regional and national agenda. In: COULIBALY, Brahim S. (ed.); GOLUBSKI, Christina (ed.). **Foresight Africa: top priorities for the continent 2020-2030**. Washington, DC: Brookings Institution, 2020, p. 61-66. Disponível: <https://www.brookings.edu/multi-chapter-report/foresight-africa-top-priorities-for-the-continent-in-2020/>

O’DAIR, Marcus; BEAVEN, Zuleika. The networked record industry: How blockchain technology could transform the record industry. **Strategic Change**, v. 26, n. 5, p. 471-480, 2017.

RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, v. 2, n. 1, p. 305-341, abr. 2017. Disponível: <https://georgetownlawtechreview.org/the-law-and-legality-of-smart-contracts/GLTR-04-2017>.

REIDENBERG, Joel R. Lex informatica: the formulation of information policy rules through technology. **Texas Law Review**, v. 76, n. 3, p. 553-593, 1997.

REINO UNIDO. **Digital Economy Act, 2017**. Londres: The National Archives, 2017. Disponível: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/30/contents/enacted>.

RIVEST, Ron L.; SHAMIR, Adi; ADLEMAN, Leonard. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. **Communications of the ACM**, v. 21, n. 2, p. 120-126, fev. 1978. Disponível: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a606588.pdf>.

ROSTOW, Walt Whitman. **Etapas do desenvolvimento econômico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.

ROSTOW, Walt Whitman. The fifth Kondratieff upswing and the fourth industrial revolution: their meaning for forestry. In: SEDJO, Roger A. (ed.). **Investments in forestry: resources, land use, and public policy**. London: Routledge, 2020 (1985).

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. London: Penguin Books, 2017.

SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. **Shaping the Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2018.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu. A trajetória cypherpunk e suas práticas discursivas. **Revista ECO-Pós**, v. 19, n. 2, p. 174-188, 2016. Disponível: [https://revistaecopos.eco.ufrj.br/eco\\_pos/article/viewFile/2475/3080](https://revistaecopos.eco.ufrj.br/eco_pos/article/viewFile/2475/3080).

SZTOMPKA, Piotr (ed.). **Agency and structure: reorienting social theory**. Londres: Routledge, 2014.

TOLEDANO, Joëlle (coord.); JANIN, Lionel (coord.). **Les enjeux des blockchains: rapport**. Paris: France Stratégie, 21 jun. 2018. Disponível: <https://www.strategie.gouv.fr/publications/enjeux-blockchains>; ANDREIN, Jean-Claude (coord.). **La nouvelle france industrielle Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle**. Paris: Ministère de l'économie et des finances. set. 2014. Disponível: <https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf>.

TOLMALSQUIM, Mauricio Tiommo. O Brasil e o ciclo de Kondratieff e Juglar segundo a obra de Ignácio Rangel. **Revista de Economia Política**, v. 11, n. 4, p. 27-38, 1991. Disponível: <http://www.rep.org.br/PDF/44-2.PDF>.

TOMBOLINI, Antonio (ed.). **Bitcoin manifesto: one CPU, one vote – Satoshi Nakamoto**. Loreto: Antonio Tabolini Editore, 2014.

VERONESE, Alexandre; SILVEIRA, Alessandra; LEMOS, Amanda N. L. E. Artificial intelligence, Digital Single Market and the proposal of a right to fair and reasonable inferences: a legal issue between ethics and techniques. **UNIO: EU Law Journal**, v. 5, n. 2, p. 75-91, 2018.

WERBACH, Kevin. **The blockchain and the new architecture of trust**. Cambridge, MA. The MIT Press, 2018.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. **Decentralized blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia**. Internet Governance Forum, 2015. Disponível: [https://www.intgovforum.org/cms/wks2015/uploads/proposal\\_background\\_paper/SSRN-id2580664.pdf](https://www.intgovforum.org/cms/wks2015/uploads/proposal_background_paper/SSRN-id2580664.pdf).

---

**Alexandre Veronese** · Professor Associado de Teoria Social e do Direito, Universidade de Brasília (UnB), pesquisador associado do Centro de Estudos em Direito da União Europeia (CEDU), da Universidade do Minho (Portugal), pesquisador associado do Centro de Política, Direito, Economia e Tecnologia das Comunicações (CCOM), da Universidade de Brasília (UnB).



# **Big data no contexto da quarta revolução industrial**

## Transformações no processo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

---

Cláudio José Silva Ribeiro

### **Resumo**

Discute a necessidade do tratamento de grandes volumes de dados como um reflexo causado pela explosão de informação na sociedade contemporânea. Tendo como pano de fundo os eventos que deram origem às Revoluções Industriais, apresenta marcos adicionais deste novo fenômeno causado pela avalanche de dados. Discutindo a temática de Big Data em conjunto com os aparatos tecnológicos, apresenta projetos que elucidam a importância do compartilhamento e reuso de dados como caminhos indutores de transformações e melhoria da sociedade.

### **Abstract**

Nowadays, as a consequence of data deluge produced by humankind and their technological artifacts, we must manage the huge rise of information within last two centuries. Using as context the events that led to the Industrial Revolutions, it features additional marks of this new phenomenon caused by data overflow. Using the Big Data approach, this article shows some projects that can be clarifying to the way of data use and reuse improving actions regarding achieving a plural and sustainable society.

## Introdução

Dezembro de 2019, surge na China, cidade de Wuhan, um tipo de vírus que transformou o comportamento das pessoas em nível mundial. Com o alastramento da epidemia e a necessidade constante de compartilhamento de informação, ficou evidente a enxurrada de dados que está presente no cotidiano da sociedade. Em pouco tempo, tanto pesquisadores quanto agências de saúde e sociedade em geral começaram a interagir trocando dados com o intuito de reduzir a velocidade e o avanço da epidemia. Como consequência disso, diariamente, passamos a receber dados e informação de pesquisas, relatórios e gráficos com a evolução dos casos, além de acesso a centenas de aplicações que permitem o monitoramento em tempo real da hoje pandemia.

Esse bombardeio de informação que vem ocorrendo em diferentes contextos e mídias, nos leva a debater sobre a utilização e organização de grandes volumes de dados, bem como suas implicações tratadas em pesquisas nos diferentes campos para incremento das ações de Pesquisa & Desenvolvimento na Ciência e Tecnologia.

A noção de “Big Data” foi cunhada em 1997 por Cox e Ellsworth (1997), ao debaterem sobre o tratamento de extensos conjuntos de dados em processos centrados na entrada de registros das investigações científicas. Mais adiante, em 2003, nos projetos desenvolvidos junto à Universidade de Washington, surgiram iniciativas empresariais em diferentes instituições para tratar grandes volumes de dados. Além disso, é possível perceber que diferentes tipos de atividades e negócios estão sendo fortemente impactados com o tratamento desse grande volume de dados e informação (MAYER-SCHONBERGER; CUKIER, 2013). Desde então convivemos com esforços em diferentes vertentes para uso de procedimentos e tecnologias para captura, depuração, análise, tratamento, armazenamento e disseminação desses volumes, que foram batizados de Big Data.

Estamos sendo impulsionados para um cenário disruptivo<sup>1</sup> e, portanto, é preciso observar os movimentos que ocorreram no passado para compreender as transformações que vem acontecendo.

Mas o que nos levaria para a Quarta Revolução Industrial?

Magalhães e Vendramini (2018) apontam eventos que trouxeram como consequência as Revoluções Industriais: a chegada da máquina a vapor – a 1ª. Revolução; a introdução da energia elétrica – a 2ª. Revolução; e o desenvolvimento de circuitos, processadores, chips e posteriormente da internet – a 3ª. Revolução; até chegarmos ao momento do crescimento exponencial da capacidade de computação e a possibilidade de combinar diferentes temáticas e tecnologias. Esse último movimento está sendo nomeado de 4ª. Revolução Industrial. Schwab (2019) convalida e respalda essa denominação, quando apresenta em seu livro várias considerações sobre a influência desta nova ruptura no cotidiano da sociedade.

Em suma, pode-se afirmar que do ponto de vista tecnológico, a proposta dessa última Revolução é a convergência de esforços para alinhar os contextos digital, físico e biológico, permitindo o desenvolvimento de projetos multilíngues, multiculturais, multidisciplinares e multifacetados. Esses esforços nos levam a discussões e soluções que precisam tratar de forma compartilhada o volumoso conhecimento, mas com uma visão abrangente e global, provocando processos que alteram a maneira de pensar, se comportar e utilizar a tecnologia. É nesse sentido que este relato propõe uma reflexão e debate sobre as questões ligadas ao tema Big Data na direção das transformações na sociedade e na ciência.

---

1 A noção de Tecnologia disruptiva está ligada às inovações tecnológicas que derivam de uma mudança de paradigma. Esta mudança não é fruto de melhoria contínua ou evolução. (WIKIPEDIA, 2016).

## **Os esforços para a disseminação do conhecimento: da explosão documental à explosão de dados e informação**

O volume de informação gerada e também consumida pela sociedade cresce em razão exponencial. Se revisitarmos as previsões feitas no princípio da década de 2010, podemos perceber que estas foram ultrapassadas em larga escala<sup>2</sup>. O incremento desse volume foi maximizado pelo avanço dos mecanismos e aparatos tecnológicos, trazendo novas interpretações para a Lei de Moore<sup>3</sup>.

Ao debruçar sobre a vertente da prestação de serviços para a sociedade, pode-se afirmar que a transformação digital se tornou uma peça chave para as instituições públicas (SECRETARIA, 2020) e privadas (MANCINI, 2019). Com isto, a proposta de redesenho e mudanças de processos de trabalho, apontada como solução nos anos 1990 (FURLAN, 1994; DAVENPORT; 1994), recebeu novo impulso, pois as atividades desenvolvidas no mundo digital trouxeram reflexos nos procedimentos de interação humano e não-humano e no comportamento humano. (DH-MANIFESTO, 2010). Segundo pesquisa promovida pela AIIM (The Association for Intelligent Information Management), a percepção de cerca de 60% dos executivos entrevistados é que o volume de dados e informação dobrará nos próximos dois anos. Vale destacar que para os demais 40% de entrevistados, o crescimento será três a quatro vezes maior que o volume atual de informações. Em resumo, pode-se inferir que para todos os entrevistados o incremento é inevitável. (MANCINI, 2019).

---

2 No princípio dos anos 2014, estimava-se que o volume de dados para o ano de 2020 era de 1,6 Zettabytes (RIBEIRO, 2014). Em 2017 as previsões chegaram ao valor de 40 Zettabytes (OKFN, 2017). Em 2019 a previsão foi ajustada para 44 Zettabytes, ou 44 trilhões de Gigabytes.

3 A Lei de Moore preconizava que a cada 18 meses o hardware poderia dobrar de capacidade e com custos adequados. Com a evolução tecnológica pós virada do milênio, outros parâmetros estão sendo utilizados para medir a evolução tecnológica de processadores.

Na introdução deste artigo foram ressaltadas as mudanças decorrentes dos eventos nominados de Revolução Industrial. Esses eventos servem para iluminar o caminho para compreendermos as transformações da sociedade e estão entremeados por alguns marcos importantes.

O primeiro marco pode ser delimitado com a invenção da imprensa, pois no final do século XV houve uma revolução na forma de disseminação de informações quando a reprodução de materiais escritos se transferiu da escrivania do copista para a oficina do impressor. Nessa época, estima-se que a produção de material impresso tenha chegado a oito milhões de livros. Um volume muito superior ao produzido por todos os escribas da Europa desde a fundação de Constantinopla. (EINSESTEIN, 1998).

Um segundo marco pode ser apontado com o surgimento da máquina à vapor, pois depois da invenção de Gutemberg não houve mudanças perceptíveis na disseminação de informação até a chegada deste tipo de motor. (DRUCKER, 2001). Com a chegada dos processos de mecanização, que agilizaram a produção de publicações, foi perceptível o incremento no volume de informações produzidas. As máquinas movidas à vapor causaram mais um deslocamento na disseminação de informação ao trazerem velocidade para a produção de documentos e publicações.

Um terceiro marco importante decorreu da 2ª. Guerra Mundial, como resposta às demandas provocadas pelo forte desenvolvimento de pesquisas no contexto da guerra: o perfil do Cientista da Informação começou a fazer parte do cenário de Pesquisa & Desenvolvimento. Esses profissionais eram encarregados da gestão da massa documental originária de pesquisas, fazendo uso de instrumentos para descrição, indexação e recuperação dos objetos de investigação. Os métodos tradicionais de documentação evoluíram para facilitar a automatização das relações entre as diversas classes de documentos, contribuindo para a informatização eletrônica do ciclo do processo documental. (POMBO, 1988). Isso possibilitou que perfis ancorados na formação acadêmica e profissional

dos Arquivistas e Bibliotecários, pudessem contribuir para a criação do Cientista da Informação, em especial no tratamento e uso intensivo de aparatos tecnológicos que agora compõem a dinâmica da produção de informação. (FONSECA, 2005; LINDOLFO, 2007; RIBEIRO, 2014).

Ao traçar uma linha temporal entre as revoluções mencionadas e os marcos trazidos pela explosão da informação, verifica-se um alinhamento dos últimos eventos destacados. Neste sentido, é possível pressupor que a motivação, os objetivos e consequências das próximas transformações exigirão cada vez mais o entrelaçamento entre o manejo da informação e os aparatos tecnológicos que farão uso desta.

A ágil evolução tecnológica vem contribuindo para este último marco importante, que se junta à quarta revolução industrial para transformar a vida das pessoas. É possível afirmar que as informações são geradas a partir de grandes volumes de dados e em tempo real, portanto, a explosão de dados e informação começou a desenhar o fenômeno Big Data.

## **Características essenciais de Big Data**

A explosão informacional levou o ser humano a perceber sua capacidade limitada em analisar diferentes fontes de dados. Essa limitação ficou mais evidente com a evolução dos aparatos tecnológicos e da própria internet, pois o ágil processamento dos dados e a computação em nuvem incrementaram a produção de informação. A resposta para transpor essa limitação está na definição de Big Data com o uso de Analytics. (DAVENPORT, 2014).

Big Data está associado diretamente às características conhecidas como os 5 (cinco) V's: o primeiro V de Volume – ligado ao quantitativo de dados; o segundo V de Variedade – relacionado ao conjunto de origens e fontes desses dados; o terceiro V de Velocidade – diz respeito à forma ágil e frequente sobre como são gerados e consumidos os dados

na atualidade; o quarto V de Veracidade – pois os dados necessitam ser críveis para serem utilizados; e por fim o quinto V de Valor – que corresponde à capacidade dos dados gerarem algum tipo de benefício quantificável para os usuários. (DUMBILL, 2012; RIBEIRO, 2015; STOREY; SONG, 2017).

O uso de Analytics permite que as organizações consigam extrair informação com valor dos grandes volumes de dados disponíveis em seus databases. Esse processo é apoiado em técnicas estatísticas para descrição, agregação, simulações e análise preditiva. (MINELLI; CHAMBERS; DHIRAJ, 2013; SIEGEL, 2013). Desenvolver Analytics pressupõe o uso de Data Lakes e Data Ponds como espaço para armazenamento de massivas coleções de dados que podem ser reunidas a partir de origens distintas, com vários formatos de armazenamento e com descrições diversas sobre o seu conteúdo. (NARGESIAN; ZHU; MILLER; PU; AROCENA, 2018; GIEBLER et al., 2019).

A delimitação do escopo de um projeto de Big Data pode passar pelo uso de técnicas estatísticas para o caso de vastos conjuntos de dados que serão povoados em grandes bancos de dados (com Data Lakes ou Data Ponds) para, por exemplo, tratar algum tipo de processamento textual ou numérico em larga escala (Large Datasets). Existem outras questões que podem ser endereçadas para pequenos conjuntos de dados (Small Datasets), mas que precisam ser processados segundo critérios da velocidade, variedade (associada à interoperabilidade) e de veracidade. Todas essas questões podem ser resolvidas à luz dos princípios de Big Data. Apesar desses projetos trabalharem com pressupostos ligados ao tema, a abordagem dessas investigações pode reunir todas as características enunciadas ou parte delas. (TIEPMAR, 2018).

Em essência, o debate sobre o desenvolvimento e/ou a escolha de projetos Small Data versus Big Data é consequência do uso de soluções na grande rede reduzindo ou ampliando o quantitativo de conexões. (KAPLAN, 2015).

## **A contribuição dos aparatos tecnológicos incrementando transformações**

A noção de Internet das Coisas (IoT)<sup>4</sup> incorporou no cotidiano da sociedade as interações dos objetos do lar, acarretando alterações na forma de lidar com os diferentes aparatos na vida contemporânea. São equipamentos diversos (fornos de micro-ondas, geladeiras, aparelhos de som, TV's etc) que ligam, desligam, aquecem e preparam alimentos, resfriam bebidas e apresentam listas de compras, tudo por comandos de um aparelho celular. A IoT também promoveu os aplicativos que monitoram e facilitam o deslocamento de pessoas, chamando taxis, precificando corridas, ajudando no compartilhamento de veículos e racionalizando os meios de transporte, além de ligar e desligar carros.

Por outro lado, verifica-se que o mundo é vigiado e a questão da privacidade se tornou ponto de destaque no tratamento dos grandes volumes de dados. Graças a estrutura da internet, onde toda interação deixa volumoso rastro digital, as nossas ações, opções de interesse, hábitos e opiniões, além de outras informações que voluntariamente oferecemos na grande rede por meio de nossas postagens em blogs, redes sociais e perfis de acesso, nos deixam fragilizados, e muitas vezes inertes, diante desse tsunami que invade as nossas vidas. (BRUNO, 2013). Adicionalmente, verifica-se que os sistemas de recomendação<sup>5</sup> estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano. Os sites de comércio eletrônico oferecem vendas casadas com ofertas de produtos equivalentes aos de interesse do comprador. Os cupons eletrônicos<sup>6</sup> para descontos

---

4 Acrônimo em inglês para Internet Of Things – Internet das coisas – aparatos tecnológicos dotados de tecnologia embarcada que podem interagir na rede. (MOREIRA et al., 2018)

5 Sistemas de recomendação indicam ao usuário a disponibilidade de produtos e serviços associados às suas necessidades (ALVAREZ et al., 2016)

6 Do inglês e-couponing – são ofertas eletrônicas para os usuários (BAI; MARDEN; ROSS; WANG, 2017).

em produtos são uma realidade e as viagens recém pesquisadas são oferecidas de maneira sistemática para o usuário.

Existem muitas câmeras gravando imagens nas ruas, nos edifícios (residenciais e comerciais), no trânsito das cidades, nos restaurantes, trazendo para a nossa convivência a figura do grande irmão, fotografando, vigiando e registrando muitas ações desenvolvidas por nós em sociedade. Segundo Orwell (1950, grifo do autor) “[..] the eyes follow you about when you move. BIG BROTHER IS WATCHING YOU [..]” e isso nos leva para uma discussão necessária sobre ética em projetos em Big Data, mas que não será abordada neste relato tendo em vista o objetivo proposto para esta discussão.

## **Um sobrevoo sobre algumas iniciativas transformadoras em Pesquisa & Desenvolvimento na Ciência e Tecnologia**

O uso combinado de dados e aparatos tecnológicos permite a escolha de múltiplos caminhos com diferentes visões e recortes, contudo, o caso da pandemia do COVID-19 nos possibilita estabelecer como pano de fundo a necessidade de tratar grandes volumes na temática da pesquisa em Ciência. Essa associação entre Big Data e em especial as Ciências da Saúde, pode transformar as relações entre os diferentes membros da sociedade, promovendo novos estudos e viabilizando soluções para problemas nunca antes vivenciados.

O compartilhamento de dados em larga escala tem auxiliado aos governos e sociedade no combate à pandemia, permitindo transpor diferentes dificuldades. É nesse contexto que Big Data e Ciência Aberta<sup>7</sup>

---

7 A proposta da Ciência Aberta tem como objetivo principal o compartilhamento de dados e resultados de investigações com o intuito de acelerar a pesquisa científica e promover a participação da sociedade. (HENNING; RIBEIRO; SALES; MOREIRA; SANTOS, 2019).

caminham na mesma direção, pois os dados de pesquisa<sup>8</sup> quando compartilhados trazem novas dimensões para a divulgação científica. Ao observar a afirmação da Profa. Anne-Mieke Vandamme da KU Leuven, Bélgica, com o compartilhamento “You can see from the sequences how the virus spreads, the speed at which it’s spreading and estimate the number of people that are infected. As we get more and more sequences, the more and more accurate the numbers are [...]”. (GUILLOU, 2020)

Um exemplo desse compartilhamento pode ser visto no projeto CORD-19<sup>9</sup> (COVID-19 Open Research Dataset desenvolvido pelo Allen Institute for AI), onde várias instâncias de dados estão dotadas de informação semântica para serem reutilizadas por outras instituições e ratificando as constatações trazidas por Boyd e Crawford (2011), onde afirmam que “Big Data is not notable because of its size, but because of its relationality to other data”. Essa percepção trazida por Boyd e Crawford sobre interconexões entre dados como mote para uso de Big Data, nos faz refletir não apenas sobre a atual pandemia, mas também sobre a possibilidade de coleta e cruzamento com dados sobre outras epidemias SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) como insumos para políticas públicas de saúde.

Cabe ressaltar que para possibilitar o compartilhamento, obtendo essa relação com outros dados de pesquisa, conforme apontada por Boyd e Crawford, é necessário mencionar o uso do conjunto de requisitos estabelecidos pelos princípios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable), pois esses possibilitam:

“[...] proporcionar o grau máximo de reuso de dados científicos, a partir da adoção de padrões, metadados, vocabulários controlados, ontologias e identificadores persistentes que proporcionam significado preciso aos

---

8 Dados de pesquisa são os insumos levantados e utilizados no desenvolvimento de projetos de investigação. (HENNING; RIBEIRO; SALES; MOREIRA; SANTOS, 2019).

9 Disponível em: <https://pages.semanticscholar.org/coronavirus-research>

dados e aos demais objetos a eles vinculados.” (HENNING; RIBEIRO; SALES; MOREIRA; SANTOS, 2019, p. 177)

A adoção destes princípios contribuiu para a criação de relações e permitiu a construção de aplicativos desenvolvidos pela sociedade organizada que tratam grandes e variados volumes de dados, transformando-os em informações que viabilizam processos de controle e acompanhamento da saúde pública. Projetos que tratem doenças sazonais, identificando vários dados, bem como sua frequência e diversas amostras (volume), para diferentes tipos (variedade) e passíveis de múltiplas interpretações (valor e validade) ao longo do tempo, convergem com as características enunciadas neste relato. A produção de informação sobre o isolamento social da população – por meio das aplicações: Tecnologia aponta isolamento<sup>10</sup>, Seguraaonda<sup>11</sup> e Frena La Curva<sup>12</sup> da Espanha – corrobora de maneira inequívoca que o compartilhamento de dados e a visão de Big Data têm muito a contribuir para o bem-estar da sociedade.

Rossi e Grifantini (2018) apontam que o trabalho com observação e análise de grandes conjuntos de dados permitem o desenvolvimento de uma ciência de dados médicos, integrando dispositivos de monitoramento – aparatos tecnológicos IoT tratados anteriormente – com grandes quantitativos de dados (EHR – Eletronic Health Records). Moreira et al. (2018) convalidam essa abordagem quando conjugam tecnologias ligadas a sensores que efetuam registros médicos de Eletrocardiogramas. O grande volume de dados oriundos do monitoramento feitos por sensores real-time para a prevenção de acidentes em motoristas de caminhão nas estradas, leva essa discussão de volta para o campo da explosão de dados e informação, comprovando que investigar usando a abordagem Big Data é desenvolver pesqui-

---

10 Disponível em: <https://braziljournal.com/exclusivo-tecnologia-de-localizacao-mostra-isolamento-em-quase-60>

11 Disponível em: <https://seguraaonda.com.br>

12 Disponível em: <https://frenalacurva.net>

sas para melhoria da sociedade, como já apontavam Hay et al. (2013). Vale destacar que esses autores buscavam a utilização das dimensões ligadas ao tamanho (volume), frequência de atualização (velocidade) e diversidade (variedade) para acompanhar a evolução de doenças infecciosas, como gripe e dengue. Permitindo assim que eles propusessem o monitoramento da saúde pública e antecipassem problemas que precisavam de tratamento.

A temática da saúde se faz presente neste debate, por conta da premência de soluções para algo que é nefasto para a sociedade na atualidade, mas outras transformações surgiram para dar conta desta Explosão. Surgiram diferentes projetos ligados a temas diversos: Big Data para tratar redes sociais e bancos de dados com grandes volumes (MALINI; CIARELLI; MEDEIROS, 2017; BARBOSA; KOBASHI, 2017); com novos papéis, comportamentos (RIBEIRO, 2014; ROZSA; DUTRA; NHACUONGUE, 2017) com esforços de capacitação de profissionais em Data Processing and Analysis, Social Networks Simulation and Analysis, Web Data Mining, Linguistic Ontologies, e Human-Computer Interface in Intelligent Systems (DUKHANOV; BOUKHANOVSKY; SIDOROVA; SPITSYNA, 2016); aplicativos para museus e bibliotecas (GODOY VIERA; VARVAKIS; FORESTI, 2018; KREBS; ROCHA; RIBEIRO, 2017). Para além das Ciências da Saúde, surgem assim reflexões para os pesquisadores nas Ciências Sociais e Humanas, obtidas por meio de exemplos que elucidam o processo de transformação trazido pela abordagem de Big Data.

Portanto, impulsionados também pela ideia de grandes volumes de dados e informação, mas aliados à variedade de dados na grande rede, surgiu a necessidade de debater aspectos relacionados a projetos de ciência cidadã e parcerias governamentais no compartilhamento de dados. O licenciamento adequado para o reuso desses dados e informação, a preservação dessa massa de registros digitais e contextualização semântica tanto nas Ciências da Saúde quanto nas Ciências Sociais ilustra o debate nessas áreas do conhecimento, servindo para demonstrar a importância e as possíveis consequências com a adoção da abordagem

de Big Data em conjunto com as práticas de Ciência Aberta para projetos de Pesquisa & Desenvolvimento.

## **Considerações finais**

A melhoria dos processos de disponibilização, distribuição e uso de informação contribui para uma redução nas diferenças e desigualdades de acesso à informação pela sociedade. Promover o desenvolvimento de pesquisas que tenham capacidade de reunir, organizar e disseminar a miríade de dados e informação que inundam a sociedade é condição essencial na formação de novos conhecimentos para a humanidade. Esta é a essência de Pesquisa & Desenvolvimento no âmbito da Ciência Aberta e que vem impulsionando processos de transformação na sociedade.

Ademais, o cenário que se apresenta é de evolução no tratamento da informação, na medida em que vem provocando alterações até mesmo no perfil das equipes que trabalham com produção de conhecimento em projetos de investigação. Os processos de descrição para representação e organização dos objetos componentes das investigações também estão evoluindo, pois, a importância de entender e reutilizar os dados gerados como forma de incrementar a Pesquisa & Desenvolvimento se faz presente na atualidade.

Alvin Toffler em 1981 apontou que os usuários iriam se transformar em prosumers, um conceito híbrido significando a junção dos perfis de produtores e consumidores de informação. Segundo a visão apresentada por Toffler, pode-se afirmar que o papel de prosumer representa o comportamento de todos nós dentro deste contexto de avalanche de informações na atualidade (TOFFLER, 1984). De forma similar, Bruns propôs uma evolução no papel apresentado por Toffler complementando o conceito na direção do papel de produsage significando a junção de produtor e utilizador. Essa complementação foi possível após a entrada dos aspectos de compartilhamento e colaboração, trazidos pela Web 2.0. (BRUNS, 2008).

Produzir, consumir e reutilizar dados em diferentes domínios, tais como Artes, Ciência Sociais e Humanas, Instituições de Memória, Educação, Engenharias e Ciências da Saúde, exige dos pesquisadores a execução de processos para o entendimento e representação de forma completa. Novos caminhos têm sido propostos em busca de requisitos para auxiliar no compartilhamento e reuso de dados, como o uso de princípios FAIR em projetos de destaque em Pesquisa & Desenvolvimento alinhados a esforços transnacionais tais como o projeto europeu H2020. (HENNING; RIBEIRO; SALES; MOREIRA; SANTOS, 2019) e a implementação da rede VODAN (Virus Outbreak Data Network)<sup>13</sup>.

Povoar grandes Lagos de Dados, selecionar e categorizar registros para desenvolver análise preditivas e prospectivas, devem permitir interpretações convergentes para viabilizar o desenvolvimento de outras pesquisas derivadas em prol de uma sociedade mais justa e com distribuição equitativa de recursos necessários à vida.

Por fim, pode-se afirmar que o desenvolvimento de projetos de Pesquisa & Desenvolvimento em conjunto com a adoção da abordagem de Big Data pode auxiliar na criação de produtos e serviços que satisfaçam as necessidades de todos. Além disso, esses projetos precisam atender aos novos comportamentos, surgidos como consequência das transformações tecnológicas e promovendo um novo marco revolucionário para a sociedade.

## Referências

ALVAREZ, Edgar Bisset et al. Os Sistemas de Recomendação, Arquitetura da Informação e a Encontrabilidade da Informação. *Transinformação*, Campinas, v. 28, n. 3, p. 275-286, Dec. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103--7862016000300275&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103--7862016000300275&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 07 abr. 2020.

BAI, Xue; MARSDEN, James R.; ROSS, William T.; WANG Gang. How e-WOM and local competition drive local retailers' decisions about daily deal offerings. *Decision*

---

13 Disponível em: <https://www.go-fair.org/implementation-networks/overview/vodan/>

Support Systems, v. 101, pp 82-94. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.06.003>. Acesso em 01 abr 2020.

BARBOSA, Eduardo Caetano; KOBASHI, Nair Yumiko. Extroversão e descoberta: visualização de dados no auxílio a buscas e recuperação de informações. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, São Paulo, v. 13, p. 115-120, set. 2017. Disponível em: <<https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/766>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

BOYD, Danah; CRAWFORD, Kate, Six Provocations for Big Data (September 21, 2011). A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society, September 2011. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1926431> . Acesso em 20 de março de 2020.

BRUNO, Fernanda. Máquinas de ver, modos de ser: vigilância, tecnologia e subjetividade. Porto Alegre: Sulina, 2013.

BRUNS, Axel. Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond: From Production to Produsage. New York: Peter Lang Publishing, 2008.

COX, Michael; ELLSWORTH, David. Application-Controlled Demand Paging for Out-of-Core Visualization. [Extended-version report] Proceedings of Visualization '97, Phoenix AZ, October 1997. Disponível em: <https://www.nas.nasa.gov/assets/pdf/techreports/1997/nas-97-010.pdf> . Acesso em: 20 mar 2020.

DAVENPORT, T. H. Reengenharia de processo: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Editora Campus, 1994.

\_\_\_\_\_. Big Data at work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities. Boston: Harvard Business Review Press. 2014.

DH-MANIFESTO. Manifeste des Digital Humanities. 2010. Disponível em: <<http://tcp.hypotheses.org/443>>. Acesso em: 1 abr 2020.

DRUCKER, Peter. Administrando em tempos de grandes mudanças. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

DUKHANOV, A.; BOUKHANOVSKY, A.; SIDOROVA, T.; SPITSYNA, N. Big Data and Artificial Intelligence for Digital Humanities: An International Master Program via Trans-Eurasian Universities Network. *Procedia Computer Science*. Publisher: Elsevier B.V. v. 101 pp: 449-451. 2016.

DUMBILL, E. What is Big Data? In: O'Reilly Media Inc. Big Data Now: current perspectives. O'Reilly Media: California. 2012. Disponível em: <<http://www.oreilly.com/data/free/files/big-data-now-2012.pdf>>. Acesso em: 31 mar 2020.

EISENSTEIN, Elizabeth L. A revolução da cultura impressa: os primórdios da Europa Moderna. São Paulo: Ed. Ática. 1998.

EMC. The Data Torrent. E-Paper. October 2019. Disponível em: [https://www.dellemc.com/en-us/collaterals/unauth/white-papers/products/ready-solutions/dell\\_amd\\_data\\_torrent\\_paper.pdf](https://www.dellemc.com/en-us/collaterals/unauth/white-papers/products/ready-solutions/dell_amd_data_torrent_paper.pdf). Acesso em 06 de abril de 2020.

FONSECA, Maria Odila K. Arquivologia e Ciência da Informação. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2005.

FURLAN, José Davi. Reengenharia da Informação: do mito à realidade. São Paulo: Makron Books. 1994.

GIEBLER, Corinna. et al. Leveraging the Data Lake: Current State and Challenges. In: ORDONEZ, Carlos et al. Big Data Analytics and Knowledge Discovery. Proceedings of 21st International Conference, DaWaK. Linz, Austria. 2019.

GUILLOU, Ian Le. Covid-19: How unprecedented data sharing has led to faster-than-ever outbreak research. 2020. Disponível em: <https://horizon-magazine.eu/article/covid-19-how-unprecedented-data-sharing-has-led-faster-ever-outbreak-research.html>. Acesso em: 1 abr 2020.

HAY, Simon I et al. Big data opportunities for global infectious disease surveillance. PLoS medicine. v.10, n.4. 2013. e1001413. doi:10.1371/journal.pmed.1001413

HENNING, P. C. ; RIBEIRO, C. J. S. ; SALES, L. F. ; MOREIRA, J. L. R. ; SANTOS, L. O. B. S. . Desmistificando os princípios FAIR: Conceitos, Métricas, Tecnologias e Aplicação inseridas no Ecosistema de Dados FAIR. PESQUISA BRASILEIRA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E BIBLIOTECONOMIA, v. 14, p. 175, 2019.

KAPLAN, F. A Map for Big Data Research in Digital Humanities. Frontiers in Digital Humanities. v. 2, 2015.

KREBS, L. M.; ROCHA, R. P.; RIBEIRO, C. Quem leu este também leu...: sistema de recomendação na biblioteca universitária. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 22, n. 1, p. 151-169, 2017. doi: 10.1590/1981-5344/2496

LINDOLFO, Ana C. Gestão de Documentos: uma renovação epistemológica no universo da Arquivologia. Arquivística.net – [www.arquivistica.net](http://www.arquivistica.net), Rio de Janeiro, v.3, n.2, p. 28-60, jul./dez.2007

MAGALHÃES, Regina; VENDRAMINI, Annelise. Os impactos da quarta revolução industrial. GV EXECUTIVO, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 40-43, mar. 2018. ISSN 1806-8979. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/74093/71080>>. Acesso em: 01 abr 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.12660/gvexec.v17n1.2018.74093>.

MANCINI, J. You're Working TOO Hard – Using Intelligent Automation to Save Time, Money, and Effort . AIIM Industry Watch. 2019. Disponível em: <https://info.aiim.org/incorporating-robotic-process-automation-into-your-information-management-strategy> Acesso em: 31 mar 2020

MALINI, F.; CIARELLE, P.; MEDEIROS, J. O sentimento político em rede sociais: big data, algoritmos e as emoções nos tweets sobre o impeachment de Dilma Rouseff. *Liinc em revista*, [S. l.] v. 13, n. 2. 2017. Disponível em: < <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/4089> >. Acesso em: 20 nov 2018.

MAYER-SCHÖBERGER, V.; CUKIER, K. *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt. 2013.

MINELLI, M.; CHAMBERS, M.; DHIRAJ, A. *Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses*. Wiley CIO Series. 2013

MOREIRA, J; FERREIRA PIRES, L.; SINDEREM, M.; DANIELE, L. SAREF4health: IoT standard-based ontology-driven healthcare systems. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. Publisher: IOS Press. v: 306 pp: 239-252. 2018.

NARGESIAN, F.; ZHU, E.; MILLER, R.; PU, K; AROCENA, P. Data lake management: Challenges and opportunities. *Proceedings of the VLDB Endowment*. Publisher: VLDB Endowment. v. 12 , n.12, pp: 1986-1989. 2018.

OKFN. Open Knowledge Foundation. O que faremos com 40 trilhões de gigabytes de dados em 2020. 2017. Disponível em: <https://br.okfn.org/2017/09/29/o-que-faremos-com-os-40-trilhoes-de-gigabytes-de-dados-disponiveis-em-2020/> . Acesso em 29 mar 2020.

ORWELL, G. FROMM, E. 1984. Florida: Signet Classics – Penguin Group. 1950

POMBO, O. Da classificação dos seres à classificação dos saberes. *Revista da Biblioteca Nacional de Lisboa* , Lisboa, n. 2, p. 19-33, primavera, 1988

RIBEIRO, Cláudio Jose Silva. Big Data: os novos desafios para o profissional da informação. *Informação & Tecnologia (ITEC): João Pessoa/Marília*, v. 1, n. 1. pp 96-105, jan./jun., 2014

\_\_\_\_\_. Organização da Informação no ambiente Web: produzindo conhecimento a partir de grandes volumes de dados. En: XII Congreso ISKO España y II Congreso ISKO España-Portugal, 19-20 de noviembre, 2015, Organización del conocimiento para sistemas de información abiertos. Murcia: Universidad de Murcia.

ROSSI, R.; GRIFANTINI, R. Big Data: Challenge and Opportunity for Translational and Industrial Research in Healthcare. *Frontiers in Digital Humanities*. v. 5. 2018

ROZSA, V.; DUTRA, M. L.; NHACUONGUE, J. A. Linked open data no contexto acadêmico: identificação e análise de vocabulários utilizados na academia e na pesquisa científica. *Brazilian Journal of Information Science*, v. 11 No 3, n. 3, 2017. doi: 10.5016/brajis.v11i3.6780

SANTOS PUTON, B.; MANGAN, P. K. V.. *BibliotecAR: Realidade Aumentada em um Sistema Android para Auxílio de Localização de Livros em uma Biblioteca*. **Revista**

**Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, [S.l.], v. 1, n. 2, mar. 2015. ISSN 2446-7634. Disponível em: <<https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/62>>. Acesso em: 01 abr 2020.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2019.

SECRETARIA DE GOVERNO DIGITAL. Missão. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/sisp/secretaria-de-governo-digital-sgd> Acesso em: 20 mar 2020.

SIEGEL, Eric. Predictive Analytics: the power to predict who will click, buy, lie, or die. New Jersey: John Wiley & Sons. 2013.

STOREY, V.; SONG, I. Big data technologies and Management: What conceptual modeling can do. Data and Knowledge Engineering. V. 108 pp: 50-67. 2017.

TIEPMAR, J . Big Data and Digital Humanities. Archives of Data Science. Series A (Online First) Scientific Publishing . v. 5, n. 1, 2018.

TOFLER, A. Third Wave. The classic study for tomorrow. New York: Bantam Books. 1984.

VIERA, A. F. G.; VARVAKIS, G.; FORESTI, F. Perspectivas e desafios dos dispositivos móveis para as bibliotecas universitárias brasileiras. Revista Interamericana de Bibliotecología (Colombia), v. 41, n. 1, p. 19-35, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/83725>>. Acesso em: 02 abr 2020.

WIKIPEDIA. Tecnologia Disruptiva. 2016. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tecnologia\\_disruptiva](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tecnologia_disruptiva). Acesso em 02 abr 2020.

---

**Cláudio José Silva Ribeiro** · Professor Adjunto da Unirio (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro). Doutor em Ciência da Informação pelo convênio Universidade Federal Fluminense/MCT-IBICT. Graduado em Engenharia pela UERJ, possui mais de 30 anos de experiência nas áreas de Ciência da Computação e Ciência da Informação atuando principalmente nos seguintes temas: análise de domínio, sistemas de informação, banco de dados, arquitetura da informação, gestão de conteúdo e gestão do conhecimento. Líder do grupo de pesquisa OpenAIDoc/CNPq.

# 5G e seus aspectos revolucionários

---

Jorge H C Fernandes

## Resumo

O artigo aborda de que forma as redes de comunicação 5G objetivam a criação de “Sociedades Conectadas”, nas quais os agentes sociais são não apenas humanos portadores de *smartphones* mas também objetos da *Internet of Things*. Na busca pela promoção dessa Sociedade Conectada, as redes 5G se mostram potencialmente capazes de promover modelos tecnocráticos de controle social, não apenas pela sua ambição de universalização, flexibilidade, acessibilidade e baixo custo, mas também pela sua capacidade de observar, prever e até mesmo controlar a estrutura e o comportamento dos agentes da sociedade. Os riscos políticos decorrentes das novas formas de observação e controle da realidade física e da desmaterialização da informação são considerados, apontando a necessidade de discussões sobre a forma de implantação da tecnologia.

## Abstract

The article discusses how 5G communication networks aim at the creation of “Connected Societies”, in which social agents are not only humans with smartphones but also objects of the Internet of Things. In the quest to promote this Connected Society, 5G networks are potentially capable of promoting technocratic models of social control, not only because of their ambition for universalization, flexibility, accessibi-

lity and low cost, but also because of their ability to observe, predict and even control the structure and behavior of society's agents. The political risks arising from new ways of observing and controlling physical reality and dematerializing information are considered, pointing out the need for discussions on how to implement the technology.

## **1. 5G e as Sociedades Conectadas**

Diferentemente das redes 5G (5th Generation Wireless Networks), as gerações anteriores (1G, 2G, 3G e 4G) de redes de comunicações móveis tinham objetivos socialmente neutros. As redes 1G visavam a interconexão de terminais móveis transmitindo sinais analógicos da voz humana. As redes 2G usavam sinais digitais para o mesmo propósito de transmitir a voz das pessoas, mas também tons musicais. As redes 3G criaram sistemas capazes de transmitir não só a voz, mas também multimídias que combinam texto, voz, som, imagem, vídeo e hiperlinks. As redes 4G ampliaram a quantidade e qualidade de dados transmitidos, permitindo o uso de multimídias avançadas. Segundo Penttinen (2019), as redes de comunicações móveis de 5ª geração, 5G, visam a criação de sistemas de comunicações móveis adequados às “sociedades conectadas”. Essas sociedades não são apenas formadas por pessoas e suas relações em um território, mas também por objetos computacionalmente ativos e conectados a um território que pode ser pouco associado com a realidade física do tempo e espaço concretos aos quais estamos acostumados.

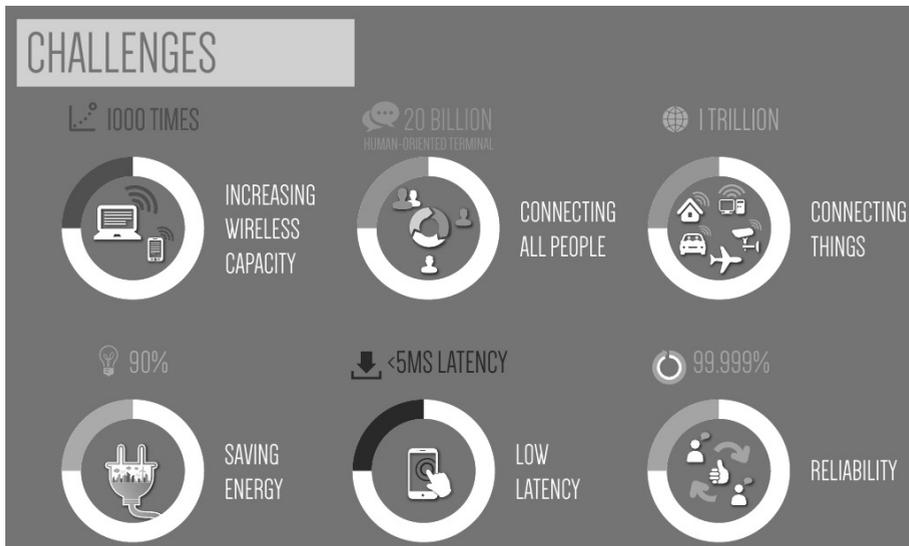
As redes 5G não tratam apenas de oferecer um canal de comunicação móvel, que desconhecedor da estrutura e comportamento social dos usuários e dos objetos (computacionalmente) ativos, faz o seu melhor esforço para transportar uma mensagem de voz ou multimídia de um ponto a outro. As redes 5G buscam trazer um imenso conjunto de novas facilidades, como baixa latência (tempo de duração para que uma mensagem seja transmitida de um terminal para outro), elevada vazão

de dados (Gigabits por segundo), flexibilidade e elasticidade na criação de novas redes e novas formas de comunicação 5G Infrastructure Association (2015a).

Para cumprir sua promessa, as redes 5G são dotadas de capacidade de reorganizar rapidamente os seus canais de comunicação para se amoldar à estrutura e comportamento social dos seus terminais usuários, da forma mais lógica, segura e energeticamente eficiente. Ao fazer isso, as redes 5G criam implicações e possibilidades que trazem, junto com grandes oportunidades, uma igualmente grande quantidade de riscos. Esse artigo busca explorar de que forma esses riscos e oportunidades constituem os aspectos revolucionários do 5G, oriundos do seu desenho técnico, e de sua forma de implantação.

## 2. Ambições do 5G

Figura 1: Desafios tecnológicos na implementação de uma plataforma 5G de comunicações móveis



Fonte: 5G Infrastructure Association (2015b).

As ambições de criação de uma nova tecnologia de comunicações móveis denominada 5G estão presentes no documento de visão promovido pela Comissão Europeia em fevereiro de 2015, ilustradas na figura 1. Elas são, segundo a 5G Infrastructure Association (2015b):

1. Aumentar em 1.000 vezes a atual capacidade de transmissão de dados em terminais sem fio (wireless), de modo que seja possível um volume de transmissão da ordem de 10 Terabits por segundo para cada de área de cobertura, ou seja, 1 Megabit por segundo transmitido em cada m2 de espaço físico, seja em casa, na rua, no trabalho, na indústria etc;
2. Suportar a conexão de 20 bilhões de terminais (especialmente smartphones) para utilização por pessoas, cada um transmitindo até 10 gigabits de dados por segundo;
3. Conectar até um trilhão de objetos da Internet of Things (IoT), algo em torno de 200 objetos conectados para cada atual habitante do planeta. Esses objetos podem ser sensores, motores, automóveis, eletrodomésticos etc;
4. Reduzir em 90% o consumo de energia de uma rede de terminais e estações de rádio, quando comparado ao consumo existente no ano de 2010;
5. Reduzir o tempo de transmissão (latência) de dados entre os terminais fim a fim para até 5 milissegundos, e para 1 milissegundo na comunicação entre veículos em uma rodovia;
6. Aumentar a confiabilidade (disponibilidade e continuidade) da rede móvel para 99,999%, de modo que no máximo sejam perdidos cerca de 1 segundo de conectividade por dia, por terminal.

Outras ambições tecnológicas almejadas com as redes 5G são:

- Redução do custo de operação de uma rede móvel em 5 vezes, de modo que os custos das operadoras sejam bem mais baixos, quando comparados aos atuais;
- Redução para menos de 90 minutos no tempo necessário para implementação de qualquer novo serviço móvel contratado por um cliente, como, por exemplo, um serviço de transmissão de vídeo de alta resolução em uma praça pública, que oferece armazenamento de dados, processamento de imagens, reconhecimento de voz etc, entre outros.

As ambições tecnológicas das redes 5G produzem de forma imediata algumas mudanças no comportamento de seus usuários.

### **3. Mudanças no Comportamento de Usuários**

Quando o conjunto das ambições tecnológicas das redes 5G for alcançado, os usuários humanos que desfrutarem dessas ambições realizadas poderão alterar profundamente a sua forma de contato com a realidade concreta e física. Algumas dessas alterações são exploradas a seguir.

#### **3.1 Novas formas de observar a realidade física**

Com as redes 5G será fácil para qualquer usuário de serviço de comunicações móveis transmitir e receber um imenso volume de dados que podem vir, por exemplo, na forma de vídeo e áudio de altíssima resolução, de e para quaisquer outros terminais operados por humanos, ou objetos da IoT (Internet of Things). Adicionalmente, as redes 5G objetivam oferta de acesso à totalidade dos seres humanos. Como consequência disso, as redes 5G conectarão uma quantidade imensa de objetos e

pessoas, gerando formas completamente novas de observação das pessoas, dos computadores, dos espaços sociais e do ambiente natural.

### **3.2 Novas formas de controlar a realidade física**

Devido à baixa latência, combinada com alta confiabilidade da rede, os usuários das redes 5G poderão realizar, com o uso de luvas especiais, a manipulação física de objetos remotos, similar às que hoje podem realizar quando em contato imediato com um objeto físico. Os 5 ms de latência garantidos nas redes 5G permitem um eficiente controle tátil de objetos fisicamente remotos. As redes 5G também viabilizam o controle e segurança de veículos autônomos trafegando em alta velocidade em rodovias. O 5G também torna viável a sincronização no processo de fabricação de objetos em plantas industriais fisicamente dispersas ao redor do planeta, possibilitando a chamada Indústria 4.0.

### **3.3 Novas formas de inovar**

O reduzido custo de operação das redes móveis 5G e a flexibilidade na criação de novos serviços de armazenamento, processamento e comunicação de dados, implementados em menos de 1,5 horas (90 minutos) após contratados, viabilizarão a criação de inúmeras experiências inovadoras possibilidades de testes e validações de novos serviços de informação e comunicação. Aplicações inovadoras em espaços urbanos, como as voltadas à vigilância e controle, lazer e diversão, e novos negócios industriais, comerciais e de serviços públicos ou privados, poderão ser implementadas e (ou) desmontadas com baixo custo e em poucas horas.

### **3.4 Desmaterialização da informação e computação**

Com as redes 5G a informação e computação poderão ser facilmente desmaterializadas perante seus proprietários, pois:

- Se tornará obsoleto o armazenamento físico de dados sob o controle individual das pessoas, praticamente inexistindo o contato físico humano com dispositivos de armazenamento de informação, como pen drives, livros, cadernos de anotações pessoais feitas com caneta e lápis. Os dados, registros, documentos e arquivos pessoais, profissionais, industriais, comerciais, e de todas as pessoas físicas e jurídicas passarão a estar efetivamente armazenados nas nuvens computacionais ofertadas pela mediação dos provedores de comunicações 5G;
- Se tornará obsoleto o uso de computadores locais para realizar o processamento computacional de quaisquer dados sobre controle de pessoas, pois devido ao custo muito inferior das plataformas de nuvens computacionais, o processamento só ocorrerá em sistemas fisicamente inacessíveis às pessoas. Apenas os terminais de acesso do tipo *smartphones* que hoje usamos, nos darão acesso ao processamento de dados;
- Se tornará economicamente, operacionalmente e gerencialmente inviável a existência de sistemas de comunicação de dados locais, como as redes WiFi e as redes corporativas das empresas, que hoje são operadas não sem esforço, pelas pessoas em suas residências, indústria, comércio e serviços. Os ofertantes de redes 5G, pela facilidade e agilidade com que operarão suas redes, proverão novos meios de comunicação convenientes e de baixo custo, de forma extremamente competitiva, e a todas as pessoas.

O conjunto dessas facilidades e mudanças comportamentais constituirá a “sociedade conectada”.

#### **4. Tecnologias-Chave das Redes 5G**

Para que os avanços tecnológicos proporcionados pelas redes 5G ocorram se faz necessária a utilização de três tecnologias-chave, cujas implicações revolucionárias serão exploradas na conclusão deste artigo:

- Antenas inteligentes;
- Virtualização e fatiamento (slicing) de redes;
- Aprendizagem de máquina.

#### **4.1 Antenas Inteligentes (smart antennas) e redes de rádio cognitivas (cognitive radio networks)**

Novas antenas ditas “inteligentes” ou smart antennas e as redes de rádio cognitivas Kanatas et al. (2018), permitem a agressiva ampliação da utilização do espectro eletromagnético pelas empresas de comunicação 5G, com instalação de uma ampla variedade de antenas e formas de aproveitamento de espectro de radiofrequência para todos os tamanhos, frequências e distâncias físicas. Essas redes de antenas são energeticamente eficientes para atender tanto à mobilidade de humanos quanto à de objetos. As antenas inteligentes serão adequadas à captura e envio de dados para objetos que podem estar desde poucos centímetros a vários quilômetros distantes um do outro. Cria-se assim uma densa malha de sinais eletromagnéticos que se propõe a sentir e (ou) controlar a ocorrência de fenômenos físicos de ordem microscópica e macroscópicas em todos os espaços do planeta onde o ser humano estiver presente. As antenas inteligentes em uma rede cognitivamente ativa atuam como olhos e lanternas digitais, a observar e viabilizar a interconexão e eventualmente o controle de humanos e objetos IoT.

#### **4.2 Virtualização e fatiamento (slicing) de redes**

A virtualização e fatiamento (slicing) Kazmi et al. (2019) de redes 5G permite a criação de redes de computadores virtuais, de uma forma muito ágil, rompendo com a antiga forma de criação de redes maiores por aglutinação de redes de menor porte, usada para a criação da Internet desde os anos 1970. Isso é, a Internet surgiu como uma estrutura que interconectava redes locais, em salas e prédios, formando

redes de média distância, presentes em um campus, ou região metropolitana, e que se ligavam a redes ainda maiores, formando redes de longa distância, interconectando uma região ou país. Essa aglutinação de redes, locais, metropolitanas e de longa distância, constitui coletivamente a rede Internet (interrede) que hoje interconecta bilhões de computadores dos tipos host e terminal. Embora tenhamos a sensação de que o serviço de chat do whatsapp esteja a poucos metros de distância do nosso smartphone, os protocolos de comunicação usados no smartphone podem identificar que há vários pontos de passagem de dados a serem transpostos para que a comunicação ocorra do terminal ao servidor. No modelo de virtualização e fatiamento suportado pelas redes 5G, as redes não mais obedecem a uma lógica de agregação por proximidade física. A nova rede local de comunicação 5G pode ser composta por vários computadores, smartphones, objetos da Internet of Things, fisicamente presentes nos distintos continentes, mas ainda assim os habilitando a conversarem entre si como se estivessem numa mesma rede local. Essas redes virtuais 5G podem ser montadas e desmontadas de forma automatizada, com grande agilidade, e assim oferecer um conjunto de serviços especializados aos computadores que nela se encontram. A noção de distância física e lógica desaparece para os terminais em uma rede 5G, assim como já desapareceu para as pessoas que são usuárias leigas.

### **4.3 Aprendizagem de máquina**

Toda a complexidade do novo sistema de antenas inteligentes em redes cognitivas, bem como dos sistemas de virtualização e fatiamento de redes, visando a obtenção de eficiência energética, flexibilidade, elasticidade e outras ambições das redes 5G, não consegue ser gerenciável por humanos. A elevada capacidade da rede 5G para observar e se adaptar aos comportamentos dos usuários humanos e dos objetos tais como carros, eletrodomésticos etc, decorrerá do uso da aprendizagem de má-

quina Kanatas et al. (2018). Os algoritmos de aprendizagem de máquina ou aprendizagem estatística em uso nas redes 5G visam mapear o comportamento e a estrutura da sociedade. Uma antena inteligente montada em um ponto de uma via de pedestres é composta por várias aletas, dispostas apontando para diferentes ângulos e segmentos da via. Para economizar energia enquanto produzindo a melhor qualidade de transmissão de dados para o usuário, o sistema 5G terá que aprender por meio da aprendizagem de máquina, qual o movimento mais provável dos terminais (e das pessoas que o usam) quando em deslocamento, visando controlar quais dessas aletas da antena devem ser energizadas nos próximos segundos, e quais dessas serão desenergizadas. Para isso ocorrer, dados de movimentação dos usuários e dos objetos precisarão ser continuamente coletados visando criar uma aprendizagem do comportamento da “sociedade conectada”. De outra forma, o fatiamento de redes, também guiado por sistemas de aprendizagem de máquina Kazmi et al. (2019), úteis para dar mais segurança à comunicação entre os terminais, precisará coletar e analisar continuamente os dados sobre quais usuários humanos ou computacionais se comunicam com maior frequência com os outros. Por questões de segurança, esses usuários poderão se comunicar sem riscos de interferências indesejáveis se usada uma rede virtualizada dedicada. Com essa abordagem, as redes 5G também aprenderão automaticamente a identificar a estrutura da “sociedade conectada”, ou seja, que relações são estabelecidas entre os usuários humanos, e entre os objetos, com qual frequência e intensidade.

## **5. A revolução das redes 5G**

Diante do argumentado sobre ambições e soluções tecnológicas das redes 5G, e sobre potenciais impactos das redes 5G no comportamento dos seres humanos, a principal revolução provocada pela emergência das redes 5G será a perda do protagonismo humano sobre a construção dos sistemas de informação sociais e organizacionais.

Sistemas de informação são arranjos de pessoas que se relacionam de forma persistente com o suporte de objetos tecnológicos (computacionais) para realização de processos de produção de valor Fernandes (2016). Se por um lado Prakken (2000) aborda as tensões intersubjetivas que levam ao fracasso e ao sucesso na criação de projetos de sistemas de informação no interior das organizações humanas, Vickery and Vickery (1987) abordam a importância da política para a gênese de sistemas de informação criados para atendimento às sociedades predominantemente urbanas. Esses autores evidenciam a importância do processo político, do conflito e da dialética na tomada de decisão, visando o reordenamento dos fluxos de mensagens que circulam e que mantém a coesão dos grupos e sociedades.

As redes 5G, muito mais que redes de comunicação de dados entre pessoas, ao perderem a neutralidade sobre a compreensão da estrutura e comportamento social, passam a ser promotoras do design, da decisão e da implementação de novos sistemas de informação, potencializando de forma autônoma e algoritmicamente controlada o exercício de controle político sobre o processo decisório de promoção ou repressão de determinados fluxos de mensagens em circulação.

Promovida a revolução 5G, o controle sobre o processo político-decisório para construção de sistemas de informação sociais e organizacionais poderá não mais ser feito por pessoas, mas tão somente por máquinas e tecnocracias cujo objetivo maior será o de promover as ambições já citadas de aumento da capacidade de transmissão, conexão de bilhões de pessoas e um trilhão de objetos, redução de consumo de energia, latência de transmissão e aumento de confiabilidade da rede. Se essas ambições de natureza puramente tecnológica são o que de fato conduz à criação de sociedades abertas, promotoras da felicidade humana, e da sempre saudável busca por resolução de conflitos por meio do debate e da dialética, essa é uma questão a debater.

## Referências

5G INFRASTRUCTURE ASSOCIATION. 5G Vision: The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services, 2015a. URL <http://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Exec-Summary-v1.pdf>.

5G INFRASTRUCTURE ASSOCIATION. 5G Vision: The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services: executive summary, 2015b. URL <http://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>.

DEGENNE, Alain and FORSE, Michel. *Introducing Social Networks. ISM Introducing Statistical Methods*. Sage Publications, UK, 1999.

FERNANDES, Jorge H C. A Organização e a Tecnologia da Informação – TI: Sistemas de Informação, Infraestrutura, Organização e Serviços. In: SIMEÃO, Elmira and RONCAGLIO, Cynthia (editors). *Gestão da memória: Diálogos sobre políticas de informação, documentação e comunicação para a Universidade de Brasília*, p. 213–258. Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2016. URL <https://goo.gl/KoK3ZD>.

KANATAS, Athanasios G., NIKITA, Konstantina S., and MATHIOPOULOS, Panagiotis (Takis) (editors). *New Directions in Wireless Communications Systems: From Mobile to 5G*. CRC Press, USA, 2018.

KAZMI, S. M. Ahsan, KHAN, Latif U., TRAN, Nguyen H., and HONG, Choong Seon. *Network Slicing for 5G and Beyond Networks*. Springer, 2019.

PENTTINEN, Jyrki T. J.. *5G Explained: Security and Deployment of Advanced Mobile Communications*. John Wiley & Sons, 2019.

PRAKKEN, Bart. *Information, Organization and Information Systems Design: An integrated approach to information problems*. Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands, 2000.

VICKERY, Brian and VICKERY, Alina. *Information Science in Theory and Practice*. Butterworth, UK, 1987.

---

**Jorge Fernandes** é Doutor (2000) e Mestre (1992) em Ciência da Computação pela UFPE. É docente do Departamento de Ciência da Computação (CIC) do Instituto de Ciências Exatas da UnB. Orientou com sucesso 5 (cinco) teses de doutorado, 12 (doze) dissertações de mestrado, dezenas de monografias de conclusão de especialização e monografias de graduação, nas áreas de ciência da informação e ciência da computação. É coordenador do Grupo de Pesquisa Inteligência Cooperativa em Redes Sociais Complexas, registrado no CNPq. É membro do Núcleo Docente Estruturante da Licenciatura em Computação da UnB (02/2017).

# **A Internet das Coisas e a Lei Geral de Proteção de Dados**

## reflexões sobre os desafios do consentimento e do direito à explicação

---

Eduardo Magrani  
Renan Medeiros de Oliveira

### **Resumo**

A ideia de ter dispositivos inteligentes interconectados permitindo uma interação eficiente entre máquinas e humanos, auxiliando estes em suas tarefas diárias, pode parecer um cenário exclusivamente benéfico. No entanto, os dados oriundos desses diversos dispositivos interconectados podem oferecer riscos a direitos constitucionais dos usuários, como privacidade e segurança, podendo expô-los a prejuízos dos quais não têm ainda plena consciência. Portanto, é fundamental que os consumidores também estejam atentos a esses riscos e sejam ainda mais cuidadosos com seus dados em um ambiente de Internet das Coisas. Dentre os tópicos que merecem atenção dos usuários e dos reguladores, sobretudo no cenário da IoT, destacamos ao longo desse artigo a discussão sobre o consentimento e o direito à explicação.

### **Abstract**

The idea of interconnected smart devices allowing an efficient interaction between machines and humans, helping in daily tasks, may appear

to be an exclusively beneficial scenario. However, data from these various interconnected devices may offer risks to users' constitutional rights, such as privacy and security, and may expose them to losses of which they are not yet fully aware. Therefore, it is essential that consumers are also aware of these risks and are more careful with your data in an Internet of Things environment. Among the topics that deserve attention from users and regulators, especially in the IoT scenario, we highlight throughout this article the discussions concerning consent and the right to explanation.

## **Introdução: o cenário atual da Internet das Coisas e a necessidade de proteção dos usuários<sup>1</sup>**

A tecnologia está mudando rapidamente a maneira como interagimos com o mundo a nossa volta. Visando atender às mais novas demandas de consumidores e procurando oferecer produtos inovadores e que se destaquem no mercado, empresas estão desenvolvendo dispositivos com interfaces tecnológicas e com componentes do cenário de Internet das Coisas, que seriam inimagináveis há uma década.

Existem fortes divergências em relação ao conceito de Internet das Coisas (em inglês, Internet of Things – IoT)<sup>2</sup>, e não há um consenso sobre um que seja capaz de abarcar a complexidade sociotécnica de tal fenômeno. De maneira geral, a IoT refere-se a um ambiente de obje-

---

1 Algumas das reflexões desenvolvidas nesse artigo estão presentes em MAGRANI, Eduardo. *A internet das coisas*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018; MAGRANI, Eduardo. *Entre dados e robôs: ética e privacidade na era da hiperconectividade*. 2. ed. Porto Alegre: Arquipélago Editorial, 2019.

2 É necessário salientar que a expressão Internet das Coisas se refere basicamente a objetos que contêm sensores conectados que captam e tratam informações. Tendo em vista a necessidade de despertarmos uma consciência (crítica) principalmente no público não especializado no tema, entende-se que, apesar de ser de fato menos técnica, essa nomenclatura atende melhor essa necessidade do que se pautarmos a abordagem nos conceitos técnicos de sensores e objetos rastreáveis.

tos físicos interconectados com a Internet e que cria um ecossistema de computação onipresente com o objetivo de facilitar e trazer soluções a desafios do dia a dia que afligem as pessoas. Algo que todas as definições de IoT têm em comum é que elas se concentram em como computadores, sensores e objetos interagem uns com os outros e processam as informações/dados em um contexto de hiperconectividade<sup>3</sup>.

Todos os dias, “coisas” se conectam à Internet com capacidade de compartilhar, processar, armazenar e analisar um volume enorme de dados entre si. Esta prática é o que une a IoT ao conceito de big data, termo em evolução que descreve qualquer quantidade volumosa de dados estruturados, semiestruturados ou não estruturados<sup>4</sup> que têm o potencial de ser explorados para obter informações.

A combinação entre objetos inteligentes<sup>5</sup> e big data já está alterando a maneira como vivemos e poderá alterar de forma ainda mais significativa<sup>6</sup>. Algumas pesquisas estimam que, em 2020, a quantidade de objetos interconectados passará dos 25 bilhões, podendo chegar a 50

---

3 FTC STAFF REPORT. Internet of things: privacy & security in a connected world. FTC, 2015. Disponível em: <<https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2019.

4 Os dados semi-estruturados são dados onde o esquema de representação está presente de forma explícita ou implícita, devendo ser feita uma análise do dado para que a sua estrutura possa ser identificada e extraída. Os dados não estruturados são aqueles que não possuem uma estrutura definida, normalmente caracterizados por documentos textos, imagens, vídeos, etc. Dados estruturados por sua vez são aqueles organizados em blocos semânticos (relações) provenientes de um mesmo grupo e possuindo as mesmas descrições, atributos, estrutura e formato.

5 Vale dizer que nem todas as coisas conectadas são inteligentes. Quanto maior a autonomia e diversidade de habilidades, maior será sua inteligência. Para um aprofundamento no tema, confira-se MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

6 FTC STAFF REPORT. Internet of things: privacy & security in a connected world. FTC, 2015.

bilhões de dispositivos inteligentes<sup>7</sup>. As projeções para o impacto desse cenário de hiperconexão na economia são impressionantes: a estimativa de impacto econômico global corresponde a mais de US\$ 11 trilhões em 2025<sup>8</sup>.

Por conta de estimativas como essas, a IoT tem recebido fortes investimentos do setor privado e surge também como possível solução diante dos novos desafios de gestão pública. A partir do uso de tecnologias integradas e do processamento massivo de dados, promete soluções mais eficazes para problemas como poluição, congestionamentos, criminalidade, eficiência produtiva, entre outros. Além disso, a IoT poderá trazer inúmeros benefícios aos consumidores. Sistemas de automação residencial permitirão que um consumidor, antes mesmo de chegar à sua residência, possa enviar mensagem aos seus dispositivos para que realizem ações tais como abrir os portões, desligar alarmes, colocar música ambiente e alterar a temperatura da casa.

Por outro lado, a utilização dessa tecnologia requer atenção especial para proteger os seus usuários. Esses inúmeros dispositivos conectados que nos acompanharão diária e constantemente em nossas rotinas irão coletar, transmitir, armazenar e compartilhar uma quantidade enorme de dados, muitos deles estritamente particulares e mesmo íntimos. Com o aumento exponencial da utilização desses dispositivos, que já se encontram ou que entrarão em breve no mercado, devemos estar atentos aos riscos que isso pode trazer para a privacidade e segurança dos titulares dos dados.

---

7 BARKER, Colin. 25 billion connected devices by 2020 to build the Internet of Things. ZDNet, nov. 2014. Disponível em: <[www.zdnet.com/article/25-billion-connected-devices-by-2020-to-build-the-Internet-of-things/](http://www.zdnet.com/article/25-billion-connected-devices-by-2020-to-build-the-Internet-of-things/)>. Acesso em: 9 set. 2019.

8 Cf. ROSE, Karen; ELDRIDGE, Scott; CHAPIN, Lyman. The Internet of things: an overview. Understanding the issues and challenges of a more connected world. The Internet Society, out. 2015. Disponível em: <<https://www.internetsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview>>. Acesso em: 9 set. 2019, p. 1-4.

Se, de um lado, temos a tecnologia avançando a passos largos, de outro, temos a necessidade de proteção jurídica dos usuários.

Os dados oriundos desses diversos dispositivos interconectados podem oferecer riscos a direitos constitucionais dos usuários, como privacidade e segurança, podendo expô-los a prejuízos dos quais não têm ainda plena consciência. Diversas leis têm sido criadas ao redor do mundo para regular a utilização de dados pessoais e fornecer segurança aos indivíduos, estabelecendo, por exemplo, procedimentos básicos que devem ser seguidos pelas empresas quando da coleta e do tratamento dos dados, a forma de armazenamento e as possibilidades de compartilhamento das informações, e também os direitos dos usuários, como a necessária manifestação de consentimento para que seus dados sejam utilizados. Nesse sentido, temos a General Data Protection Regulation (EU GDPR 2016/679) na Europa<sup>9</sup>, e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei n. 13.709/2018) no Brasil<sup>10</sup>.

Como sabemos, contudo, nem sempre o direito é capaz de acompanhar as mudanças que ocorrem na realidade, de modo que diversos desafios continuam a surgir mesmo com a regulação legal – e, como será visto, a tecnologia tem ganhado um grande papel na tarefa regulatória. Ademais, o direito deve estar atento ao seu papel nesse contexto para, ao mesmo tempo em que busca regular com eficácia essas práticas a fim de coibir abusos e proteger os direitos constitucionais vigentes, não obstaculizar demasiadamente o desenvolvimento econômico e tecnológico em andamento.

---

9 A regulação passou a ser aplicável a partir de 25 de maio de 2018 e veio para fazer uma revisão da legislação europeia acerca da proteção de dados, substituindo a Diretiva de Proteção de Dados de 1995 (95/46/EC). Ela se aplica aos países da União Europeia.

10 A Lei, com grande inspiração na regulação europeia, foi promulgada no dia 14 de agosto de 2018 e começa a vigorar em agosto de 2020, dois anos após sua aprovação.

Dentre os desafios que surgem na temática sobre IoT e proteção de dados, destacamos dois. O primeiro diz respeito à manifestação de consentimento dos usuários: a legislação brasileira prevê que o consentimento deve ser livre e esclarecido, mas já é consenso entre os autores o entendimento de que a aquiescência com os termos de contratação apresentados é, na maior parte das vezes, fictícia. Nosso modelo de consentimento é falho e, em geral, os indivíduos não têm conhecimento sobre o que estão autorizando as empresas a fazer com seus dados. Diante disso, o modelo de consentimento previsto em lei não deve ser encarado como a principal forma de autorizar o uso dos dados junto com uma pressuposição de que os indivíduos estejam cientes do que está sendo feito, sobretudo no cenário da IoT. Entendemos, como será demonstrado, que o modelo de *privacy by design* pode ser uma importante ferramenta nesse contexto.

Em segundo lugar, há o debate sobre direito à explicação. Muitas empresas passaram a automatizar o processo de tomada de decisões, transferindo essa responsabilidade para mecanismos como a inteligência artificial. O indivíduo, contudo, tem o direito a exigir uma explicação sobre como e por que aquela decisão foi adotada. Inicialmente, a lei brasileira de proteção de dados previa que uma pessoa da empresa deveria ser responsável por fornecer a explicação. Contudo, o dispositivo foi retirado da lei, abrindo a possibilidade de que uma máquina dê a justificativa. Abre-se, dessa forma, espaço para situações, por exemplo, de discriminação de mais difícil identificação e esclarecimento.

O objetivo desse artigo, assim, é avaliar aspectos de proteção de dados no cenário da Internet das coisas, sobretudo diante da nova regulação trazida pela LGPD. Como mencionamos, não temos a pretensão de esgotar todas as discussões sobre o assunto. Nos limitaremos a apresentar algumas reflexões sobre consentimento e direito à explicação. Ao final, apresentaremos mais algumas considerações sobre o cenário da IoT, seus benefícios e riscos, isto é, algumas reflexões críticas ao fenômeno com relação à privacidade e segurança cibernética.

## **Consentimento: o atual modelo fictício e uma alternativa by design**

De acordo com o artigo 7º, inciso I da LGPD, o uso de dados pessoais só pode ser realizado mediante o fornecimento de consentimento pelo titular – consentimento este que deve consistir em uma “manifestação livre, informada e inequívoca pela qual o titular concorda com o tratamento de seus dados pessoais para uma finalidade determinada” (art. 5º, inciso XII). A questão é regulada de forma similar na GDPR<sup>11</sup>.

A regulação legal, contudo, que pretende uma manifestação livre, informada e inequívoca do titular – e, conseqüentemente, expressa e constante, de acordo com a finalidade para a qual os dados serão usados –, se afasta muito do que ocorre na realidade. O modelo de consentimento do usuário como elemento central para a permissão do uso de seus dados pessoais tem se mostrado ineficaz diante de recorrentes abusos contidos nos termos de uso dos provedores e seu descompasso com os direitos humanos.

---

11 Em linhas gerais, a regra é que os dados sejam utilizados com o consentimento de seu titular, o qual deve atender às exigências do artigo 7º, sendo, portanto, livre, prévio, renovável e expresso. Em geral, nos contratos em que o tratamento dos dados é apenas uma das prestações, a parte contratada deve explicitar de forma clara e simples para o titular quais dados serão tratados. Interessante observar que há dados que não podem sofrer tratamento por nenhuma pessoa ou entidade, como aqueles que revelem a origem racial ou étnica, as opiniões políticas ou dados biométricos que permitam identificar uma pessoa de forma inequívoca. Há exceções a esta exclusão, previstas no item 2 do artigo 9º. É possível, porém, que haja processamento de dados sem se basear em consentimento para garantir determinados objetivos. Trata-se do *further processing*, que pode acontecer, por exemplo, para assegurar o interesse público no domínio da saúde pública. O tema é regulado no art. 6º. O processamento não baseado em consentimento deve considerar a natureza dos dados pessoais, as possíveis conseqüências do processamento e a existência de garantias apropriadas. O responsável pelo tratamento dos dados só pode utilizá-los caso os fins para os quais deseja empregá-los seja compatível com a finalidade para a qual eles foram inicialmente recolhidos, devendo, para isso, ter em conta.

O assunto foi amplamente explorado em estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em parceria com o Conselho da Europa intitulado “Terms of Service and Human Rights”<sup>12</sup>. Os pesquisadores identificaram como pode ser difícil para os usuários entender e consentir com os termos de serviço de plataformas online: além de os termos serem extremamente extensos, são confeccionados em linguagem técnica e com termos ambíguos, dificultando a compreensão por leigos, e, muitas vezes, omitem informações importantes para os direitos humanos.

Ademais, ainda que esse modelo fosse eficazmente aplicado, no cenário de Internet das coisas e de inteligência artificial, onde a comunicação de dados é feita de forma acelerada e constante entre máquinas e humanos, a necessidade de ter a todo momento um consentimento expresso verdadeiramente informado para o tratamento de dados irá impor um desafio enorme na prática para que seja realmente eficaz.

A Internet das Coisas é um dos cenários tecnológicos em que o uso de dados pessoais se mostra extremamente perigoso. A Federal Trade Commission (FTC) destaca a importância da notificação prévia ao usuário de objetos da IoT, sobretudo quando são coletados dados sensíveis<sup>13</sup>. A FTC ainda pontua a possibilidade de que o usuário escolha os dados que poderão ser colhidos, o que não significa que toda a coleta de dados exija uma escolha<sup>14</sup>. De qualquer modo, o que se constata é uma considerável dificuldade de implementar o modelo de consentimento tal qual quer a lei e de utilizá-lo como principal elemento autorizador do uso de dados.

---

12 VENTURINI, Jamila et. al. *Terms of Service and Human Rights: an analysis of online platform contracts*. Rio de Janeiro: Revan, 2016, *passim*.

13 FEDERAL TRADE COMMISSION. *Internet of things: Privacy & Security in a Connected World*. FTC Staff Report, 2015, p. 39 e ss.

14 Uma vez que muitos objetos da IoT não possuem interface de uso, a Comissão sugere algumas opções pelas quais é possível fazer esta decisão, como fazer escolhas no momento da compra, tutoriais online explicando as formas de configuração de privacidade do dispositivo, dentre outros.

Diante da constatação de ineficácia do modelo de consentimento e da ficção de crer que tal consentimento é livre e esclarecido, temos que esse não deve ser encarado como o principal modelo. Uma alternativa que nos parece adequada ao cenário da IoT é a técnica de *privacy by design*.

Por essa técnica, deve o responsável pelo tratamento de dados adaptar, tanto no momento de definição dos meios de tratamento como no do próprio tratamento, medidas técnicas e organizativas adequadas a fim de aplicar os princípios da proteção de dados de forma eficaz e de incluir as garantias necessárias no tratamento. Medidas também devem ser aplicadas para garantir que, por padrão, apenas dados pessoais necessários para cada finalidade específica do tratamento sejam tratados. Em outras palavras, pela proteção *by design* – em oposição à ideia de *privacy by default*<sup>15</sup> –, entende-se que os princípios fundamentais de privacidade devem ser aplicados em todo o processo de desenvolvimento de um sistema<sup>16</sup>. Para Ann Cavoukian, Comissária de Informação e Privacidade de Ontário, província Canadense, de 1997 a 2014, o desafio consiste em transformar o conceito de *privacy by design* em ferramentas concretas:

As we have demonstrated, the task for privacy aware engineers and systems architects is to translate the PbD conceptual framework into a set of specific, and operationally feasible, tools. When applied by designers

---

15 Por esse modelo, assim que o consumidor adquire um produto ou serviço, configurações de privacidade se aplicam; e suas informações pessoais são armazenadas apenas pelo tempo necessário para fornecer o serviço ou utilizar o produto.

16 Nas palavras de Jaap-Henk Hoepman, “The fundamental principle of privacy by design is, therefore, that privacy requirements must be addressed throughout the full system development process. In other words starting when the initial concepts and ideas for a new system are drafted, up to and including the final implementation of that system.” HOEPMAN, Jaap-Henk. *Privacy Design Strategies*. In: CUPPENS-BOULAHIA, Nora et al. (Eds.). *ICT Systems Security and Privacy Protection*. New York: London, 2014, p. 446.

and project managers, these tools will ensure that business requirements, engineering specifications, development methodologies, security controls and best practices will be developed or applied according to each domain or project scope – with privacy as the context.<sup>17</sup>

Não há um modo de execução fixo pelo qual a proteção by design deve ser feita. A fim de garantir a aplicação da ideia inerente a tal tipo de proteção, Jaap-Henk Hoepman elenca algumas estratégias de proteção da privacidade by design, algumas muito similares às previstas na GDPR. São elas: (i) minimizar, estratégia pela qual a quantidade de dados processados deve ser a mínima possível; (ii) ocultar, de modo que qualquer dado pessoal deve ser ocultado da plain view; (iii) separar, de forma que dados pessoais sejam processados em compartimentos separados sempre que possível; (iv) agregar, fazendo com que os dados pessoais sejam tratados ao mais alto nível de agregação e com o mínimo detalhe possível em que (ainda) seja útil; (v) estratégias orientadas, de modo que deve-se informar sempre que dados pessoais forem processados; (vi) controle, estratégia pela qual “data subjects should be provided agency over the processing of their personal data”; (vii) enforce, de forma que uma política de privacidade compatível com requisitos legais exista e seja aplicada e (viii) demonstrar, isto é, ser capaz de demonstrar conformidade com a política de privacidade de quaisquer requisitos legais<sup>18</sup>.

Interessante observar que, a despeito do que possa parecer a primeiro plano, a proteção pelo design não impede a inovação. Pelo contrário: proteger os dados e a privacidade demanda o mais alto nível de inovação.

---

17 CAVOUKIAN, Ann. Privacy by Design. IEEE Technology and Society Magazine, winter 2012, p. 19.

18 HOEPMAN, Jaap-Henk. Privacy Design Strategies. In: CUPPENS-BOULAHIA, Nora et al. (Eds.). ICT Systems Security and Privacy Protection. New York: London, 2014, p. 452-457.

Isso nos traz o questionamento sobre o papel que a autorregulação tecnológica exerce nesse cenário e como ela se relaciona com o direito. Essa autorregulação tem se sobreposto ao tratamento jurídico e subvertido a lógica do “dever ser”. A ideia de que “Code is Law”, como já dizia Lawrence Lessig em 2000<sup>19</sup>, tem se mostrado cada vez mais real e o direito vê reduzida sua capacidade de proteger direitos fundamentais, como privacidade e segurança. Garantir proteção jurídica ao mesmo tempo em que se asseguram oportunidades de avanço tecnológico passa por tratar o direito através do design, de códigos e arquiteturas. Com essa noção, temos que o direito deverá cada vez mais atuar como uma metarregulação: ele é responsável por regular um processo que também criará outras regulações específicas. Isso permitira até mesmo a delegação de tomadas de decisões importantes a processos automatizados. Contudo, é o direito que deve orientar a tecnologia, e não o inverso. A metarregulação jurídica cria um quadro normativo-valorativo dentro do qual essas decisões podem operar. Em outras palavras, o Estado de Direito e seus princípios e valores serão responsáveis por regular a forma como a tecnologia molda comportamentos. Do contrário, isto é, caso a tecnologia regulasse o direito, o resultado poderia ser constantes violações de direitos fundamentais.

Nesse sentido, o direito deve orientar a produção e o desenvolvimento dos dispositivos tecnológicos – e também os costumes, as demais leis e afins<sup>20</sup> – de modo a que eles sejam sensíveis aos valores protegidos. Com isso, passamos a falar, por exemplo, em privacidade by

---

19 LESSIG, Lawrence. On Liberty in Cyberspace. Harvard Magazine, jan. 2000. Disponível em: <<https://harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law-html>>. Acesso em: 05 set. 2019.

20 Para Luciano Floridi, “a metatechnology should be understood as comprising not only the relevant technologies that regulate the appropriate technologies to which they apply, but also the rules, conventions, laws, and in general the sociopolitical conditions that regulate technological R & D and the following use or application of technologies. It is this broad concept of metatechnology that provides the aforementioned ground for some cautious optimism, in the following sense”. FLO-

design, segurança by design e ética by design<sup>21</sup>. Deixamos de correr o risco de que a tecnologia se sobreponha totalmente ao direito, mas também não ignoramos o seu poder de influência. Aceita-se o papel decisório da tecnologia, mas garante-se, por meio do design, um espaço de regulação jurídica e de bases ético-normativas dentro do qual ela pode atuar.

## **2. Direito à explicação: os riscos das decisões automatizadas sem explicação humana**

Segundo o caput do artigo 20 da LGPD, com redação dada pela Lei n. 13.853/2019, “o titular dos dados tem direito a solicitar a revisão de decisões tomadas unicamente com base em tratamento automatizado de dados pessoais que afetem seus interesses, incluídas as decisões destinadas a definir o seu perfil pessoal, profissional, de consumo e de crédito ou os aspectos de sua personalidade”. Esse dispositivo consagra o direito à explicação (right to explanation) do titular dos dados no caso de decisões automatizadas e tem por objetivo auxiliá-lo contra a possibilidade de tratamento automatizado possivelmente discriminatório. Contudo, a previsão de que a revisão deveria ser feita por “pessoa natural” foi retirada da lei por meio de veto presidencial<sup>22</sup>. A GDPR também possui

---

RIDI, Luciano. *The Fourth Revolution: how the infosphere is reshaping human reality*. Oxford: Oxford University Press, 2016, p. 207.

21 Sobre o tema, cf. ainda VERBEEK, Peter-Paul. *Moralizing technology: understanding and designing the morality of things*. Chicago: The University of Chicago Press, 2011.

22 O parágrafo 3º do artigo 20, que constava do Projeto de Lei de Conversão n. 7, de 2019 (MP nº 869/2018), foi vetado pelo Presidente e previa que “A revisão de que trata o caput deste artigo deverá ser realizada por pessoa natural, conforme previsto em regulamentação da autoridade nacional, que levará em consideração a natureza e o porte da entidade ou o volume de operações de tratamento de dados”. Seu fundamento foi de que “a propositura legislativa, ao dispor que toda e qualquer decisão baseada unicamente no tratamento automatizado seja suscetível de revisão humana, contraria o interesse público, tendo em vista que tal exi-

previsão sobre esse direito, mas é mais protetiva do usuário ao dizer que decisões totalmente automatizadas devem ser a exceção, cabível apenas nos casos previstos no artigo 22 da regulação.

Trata-se de direito de grande importância no cenário das novas tecnologias, uma vez que as empresas estão transferindo a tomada de decisões importantes antes feitas por seres humanos para máquinas. Assim, por exemplo, a análise de crédito em um banco pode ser feita unicamente de forma automatizada, ou a definição do valor de seguro de vida, e tais decisões podem se basear em sistemas de ranking ou de riscos preditivos, utilizando aspectos potencialmente discriminatórios e de desigualdade injusta, como gênero, local de residência e raça. O ideal, portanto, é que o indivíduo tenha direito a que uma pessoa natural investigue o processo de tomada de decisão e lhe dê explicações sobre o motivo do veredito automatizado.

Em geral, o perfil formado a partir do seu uso da tecnologia torna-se uma representação virtual da pessoa e pode até mesmo ser confundido com ela. A utilização da técnica de *profiling*<sup>23</sup>, porém, pode diminuir a liberdade das pessoas, pois aqueles que se valem do perfil formado partem do pressuposto de que a pessoa tomará decisões com base em

---

gência inviabilizará os modelos atuais de planos de negócios de muitas empresas, notadamente das startups, bem como impacta na análise de risco de crédito e de novos modelos de negócios de instituições financeiras, gerando efeito negativo na oferta de crédito aos consumidores, tanto no que diz respeito à qualidade das garantias, ao volume de crédito contratado e à composição de preços, com reflexos, ainda, nos índices de inflação e na condução da política monetária”. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Msg/VEP/VEP-288.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Msg/VEP/VEP-288.htm)>. Acesso em: 9 set. 2019.

- 23 “Nela [técnica conhecida como *profiling*], os dados pessoais são tratados, com o auxílio de métodos estatísticos, técnicas de inteligência artificial e outras mais, com o fim de obter uma ‘metainformação’, que consistiria numa síntese dos hábitos, preferências pessoais e outros registros da vida desta pessoa. O resultado pode ser utilizado para traçar um quadro das tendências de futuras decisões, comportamentos e destinos de uma pessoa ou grupo”. DONEDA, Danilo. Da privacidade à proteção de dados pessoais. Rio de Janeiro: Renovar, 2006, p. 173.

um padrão predefinido<sup>24</sup>. Por isso, de grande aplicabilidade prática se mostra a previsão acerca da possibilidade de que o usuário não se sujeite a decisões tomadas exclusivamente de forma automatizada e também com base em profiling. Envolver uma pessoa nesse processo contribui para que cenários de discriminação possam ser identificados, evitando-se uma possível violação ao princípio da não discriminação, previsto no art. 6º, inciso XI da LGPD e na própria Constituição Federal (art. 3º, inciso IV e artigo 5º, inciso XLI).

Um caso que ilustra os riscos das decisões automatizadas ocorreu em 2015, quando o aplicativo Google Fotos classificou pessoas negras como gorilas<sup>25</sup>. Já empresas de análise de crédito tem se valido do big data para classificar os indivíduos de acordo com o local onde eles fazem compras, as coisas que eles adquirem, suas redes sociais, dentre outros fatores que vão além dos limites indicados pela ideia de privacidade, sobretudo porque muitas dessas informações são colhidas sem o conhecimento dos indivíduos<sup>26</sup>. Em suma, decisões automatizadas influenciam não apenas na privacidade dos usuários, mas acabam tendo impactos

---

24 DONEDA, Danilo. Da privacidade à proteção de dados pessoais. Rio de Janeiro: Renovar, 2006, p. 174.

25 PRESSE, France. Google pede desculpas por app de foto confundir negros com gorilas. G1, jul. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/07/google-pede-desculpas-por-app-de-foto-confundir-negros-com-gorilas.html>>. Acesso em 08 set. 2019. Esse caso ilustra também as falhas humanas, já que a solução adotada pela empresa foi apagar do aplicativo a identificação de gorilas, macacos e chimpanzés. Cf. SALAS, Javier. Google conserta seu algoritmo “racista” apagando os gorilas. El País, jan. 2018. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554\\_803955.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554_803955.html)>. Acesso em: 08 set. 2019.

26 Sobre o tema, cf. HURLEY, Mikella; ADEBAYO, Julius. Credit scoring in the era of big data. *Yale Journal of Law and Technology*, v. 18, n. 1, p. 148-216, 2016; EVELETH, Rose. Credit Scores Could Soon Get Even Creepier and More Biased. *Vice*, jun. 2019. Disponível em: <[https://www.vice.com/en\\_us/article/zmpgp9/credit-scores-could-soon-get-even-creepier-and-more-biased](https://www.vice.com/en_us/article/zmpgp9/credit-scores-could-soon-get-even-creepier-and-more-biased)>. Acesso em: 9 set. 2019.

em suas liberdades, direito à saúde, direito à educação, inserção no mercado de trabalho, dentre outros<sup>27</sup>.

Esse cenário tende a se intensificar no contexto da Internet das coisas, pois dados colhidos por meio dessa tecnologia permitem a classificação dos consumidores de uma forma extremamente precisa e jamais feita antes. Tal classificação pode levar a indesejáveis formas de discriminação. Como exemplifica Scott Peppet, empregadores podem avaliar os dados de candidatos a fim de decidir qual deles contratar<sup>28</sup>. O autor faz uma previsão de que, apesar de, inicialmente, não parecer, tudo revela tudo (*everything reveals everything*). Explica-se. Apesar de, aparentemente, informações colhidas de dispositivos de saúde não revelarem a capacidade de crédito, por exemplo, há razões para termos preocupações. Isto por dois motivos.

O primeiro é baseado no sensor fusion, uma técnica pela qual dados obtidos de diferentes dispositivos são cruzados, gerando um resultado melhor do que se os dados fossem usados separadamente. Por exemplo, os dados de um relógio inteligente podem ser usados para fazer inferências sobre o estado de relaxamento e emocional de alguém: a quantidade e velocidade dos movimentos e a frequência cardíaca são suficientes para saber os níveis de estresse e emoções; ou, ainda a força que alguém usa para digitar uma mensagem no celular e o quão tremula suas mãos estão também servem para inferir seu estado emocional.

O segundo motivo, baseia-se na ideia de big data: os dispositivos podem colher informações físicas e fisiológicas sobre seus usuários e, com a aplicação de algoritmos<sup>29</sup> a estes dados, é possível fazer inferên-

---

27 Uma análise desses e outros cenários pode ser conferida em MONTEIRO, Renato Leite. Existe um direito à explicação na Lei Geral de Proteção de Dados do Brasil? Instituto Igarapé, Artigo Estratégico 39, dez. 2018.

28 PEPPET, Scott R. Regulating the Internet of Things: First Steps Toward Managing Discrimination, Privacy, Security, and Consent. *Texas Law Review*, v. 93, p. 117 e ss., 2014.

29 Sobre os riscos derivados do uso de algoritmos, como manipulação, discriminação social e violações de privacidade, v. DONEDA, Danilo; ALMEIDA, Virgílio A.

cias sobre o estado físico, fisiológico e comportamental das pessoas. As informações colhidas podem ser usadas pelas empresas para decidir a oferta de serviços. Por exemplo, os locais que alguém frequenta indicam seu estilo de vida e podem ditar produtos e serviços a serem oferecidos ao usuário.

Por essas razões, entendemos que é fundamental assegurar ao usuário a possibilidade de que decisões tomadas de forma automatizadas sejam revistas por uma pessoa humana. Note que não há que se falar em riscos ao controlador dos dados caso seja necessário expor algum procedimento ou técnica, uma vez que a lei assegura proteção aos segredos industrial e comercial. Contudo, o fato de a tecnologia ser desenvolvida pelo ser humano e a existência dos processos de machine learning fazem com que ela esteja sujeita a erros e vieses das pessoas. Ademais, já é consenso o entendimento de que os algoritmos são verdadeiros black boxes<sup>30</sup>, isto é, processos opacos sem transparência. Contudo, quando lemos a LGPD de forma sistemática, com destaque para os artigos 20 (direito à explicação), 6º, inciso VI e 10 (ambos sobre tratamento transparente de dados), temos um caminho aberto em direção à “accountability algorítmica”<sup>31</sup>. Deixar a tecnologia sem qualquer revisão e/ou não conceder ao usuário uma explicação substancial, clara e suficiente sobre determinada decisão configura violação de seus direitos e potencializa a possibilidade de que resultados discriminatórios contrários ao ordenamento jurídico estejam sendo produzidos e mantidos.

---

F. What is Algorithm Governance? IEEE Internet Computing, p. 2-5, jul./ago. 2016. Os autores consideram a necessidade de um processo de algorithm governance para evitar a concretização desses riscos.

30 Cf. PASQUALE, Frank. *The Black Box Society: The Secret Algorithms That Control Money and Information*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 2015.

31 FRAZÃO, Ana. Nova LGPD: ainda sobre a eficácia do direito à explicação e à oposição. JOTA, dez. 2018. Disponível em: <<https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/constituicao-empresa-e-mercado/nova-lgpd-ainda-sobre-a-eficacia-do-direito-a-explicacao-e-a-oposicao-26122018>>. Acesso em: 9 set. 2019.

## Considerações finais

A Internet das Coisas (IoT) se torna mais proeminente a cada dia. Desenvolvida no contexto de evolução das tecnologias digitais e considerada por muitos como um novo paradigma, esse contexto representa um momento inédito tanto para empresas quanto para consumidores, trazendo desafios com contornos novos para o direito.

Os setores público e privado já demonstram estar atentos aos benefícios da IoT, baseados no uso de tecnologias integradas e no processamento massivo de dados. As estimativas recaem na geração de soluções mais eficazes para problemas ligados à gestão pública, eficiência produtiva, entre outros. Já existem diversos exemplos de aplicações de IoT pelo país, e essas experiências tendem a aumentar.

A ideia de ter dispositivos inteligentes interconectados permitindo uma interação eficiente entre máquinas e humanos, auxiliando estes em suas tarefas diárias, pode parecer um cenário exclusivamente benéfico. Além disso, se consideradas individualmente, as informações geradas pelos dispositivos e plataformas online podem parecer irrelevantes e até inofensivas.

No entanto, os dados oriundos desses diversos dispositivos interconectados, gerados espontânea e deliberadamente pelos usuários, podem oferecer riscos a direitos constitucionais dos usuários, como privacidade e segurança, podendo expô-los a prejuízos dos quais não têm ainda plena consciência. Portanto, é fundamental que os consumidores também estejam atentos a esses riscos e sejam ainda mais cuidadosos com seus dados em um ambiente de Internet das Coisas. Além do cuidado individual, também é necessário um cuidado a nível macro através da atuação do legislador, o qual deve proteger os direitos dos usuários ao mesmo tempo em que deixa espaço para o desenvolvimento econômico e tecnológico. É o que se buscou fazer com a promulgação da Lei Geral de Proteção de Dados no Brasil.

Dentre os tópicos que merecem atenção dos usuários e do legislador, sobretudo no cenário da IoT, destacamos ao longo desse artigo a

obtenção de consentimento e o direito à explicação. Em primeiro lugar, o modelo atual previsto para assegurar anuência do usuário em relação ao uso de seus dados pelo controlador é falho. O consentimento não se verifica na prática, como quer a lei, livre, informado e inequívoco. Portanto, é preciso pensar em formas de assegurar proteção à privacidade do usuário e sua conscientização sobre os procedimentos. Como sugerimos ao longo do trabalho, pensamos que o modelo de *privacy by design* responde bem a essa demanda.

Em segundo lugar, para garantir a não discriminação e o respeito à transparência, é necessário assegurar um direito à explicação e à revisão por pessoas humanas de decisões tomadas de forma automatizada. Do contrário, decisões extremamente importantes e com grande influência na vida dos cidadãos continuarão a ser tomadas sem que estes tenham qualquer consciência sobre como e a partir de que eles estão sendo influenciados.

A maneira como nos relacionamos com máquinas e algoritmos tende a ser cada vez mais intensa. Neste contexto de Internet das Coisas, a governança e a segurança dos dados pessoais e empresariais serão fundamentais. Benefícios e riscos deverão ser sopesados de forma cautelosa por empresas e consumidores. Trata-se de cenário em que todos podem se beneficiar de alguma forma, mas uma atuação descuidada possibilita a ocorrência de danos nefastos aos usuários. O desenvolvimento econômico e tecnológico deve ocorrer em consonância com a ordem jurídica vigente e, conseqüentemente, com a proteção de direitos legais e constitucionais.

## Referências

BARKER, Colin. 25 billion connected devices by 2020 to build the Internet of Things. ZDNet, nov. 2014. Disponível em: <[www.zdnet.com/article/25-billion-connected-devices-by-2020-to-build-the-Internet-of-things/](http://www.zdnet.com/article/25-billion-connected-devices-by-2020-to-build-the-Internet-of-things/)>. Acesso em: 9 set. 2019.

CAVOUKIAN, Ann. Privacy by Design. IEEE Technology and Society Magazine, winter 2012.

DONEDA, Danilo; ALMEIDA, Virgílio A. F. What is Algorithm Governance? IEEE Internet Computing, p. 2-5, jul./ago. 2016.

DONEDA, Danilo. Da privacidade à proteção de dados pessoais. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

EVELETH, Rose. Credit Scores Could Soon Get Even Creepier and More Biased. Vice, jun. 2019. Disponível em: <[https://www.vice.com/en\\_us/article/zmpgp9/credit-scores-could-soon-get-even-creepier-and-more-biased](https://www.vice.com/en_us/article/zmpgp9/credit-scores-could-soon-get-even-creepier-and-more-biased)>. Acesso em: 9 set. 2019.

FLORIDI, Luciano. The Fourth Revolution: how the infosphere is reshaping human reality. Oxford: Oxford University Press, 2016.

FRAZÃO, Ana. Nova LGPD: ainda sobre a eficácia do direito à explicação e à oposição. JOTA, dez. 2018. Disponível em: <<https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/constituicao-empresa-e-mercado/nova-lgpd-ainda-sobre-a-eficacia-do-direito-a-explicacao-e-a-oposicao-26122018>>. Acesso em: 9 set. 2019.

FTC STAFF REPORT. Internet of things: privacy & security in a connected world. FTC, 2015. Disponível em: <<https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2019.

HOEPMAN, Jaap-Henk. Privacy Design Strategies. In: CUPPENS-BOULAHIA, Nora et al. (Eds.). ICT Systems Security and Privacy Protection. New York: London, 2014.

HURLEY, Mikella; ADEBAYO, Julius. Credit scoring in the era of big data. Yale Journal of Law and Technology, v. 18, n. 1, p. 148-216, 2016.

KLITOU, Demetrius. Privacy-Invasive Technologies and Privacy by Design: Safeguarding Privacy, Liberty and Security in the 21st Century. Berlin: Asser Press/Springer, 2014.

LESSIG, Lawrence. On Liberty in Cyberspace. Harvard Magazine, jan. 2000. Disponível em: <<https://harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law-html>>. Acesso em: 05 set. 2019.

MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MAGRANI, Eduardo. Entre dados e robôs: ética e privacidade na era da hiperconectividade. 2. ed. Porto Alegre: Arquipélago Editorial, 2019.

MONTEIRO, Renato Leite. Existe um direito à explicação na Lei Geral de Proteção de Dados do Brasil? Instituto Igarapé, Artigo Estratégico 39, dez. 2018.

PEPPEY, Scott R. Regulating the Internet of Things: First Steps Toward Managing Discrimination, Privacy, Security, and Consent. Texas Law Review, v. 93, 2014.

**PRESSE**, France. Google pede desculpas por app de foto confundir negros com gorilas. *G1*, jul. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2015/07/google-pede-desculpas-por-app-de-foto-confundir-negros-com-gorilas.html>>. Acesso em 08 set. 2019.

**ROSE**, Karen; **ELDRIDGE**, Scott; **CHAPIN**, Lyman. The Internet of things: an overview. Understanding the issues and challenges of a more connected world. *The Internet Society*, out. 2015. Disponível em: <<https://www.internetsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview>>. Acesso em: 9 set. 2019.

**SALAS**, Javier. Google conserta seu algoritmo “racista” apagando os gorilas. *El País*, jan. 2018. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554\\_803955.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554_803955.html)>. Acesso em: 08 set. 2019.

**VENTURINI**, Jamila et. al. *Terms of Service and Human Rights: an analysis of online platform contracts*. Rio de Janeiro: Revan, 2016.

**VERBEEK**, Peter-Paul. *Moralizing technology: understanding and designing the morality of things*. Chicago: The University of Chicago Press, 2011.

---

**Eduardo Magrani** · Ph.D. Senior Fellow da Konrad Adenauer Stiftung / KAS na Alemanha, no Programa de Cooperação Europeia e Internacional para Políticas Globais de Inovação, Digitalização e Inteligência Artificial. Professor Doutor em Direito e Tecnologia e Propriedade Intelectual na FGV, IBMEC e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Presidente do Instituto Nacional de Proteção de Dados no Brasil. Autor da Trilogia: “Democracia, Hiperconectividade e Ética: uma trilogia sobre cultura digital”, tratando de forma aprofundada e abrangente sobre filosofia da tecnologia, democracia digital, proteção de dados, inovação, cibersegurança e inteligência artificial. E-mail: [eduardomagrani@gmail.com](mailto:eduardomagrani@gmail.com)

**Renan Medeiros de Oliveira** · Mestrando em Direito Público e Bacharel em Direito pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-graduando em Direito Público pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Pesquisador na Clínica de Direitos Fundamentais da Faculdade de Direito da UERJ – Clínica UERJ Direitos. Foi pesquisador no Programa Diversidade da Escola de Direito da Fundação Getulio Vargas (FGV) do Rio de Janeiro e Pesquisador Permanente do Laboratório de Regulação Econômica da UERJ – UERJ Reg. Trabalhou no Centro de Tecnologia e Sociedade (CTS) da FGV Direito Rio. E-mail: [renanmedeirosdeoliveira@gmail.com](mailto:renanmedeirosdeoliveira@gmail.com)

# Indústria 4.0 e desigualdades

## desafios para a educação

---

Alexandre Brasil Fonseca

### Resumo

Um das principais características da sociedade brasileira é a desigualdade social que se reflete na concentração de renda em uma diminuta parcela da população. A implementação de processos relacionados à chamada quarta revolução industrial exige que se considere essa enorme desigualdade e suas implicações, como a perpetuação do racismo e de suas consequências no campo da saúde e da educação. Interessa-nos pensar no papel dos *big data* e do “capitalismo de vigilância” (ZUBOFF, 2018) na conformação deste novo desenho para as atividades produtivas. O desfecho dessa nova situação no Brasil não parece ter outra opção que não seja uma agudização das desigualdades, ao lado do surgimento de um “novo proletariado digital” (ANTUNES, 2018) em meio a um “neoliberalismo autoritário” (DEMIROVIC, 2018), o qual se conforma com o crescimento do uso e da disseminação da desinformação. Neste contexto no qual a Indústria 4.0 parece se estabelecer, a proposta deste artigo é identificar caminhos de como a educação pode contribuir para a re-existência e para a emancipação de mais pessoas. Ao vislumbrar para a sociedade após a pandemia global do COVID-19 é impossível não considerar que o desenvolvimento de atividades remotas receberá maior atenção. Daí propostas como a da Indústria 4.0 terão ainda mais motivos para a sua implementação e o seu resultado

implicará em mais exclusão e mais desigualdades. Para tanto, no Brasil, é central considerar de forma responsável as diferenças existentes tanto no acesso, como também na formação dos trabalhadores. Neste artigo salienta-se que muito mais do que a formação de “usuários capazes” de utilizar ferramentas eletrônicas o que se faz necessário é a presença de usuários que sejam críticos; trabalhadores que possuam condições para identificar e evitar a disseminação da desinformação, por exemplo. Interessa-nos pensar propostas que olhem além de uma alfabetização digital, indo ao encontro da proposta de “iteracia”, como apresentada pelo filósofo David Berry (2011, 2012), como uma possibilidade para a educação e a formação no tempo presente. É central considerar os aspectos sociais mais amplos que estão subjacentes ao uso das novas tecnologias, suas possibilidades, seus limites. O uso da tecnologia não pode superar a realidade cotidiana, não pode apagar as histórias e as experiências da vida. Toda e qualquer inovação precisa ter como meta central, na realidade brasileira, o enfrentamento e a diminuição das desigualdades sociais.

## **Abstract**

One of the main characteristics of Brazilian society is social inequality, which is reflected in the concentration of income in a small portion of the population. The implementation of processes related to the so-called fourth industrial revolution requires considering this enormous inequality and its implications, such as the perpetuation of racism and its consequences in the field of health and education. We are interested in thinking about the role of big data and “surveillance capitalism” (ZUBOFF, 2018) in shaping this new design for productive activities. The outcome of this new situation in Brazil does not seem to have any option other than an increase in inequality, alongside the emergence of a “new digital proletariat” (ANTUNES, 2018) amid an “authoritarian neoliberalism” (DEMIROVIC, 2018), which conforms to the growth in the use

and dissemination of misinformation. In this context in which Industry 4.0 seems to establish itself, the purpose of this article is to identify ways in which education can contribute to the re-existence and the emancipation of more people. When looking at society after the global pandemic of COVID-19, it is impossible not to consider that the development of remote activities will receive greater attention. Hence, proposals such as Industry 4.0 will have even more reasons for their implementation and their result will result in more exclusion and more inequality. Therefore, in Brazil, it is central to consider responsibly the existing differences both in access, as well as in the training of workers. In this article, it is emphasized that much more than the formation of “users capable” of using electronic tools, what is necessary is the presence of users who are critical; workers who are able to identify and prevent the spread of misinformation, for example. We are interested in thinking about proposals that look beyond digital literacy, meeting the proposal of “iteracy”, as presented by the philosopher David Berry (2011, 2012), as a possibility for education and training in the present time. It is central to consider the broader social aspects that underlie the use of new technologies, their possibilities, their limits. The use of technology cannot overcome everyday reality, it cannot erase the stories and experiences of life. All and any innovation must have as a central goal, in the Brazilian reality, the confrontation and reduction of social inequalities.

Falar em quarta revolução industrial geralmente nos remete a discursos sobre a capacidade desse momento em “mudar o mundo como conhecemos”, graças à convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas. Foi Klaus Schwab em livro publicado em 2016 que deu visibilidade ao termo e houve relativa concordância com o que ele preconizava.

O que não se imaginava naquela época e até bem recentemente é que seria por meio de um inimigo invisível, um vírus, que efetivamente haveria uma mudança, mesmo que momentânea, no mundo como conhecemos. Escrever em meio à pandemia do COVID-19 coloca novas

questões em perspectiva e um ponto central a considerar é que, provavelmente, a Indústria 4.0 terá melhores condições para se adaptar ao mundo que se preconiza após essa atual crise global. É bastante provável que tenhamos um mundo com maior investimento em trabalho remoto ou maior uso do ensino à distância, por exemplo.

Como podemos pensar essa realidade considerando as características e a realidade brasileira? Neste artigo, após uma breve introdução sobre a desigualdade brasileira, comenta-se em linhas gerais o que representa esta nova fase da indústria, a centralidade dos big data e de como é necessário se pensar o tipo de educação que seria necessária para termos indivíduos habilitados para viver na nova realidade que se preconiza.

## **A desigualdade brasileira**

A desigualdade social existente no Brasil apareceu com destaque no Relatório Internacional de Desigualdades em sua versão de 2018, onde o país figura como o que possuía a maior concentração de riqueza entre os 1% mais ricos em 2016, os quais detinham cerca de 28% da riqueza nacional, estando à frente dos países do Oriente Médio em que a riqueza se encontra no seio de famílias que são proprietárias de poços de petróleo (ALVAREDO et al., 2018, p. 44).

Foi em 1995 que o escritor americano Michael Lindon em seu livro “The Next American Nation” manifestou sua preocupação com a possibilidade de seu país passar por um processo de “brazilianization”. Seu argumento era que deveria ser evitada uma associação entre as desigualdades de renda com as diferenças raciais, num sistema de castas informal e nebuloso, o qual ele identificava ocorrer no Brasil. As desigualdades sociais são alimentadas e ao mesmo tempo alimentam outras desigualdades, sejam raciais, como de gênero, etárias ou regionais. Porém, para o caso brasileiro e da América Latina, é impossível não reconhecer a centralidade das desigualdades oriundas do racismo, do genocídio dos povos originais e da escravidão.

O grande impacto da escravidão se dá, obviamente, no continente Africano. Durante dezenas de anos cerca de 24 milhões de pessoas foram escravizadas e removidas de suas terras, afastadas de suas famílias. Calcula-se que dois terços eram homens. O impacto disso para a atual pobreza e miséria africana nunca será devidamente dimensionado. A estimativa é de que 60%, cerca de 15 milhões, tenham morrido sem chegar ao “novo continente”. Esse número é próximo ao total da população brasileira no início do século XX, onde calcula-se que foram enviados cerca de 5 milhões de escravos (<https://www.slavevoyages.org/>).

É na América, do Norte, Central e do Sul, que a Escravidão ganha contornos mais específicos e consequências mais profundas. Se até então a Escravidão se relacionava a um processo de subordinação e negação de direitos, no novo continente passa a representar um importante componente econômico. Os escravos passam a atuar menos nas atividades domésticas e assumem papel central no sistema. Representam uma engrenagem fundamental para a produção de riqueza por meio de trabalho intensivo, seja nas grandes plantações ou na mineração, desempenhando posição similar às linhas de produção que caracterizariam as fábricas da Revolução Industrial que seriam formadas a partir do século XVIII.

O comércio de escravos criou mercado, estabeleceu profissões especializadas como a de “marcador de negros” e definiu uma estrutura legal e burocrática estatal. O livro de Gomes (2019) revela uma faceta dessa era pré-capitalista. Por três ou quatro meses de um trabalho que envolvia pegar pessoas escravizadas na África e levá-las às Américas, até se conseguir a sua venda, as remunerações das diferentes posições eram profundamente desiguais. Um capitão negreiro recebia entre 500 e 750 mil reais por viagem, em valores atualizados, enquanto um marinheiro comum recebia algo em torno de 4 mil reais.

Outra, ainda mais cruel, diferença existente na Escravidão no continente americano foi a sua associação a cor de pele. Foi aqui que se estabeleceu a interpretação de que negros e negras seriam inferiores e que se naturalizou a exploração do trabalho cativo africano. Vários foram

os que entenderam que não caberia o mesmo aos indígenas, que estes teriam alma, sendo que parece que houve boa parte de concordância de que em relação aos negros seria diferente e que era totalmente adequada a sua escravidão. Seriam naturalmente idólatras, conseqüentemente descartáveis e provavelmente somente por meio da servidão poderiam encontrar alguma “salvação”.

As desigualdades de acesso a bens e direitos são gritantes; a ausência de negros e negras nas propagandas, nas mídias, nas universidades, ou, mais ainda, como professores ou pesquisadores de ponta é recorrente. A escravidão explica boa parte da tão presente violência e da absurda desigualdade social que caracteriza e que é singular em nosso país. Alta concentração de renda ao lado de níveis igualmente altos de pobreza. Em relação a desigualdade o Brasil é um caso único em que convivem pessoas com renda similar aos mais ricos do mundo, como os ricos nos Estados Unidos, junto a pessoas com renda próxima aos mais pobres, como os pobres da Índia. Só que aqui estão todos em um mesmo território, sob um mesmo teto, em uma mesma nação.

Se a escravidão foi uma chaga que maculou nossa história e constituição enquanto nação, impedindo e limitado o estabelecimento de uma efetiva sociedade democrática, é central considerar esta realidade como constitutiva da peculiar desigualdade brasileira atual. É impossível compreender uma sem considerar a outra. Atualmente é a desigualdade social o novo câncer, nas palavras do historiador José Murilo de Carvalho (2002, p. 219):

José Bonifácio afirmou, em representação enviada à Assembleia Constituinte de 1823, que a escravidão era um câncer que corroía a nossa vida cívica e impedia a construção da nação. A desigualdade é a escravidão de hoje, o novo câncer que impede a constituição de uma sociedade democrática. A escravidão foi abolida 65 anos após a advertência de José Bonifácio. A precária democracia de hoje não sobreviveria a espera tão longa para extirpar o câncer da desigualdade.

Uma questão central que precisa ser compreendida em relação a desigualdade social é o seu impacto na vida humana. Há toda uma área dedicada ao estudo dos Determinantes Sociais da Saúde, sendo fundamental uma compreensão de como essas diferenças afetam a saúde e, efetivamente, matam. Recentemente a Organização Mundial da Saúde propôs um grande esforço mundial para a diminuição das mortes por doenças não-transmissíveis. A iniciativa 25x25, visava promover a diminuição em 25% das mortes até 2025.

Um grupo de pesquisadores identificou que dentro da estratégia proposta não foram considerados os fatores socioeconômicos como parte a ser enfrentada dentro dessa estratégia, a qual focou no enfrentamento do consumo de álcool, promoção de atividade física, tratamento da diabetes, hipertensão, diminuição do consumo de cigarro, de álcool e de pessoas obesas. Diante de tal ausência publicaram artigo em que apresentam metanálise com 1,7 milhões de indivíduos e comparam como se dá a contribuição do baixo status socioeconômico para a mortalidade em média de anos de vida perdidos, isso em comparação com os fatores de risco adotados na iniciativa 25x25 (STRINGHINI et al., 2017).

Ter uma posição socioeconômica inferior faz com homens que estejam com idade entre 40 e 85 anos percam 2,6 anos de vida. Esse valor só é significativamente menor do que o hábito de fumar (5,6 anos) e ter diabetes (4,1 anos). As outras questões escolhidas pela OMS para que os países atuassem tem impacto similar, como no caso da inatividade física (2,8 anos), ou inferior, como no caso dos que possuem hipertensão terem em média menos 1,9 anos de vida, ou para aqueles que têm como hábito um alto consumo de álcool que perdem 0,6 anos ou os que estão obesos que perdem 0,4 anos.

A extensão e o múltiplo alcance que as desigualdades representam são variadas e nos dias atuais as diferenças no acesso e interpretação da informação são provavelmente um novo e amplo fosso que tem sido criado. As mudanças na forma como experimentamos a comunicação, a enorme ampliação do uso de aparelhos de smartphone traz implicações

que são potencializadas em razão da secular e profunda desigualdade brasileira. É neste contexto que surgem iniciativas como a da implementação da quarta revolução industrial no país. No tópico seguinte é feito breve sumário sobre esta proposta e a sua relação com os big data. Por fim, retomaremos ao tema das desigualdades para pensar como elas estão presentes na educação e de como isso se relaciona com o acesso e o uso das informações.

## **A indústria 4.0, os big data e a desinformação**

A ausência ou diminuição do contato humanos certamente é um dos elementos que caracteriza essa nova fase do desenvolvimento industrial e que receberá ainda maior atenção e investimentos pós pandemia. Uma das cenas mais marcantes que pode ser encontrada no documentário “We Feed the World” de Erwin Wagenhofer, lançado em 2005, é em seu final quando há uma entrevista com Peter Brabeck-Letmathe, presidente da Nestlé, em que ele afirma o compromisso e a responsabilidade social que a empresa possui ao produzir e empregar pessoas para em seguida se deter em frente a uma televisão em que passam imagens de uma planta da Nestlé no Japão e comentar fascinado: “Você pode ver aqui como essas empresas são modernas, ultra robotizadas e empregam poucas pessoas”.

A Nestlé é uma empresa que investe estrategicamente para ingressar no mundo da Indústria 4.0. O fascínio expresso pelo seu presidente em 2005 pode ser visto concretamente na realidade brasileira, onde a Nestlé Brasil iniciou processo de automação em 2016, sendo essa a unidade da companhia com mais robôs em todo o mundo (Valor Econômico, 9/12/2019). O governo brasileiro, por meio da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) do Ministério da Economia, possui um site em que apresenta propostas e estimula a implementação dessa nova fase para a indústria brasileira (<http://www.industria40.gov.br>). Em relação aos impactos afirmam que:

Os impactos da Indústria 4.0 sobre a produtividade, a redução de custos, o controle sobre o processo produtivo, a customização da produção, dentre outros, apontam para uma transformação profunda nas plantas fabris.

Segundo levantamento da ABDI, a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões/ano. Essa economia envolve ganhos de eficiência, redução nos custos de manutenção de máquinas e consumo de energia.

Essas mudanças passam, necessariamente, apesar de não explícito, em alterações tanto nas relações contratuais como também na presença-ausência dos trabalhadores. É diante desse quadro que o sociólogo Ricardo Antunes (2018) fala no surgimento de um “novo proletariado de serviços da era digital” que passa a viver em busca do “privilégio da servidão”, diante da falta de opções que são postas diante do desemprego e diante das formas de contratação, que reúnem propostas como a de trabalho intermitente e outras que investem na precarização e em contratações que são mediadas por aplicativos. Nessa nova forma em que são abolidas as relações trabalhistas como modernamente concebidas, os profissionais se tornam números em uma base de dados e não mais indivíduos com nome e rosto.

Isso afeta as relações de trabalho no contexto das indústrias, sendo central em ambos os casos o uso e ampliação dos big data, elemento que demarca essa nova fase da vida em sociedade e que foi central, por exemplo, na estratégia chinesa de enfrentamento à pandemia de COVID-19 (BELLI, 2020). A filósofa Shoshana Zuboff (2018) identifica nos big data a marca de uma nova etapa na situação econômica à qual ela define como de capitalismo de vigilância:

Big Data é, acima de tudo, o componente fundamental de uma nova lógica de acumulação, profundamente intencional e com importantes consequências, que chamo de capitalismo de vigilância. Essa nova forma de

capitalismo de informação procura prever e modificar o comportamento humano como meio de produzir receita e controle de mercado (ZUBOFF, 2018, p. 18)

Para que a sociedade capitalista pudesse se manter, ela precisou se adaptar, se conformando em diferentes formatos e modelos. Para compreender o tempo presente cabe considerar outras características, além da apontada por Zuboff. Nas últimas décadas é possível identificar a conformação de um período altamente destruidor, como desenvolvido por Demirovic (2018). Estaríamos diante de um terceiro período, o qual ele define como o do populismo autoritário – retomando conceito forjado por Stuart Hall para refletir sobre o Thatcherismo. Entre o final do século 20 e atualmente seriam três períodos. Um primeiro se estabeleceu com o que ele define como “neoliberalismo de reversão”, que se fundamentava a partir dos ideários do Consenso de Washington e a implementação do Estado Mínimo. No caso brasileiro este momento perpassa o início da nova república até o fim das gestões do PSDB no governo federal brasileiro, governo de Bush Filho e Clinton nos Estados Unidos.

A segunda fase ele define como a do “neoliberalismo supostamente progressista” e nela há uma retomada da capacidade reguladora do Estado, junto à sua participação na promoção de políticas públicas, incentivo à participação social e ao consumo. Dessa época identifica-se com esta proposta a gestão dos governos do PT no caso brasileiro e Obama nos Estados Unidos.

Por fim, ele afirma a emergência de uma terceira fase que ele caracteriza como a de um “neoliberalismo autoritário” que tem origem na crise econômica do final da primeira década do século 21 e que é a expressão do fim de uma busca de hegemonia e da afirmação de que há necessidade de seletividade. É a afirmação de que não há recursos para todos e que alguns ficarão de fora. Não são buscadas mais possibilidades de pactuação. Assume-se que alguns serão excluídos diante da insuficiência da riqueza para ser compartilhada por todos. Identifica-se

esta postura como afinada com o discurso assumido pelo governo de Jair Bolsonaro e que teve início, no caso brasileiro, durante o governo Temer e nos Estados Unidos é associado ao governo Trump.

Nesta nova fase do capitalismo, do populismo autoritário, há uma desistência do exercício do poder por meio da hegemonia e é assumida a necessidade de coerção e repressão violentas. O foco passa a ser a dominação e a diminuição de concessões às classes subalternas. Entende-se que efetivamente não é possível atender a todos. Não é possível a manutenção de um Estado de direitos para todos e todas, necessariamente alguns ficarão de fora. Essa ação se dá por meio de maior repressão policial; maior presença do executivo em detrimento aos outros poderes e por uma ausência de preocupação no enfrentamento às desigualdades. Uma postura anti-pluralista é assumida pelas lideranças que adotam a existência de um “nós” em oposição a inimigos que vão sendo estabelecidos. No caso brasileiro temos cristãos e “homens de bem” em oposição à grande mídia ou “extrema imprensa”, além dos usuais inimigos personificados no amplo conceito de “esquerda”.

A união dessa lógica vigente neste neoliberalismo autoritário, junto com o poder, alcance e velocidade que representam os big data e toda a reestruturação do trabalho e das relações sociais sob esta nova ótica são pilares centrais para se pensar a vida em sociedade e na cidade no início deste século, particularmente tendo em mente as mudanças desejadas e protagonizadas pela chamada quarta revolução industrial. Uma das cruas expressões resultante deste arcabouço socioeconômico é a forma como a propagação de mentiras tem ocorrido, desempenhando papel central no jogo político e social contemporâneo. É por meio da desinformação que boa parte das ações hoje são forjadas e desenvolvidas. Identificar caminhos de como a educação pode contribuir para a re-existência e para a emancipação de mais pessoas é um desafio a ser buscado.

O crescimento da desinformação tem merecido atenção e tem sido foco de estudos, pesquisas e ações governamentais. A definição da desinformação dada por um dos documentos da Comissão Europeia (2018)

dá bem conta de sua dimensão: “A desinformação é entendida como informação comprovadamente falsa ou enganadora que é criada, apresentada e divulgada para obter vantagens econômicas ou para enganar deliberadamente, podendo prejudicar o interesse público” (COMISSÃO EUROPEIA, 2018).

Ao buscar definir características para a disseminação da desinformação, Kelly Born (2017) da Hewlett Foundation, identifica seis características que propiciam o seu crescimento. O fato de a comunicação ocorrer (1) entre pares (peer-to-peer sharing), a (2) soberania do usuário em relação ao que acessa, como também a criação de uma (3) comunicação personalizada em que (4) anonimato e (5) atomização também estão presentes. Além disso, identifica-se a (6) democratização dos processos de criação e distribuição das informações, sendo estes acessíveis a mais pessoas.

Estes seis elementos são encontrados de um modo geral em diferentes ferramentas que povoam a Internet, porém estão presentes de forma significativa no WhatsApp e outros Mobile Messaging Applications (MMA), os quais representam o que Seufert et. al (2016) apontam como um terceiro momento nos processos de comunicação ao proporcionarem um meio que tem como foco a “comunicação de grupo” (many-to-many), mas que também contempla satisfatoriamente os processos anteriores existentes que envolviam a comunicação individual (one-to-one), como também a comunicação coletiva (one-to-many). Os autores enquadram esta realidade em um continuum que é formado por rupturas nos paradigmas de comunicação, sendo o ápice representado por estes novos aplicativos.

Soma-se a essa característica o fato de possuírem uma maior facilidade para a adesão à ferramenta, sem a exigência de cadastros e sendo suficiente a posse de um chip de celular para utilizá-lo. O WhatsApp, líder do setor e considerada a maior rede mundial a partir de 2019, tem sido associado a simplicidade, rapidez, segurança e confiabilidade. Outro ponto importante é que em muitos países não há tarifação para

o seu uso e estudos tem afirmado que o aplicativo é o caminho indicado para se alcançar de forma direta e simples um amplo público de analfabetos e semiletrados (GENIETS, 2016).

A Comissão Europeia propôs em 2018 um “Plano de Ação contra a Desinformação” estruturado em quatro pilares que visam estabelecer uma resposta coordenada dos países membros:

- Melhorar as capacidades das instituições da União para detectar, analisar e denunciar a desinformação;
- Reforçar a coordenação e as respostas comuns à desinformação;
- Mobilizar o setor privado para o combate à desinformação;
- Sensibilizar as pessoas e reforçar a resiliência da sociedade.

O plano de ação proposto prevê responsabilidades por parte do poder público nos dois primeiros pilares. O terceiro pilar é focado na ação das próprias empresas responsáveis pela disseminação. A importância de atuação dessas é similar a pensarmos em como grandes empresas poluidoras da área de petróleo são as mesmas que investem maior quantidade de recursos em programas ambientais. A desinformação é fonte de lucros para algumas empresas, sendo esta uma espécie de efeito colateral. Numa sociedade em que a Indústria 4.0 tende a ser ainda mais presente, onde o uso dos big data se dará em todas as dimensões da vida humana e de forma definidora nas relações trabalhistas é que a dimensão do que representa o combate à desinformação ganha ainda maior evidência. O quarto e último pilar de uma ação contra a desinformação fundamenta-se em ações que envolvem a educação, tópico que abordaremos a seguir.

## **Qual educação?**

Em meio a pandemia ocasionada pelo COVID-19 é bastante razoável a busca de alternativas que direcionem o mundo cada vez mais para o

uso de ferramentas associadas ao ensino à distância ou a formas de trabalho desenvolvidas remotamente. A lógica que movimenta este tipo de pensamento tem relação à mesma que subsidia o estabelecimento de uma nova etapa para a indústria, a chamada quarta revolução industrial. Nesse contexto é que o uso dos big data desempenha papel central.

Nessa solução e nova era que se abrem uma questão central precisa ser considerada de imediato: a profunda desigualdade existente no Brasil também se expressa na forma e nas possibilidades de acesso que as pessoas possuem para utilizar a Internet, por exemplo, como abordado por Bandeira e Pasti (2020):

Segundo a pesquisa TIC Domicílios 2018, 85% dos usuários de internet das classes D e E acessam a rede exclusivamente pelo celular, e somente 13% se conectam tanto pelo aparelho móvel quanto pelo computador. Na classe A, a tendência se inverte. As desigualdades se ampliam devido à qualidade da conexão e aos limites das franquias de dados. Segundo estudo da Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), 55% dos acessos móveis do país são pré-pagos. E sabe-se que boa parte dos usuários pós-pago são clientes “controle”, que pagam uma taxa fixa mensal, mas têm um limite, em geral, bastante estrito de tráfego de dados.

As questões que se colocam passam agora num primeiro patamar pelas diferenças nas formas e abrangência do acesso à informação. Isso é um aspecto não menor e que precisa estar em perspectiva e que exige respostas públicas e abrangentes. Um segundo aspecto, ao qual me dedico nesta parte do texto se refere às possibilidades relacionadas à educação em meio a essas novidades que envolvem em um mesmo pacote tanto as alterações no mundo do trabalho, como também nos mais diferentes e amplos processos de ensino-aprendizagem.

Um elemento de resposta, seja para novas formas para a educação formal, seja para uma nova organização do trabalho, nos exige refletir sobre como nos preparamos para isso, sempre tendo em perspectiva a

necessidade primeira da superação das muitas e significativas desigualdades existentes no Brasil em meio a um sistema econômico que é estruturalmente excludente. Considerada como último pilar, ação central e de base para fazer frente à desinformação é comum que seja acionada a velha máxima de que é na escola ou na educação que se levantarão as principais defesas e resistências. A lógica que se apresenta é que as pessoas não são suficientemente conhecedoras dos mecanismos que subsidiam a construção e disseminação da desinformação e que mediante esta formação elas prontamente identificariam o problema.

Obviamente que estamos diante de algo bem mais complexo que inclui outros elementos estruturais, além daqueles que perpassam os big data e envolvem um conjunto de recursos pouco entendíveis para a população em geral, como no caso dos algoritmos, cookies, robôs e outros, os quais não serão efetivamente compreendidos por ações de “alfabetização digital” que visam fundamentalmente a capacitação de usuários competentes. É preciso ir além.

Pode parecer confortadora esta forma de interpretação e ela parece ignorar a sofisticação e a potência de recursos que o capitalismo de vigilância tem acesso. O remédio proposto passa por, como afirma o documento da Comissão Europeia, “melhorar a literacia digital dos cidadãos”. O problema é identificado em uma falta: as pessoas não sabem, não conhecem. A compreensão é geralmente associada ao campo da técnica, à capacidade das pessoas operarem confortavelmente como expressa o editorial de 2004 do *International Journal of eLiteracy*: “We can define “eLiteracy” simply as referring to the awarenesses, skills, understandings, and reflective approaches necessary for an individual to operate comfortably in information-rich and IT-enabled environments.” (MARTIN; ASHWORTH, 2004). Certamente o desafio que se coloca para a prática educativa é bem mais amplo e abrangente do que o que se pensa ao se falar em literacia digital. O mesmo devemos pensar em relação aos trabalhadores num novo modelo de fábrica. É preciso ir além da oferta de uma mão-de-obra devidamente capacitada.

Para a educação não poderia haver maior interesse do que o do papel das mídias nos processos de ensino-aprendizagem neste contexto e diante dos desafios que esta nova realidade traz. O fascínio e as soluções pensadas que as, inicialmente, novas tecnologias de informação e comunicação causam são várias, especialmente no campo das expectativas. É Jacquinet-Delaunay (2009) que nos lembra que a “potencialidade educativa investida” acaba se esvaindo diante das práticas que demonstram que os sonhos e desejos não se concretizam tão facilmente como as empolgações de primeira hora deixam transparecer. O fascínio que certos grupos identificam na Indústria 4.0 deve nos trazer, pelo menos, um componente de dúvida em relação a sua abrangência e implementação.

É possível encontrar um amplo espectro de artigos sobre experiências em atividades educativas formais e não-formais envolvendo o uso das mídias digitais. Um exemplo poderiam ser as iniciativas de WhatsAula ou WhatsSala que são produzidas e recebidas com empolgação nos artigos reunidos na compilação de Porto et. al (2017), que afirmam os seguintes aspectos em relação ao uso do WhatsApp em atividades de ensino-aprendizagem: leva a uma “maior interação”, “aumenta a motivação”, “mantém os estudantes”, intensifica a participação”, “potencializa a criatividade” e “promove maior interação” ao se concretizar como uma real e eficiente “extensão da sala de aula”. É o conhecimento na palma da mão.

Em relação aos aspectos negativos eles se apresentam menos marcados e apontam fundamentalmente para a necessidade de uma capacitação que seja voltada para os aspectos pedagógicos e não somente tecnológicos e para a necessidade de mais horas por parte dos docentes, pois seu uso acabaria por exigir mais tempo, maior dedicação e “muito esforço por parte dos professores”, algo que dialoga diretamente com o “proletariado digital” abordado por Antunes (2018). Esse maior trabalho teoricamente teria como contrapartida uma maior dedicação dos discentes. Certamente este tópico é algo que precisaria de maior comprovação.

A emergência do capitalismo de vigilância (ZUBOFF, 2018) nos exige prudência e cuidado ao pensarmos nos usos das mídias, ferramentas culturais que podem se tornar recursos didáticos. Há uma imensidão de questões envolvidas e, particularmente, questões relacionadas a uma nova compreensão e apropriação da realidade que merecem ações que vão muito além do simples uso e que necessariamente precisam avançar em processos formativos que envolvem aspectos mais amplos sobre as ferramentas em questão. Isso é particularmente sensível quando pensamos no universo de trabalhos que passarão a experimentar novas formas e conteúdos na chamada quarta revolução industrial.

Ao pensar o lugar da Internet e das mídias digitais na sociedade, o filósofo David Berry (2012) identifica no que ele define como iteração uma importante resposta. Iteração seria um processo para além de uma literacia digital, envolveria também aprendizados relacionados à programação com o objetivo de promover a compreensão da estética envolvida na produção de códigos e na percepção das iterações como uma nova forma de organizar o pensamento e responder aos desafios existentes na complexa sociedade contemporânea. O que o autor defende é que mais do que uma “alfabetização digital”, os processos relacionados às mídias digitais devem fornecer elementos para que sejamos efetivamente críticos, precisam contemplar uma formação que vá além e que capacite as pessoas a uma compreensão tanto dos algoritmos, como também dos processos envolvidos na produção dos códigos da programação (Berry, 2011):

It is something that I have been thinking about too with the concept of digital Bildung and computability. However, I would like to suggest that iteration might serve as the name for the specific skills used for understanding code and algorithmic culture – as indeed literacy (understanding texts) and numeracy (understanding numbers) do in a similar context. That is, iteration is specifically the practice or being able to read and write code, rather than the more extensive notion of digital Bildung.

A relevância da Internet e das mídias digitais no mundo contemporâneo é inegável. Seus impactos na indústria, na sociedade e na educação são significativos e é papel da Universidade desenvolver pesquisas que auxiliem a refletir e a elaborar formas de identificar as possibilidades educativas que se apresentam a partir das novas ferramentas culturais que são desenvolvidas. Essa formação precisa ir muito além da produção de usuários capazes, é preciso a formação de usuários críticos que tenham consciência de todos os processos envolvidos na produção dos conteúdos digitais. Pessoas que poderão aderir por opção e escolha a este ou àquele modelo e não por ignorância ou desconhecimento.

O domínio de linguagens de programação é um elemento desejável quando pensamos tanto em educação à distância, como também na Indústria 4.0 ou mesmo no simples e cotidiano uso de aplicativos, programas de computador e redes sociais. Essa nova realidade requer uma formação muito mais abrangente do que geralmente é pensando quando se fala em “alfabetização digital”, mesmo a partir de abordagens que enfatizem a necessidade de uma formação crítica (ALVES, 2014).

Penso ser mais produtiva a adoção da concepção de iteracia como referência e marco para uma ação educativa no tempo atual que contribua para uma efetiva preparação de um novo conjunto de profissionais que comporão esse proclamado novo momento que já tem demarcado as relações de trabalho e que deve ampliar-se cada vez mais. O que se exige é mais do que um “confortável e instrumental uso” das ferramentas digitais. É fundamental que se compreenda aquilo que está nas bases desse conhecimento, aquilo que não é visível e que é fundamental para a sua existência e que envolve os processos de programação.

Da mesma forma que sem acesso a literatura e a poesia não se aprende uma língua de forma plena por mais que se seja alfabetizado nela. Sem o acesso à programação, a linguagem do código, não é possível compreendermos o que vemos em nossas telas e o uso das ferramentas e aplicativos acabará por ser algo mecânico ou instrumental. A capacidade crítica se torna restrita ao não termos condições de reconhecer e

dimensionar todo o trabalho anterior envolvido para o funcionamento de um aplicativo ou de um site na Internet ou de uma tela para trabalho remoto.

Não ter um mínimo conhecimento destes elementos representa um processo de alienação. Mesmo que mais pessoas sejam incluídas, as desigualdades nessa situação de forte presença da informação acabam por serem amplificadas e possuem como expressão de sua limitação a significativa disseminação da desinformação. É importante ter no horizonte que a disseminação da desinformação é um resultado tanto de um intenso uso das novas tecnologias, as quais se alimentam de forma fundamental por meio das diversas desigualdades que oferecem um ambiente propício para a sua propagação.

Por isso é que é central considerar os aspectos sociais mais amplos que estão subjacentes ao uso destas novas tecnologias, suas possibilidades, seus limites. É fundamental nestes momentos de mudança que se busque uma devida apropriação e adesão a partir de um uso que se dê de forma crítica e criteriosa destes instrumentos.

É preciso pensar em como as mídias digitais interferem nas relações sociais, como estas potencializam as já profundas desigualdades e de que forma, por exemplo, experiências offline cotidianas podem contribuir para uma maior efetividade e qualidade do uso de ferramentas online nas novas dinâmicas previstas para a indústria, como também para a prática educativa. O uso da tecnologia não pode superar a realidade cotidiana, não pode apagar as histórias e experiências da vida. Considerar o contexto mais amplo e olhar em perspectiva a realidade é uma exigência. Toda e qualquer inovação precisa ter como meta central, na realidade brasileira, o enfrentamento e a diminuição das desigualdades sociais.

Somente assumindo esta posição é que será possível que um nova concepção da prática industrial, como também da educação, contribua para a consolidação da democracia, fazendo frente a processos econômicos vigentes que alimentam as desigualdades e que reduzem pessoas a dados, excluindo uma significativa massa de indivíduos e setores da

sociedade a partir de uma nova conformação do trabalho em curso. O desafio passa por incluir de maneira informada mais pessoas nesses processos, contribuindo para que essa participação leve a uma efetiva emancipação e que sejam criadas reais possibilidades de acesso a ferramentas que constituam uma sociedade que tenha a valorização da vida humana e a equidade como foco e meta centrais.

## Referências

ALVAREDO, F; ATKINSON, A. B; PIKETTY, T; SAEZ, E. World inequality report 2018. Harvard University Press, 2018. Disponível em: <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-full-report-english.pdf>. Acesso em 14 mar 2019.

ALVES, E. J. Literacia Digital de professores: competências e habilidades para o uso da TDIC na docência. EDUECE. Livro 1. Didática e Prática de Ensino na relação com a Escola. 2014, p. 02746-02758. Disponível em: <http://www.uece.br/endipec2014/ebooks/livro1/314-%20LITERACIA%20DIGITAL%20DE%20PROFESSORES%20COMPET%C3%84NCIAS%20E%20HABILIDADES%20PARA%20O%20USO%20DAS%20TDIC%20NA%20DOC%C3%84NCIA.pdf>. Acesso em 22 fev 2020.

ANTUNES, Ricardo. O privilégio da servidão. São Paulo: Boitempo, 2018.

BANDEIRA, O.; PASTI, A. Como o ensino à distância pode agravar as desigualdades agora. Nexo Jornal. 03 abr 2020. Disponível em: <https://www.nexojournal.com.br/ensaio/debate/2020/Como-o-ensino-a-dist%C3%A2ncia-pode-agravar-as-desigualdades-agora>. Acesso em 06 abr 2020

BELLI, L. Os Big Data do coronavírus. El País. 09 mar 2020. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/opiniao/2020-03-09/os-big-data-do-coronavirus.html> Acesso em 05 abr de 2020.

BERRY, D. Introduction: Understanding the digital humanities. In: Understanding Digital Humanities. Londres: Palgrave Macmillan, 2012, p. 1-20.

BERRY, D. Iteracy: reading, writing and running code. Disponível em: <http://stunlaw.blogspot.com/2011/09/iteracy-reading-writing-and-running.html>. Acesso em: 22 mai 2019.

BORN, K. Seis características da Era da Desinformação. NEAI-UNESP. 2017. <https://neai-unesp.org/seis-caracteristicas-da-era-da-desinformacao>. Acesso em: 12 out. 2018.

CARVALHO, J. M. de. Cidadania no Brasil, o longo caminho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

COMISSÃO EUROPEIA. Combater a desinformação em linha: uma estratégia europeia. COM, 2018, 236 final. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52018DC0236>. Acesso el: 24 mai 2019.

DEMIROVIC, A. El populismo autoritario como estrategia neoliberal de gestión de la crisis. *Constelaciones. Revista De Teoría Crítica*, 10, p. 116-134. Disponível em: <http://constelaciones-rtc.net/article/view/3130><http://www.dhnet.org.br>. Acesso el: 6 de ago de 2019.

GENIETS, A. Engaging Youth in Low- and Middle-Income Countries Through Chat Apps: Challenges and Opportunities for International News Organizations. *International Journal of Communication*, 10, 2016, p. 3570–3584.

GOMES, L. Escravidão – Vol. 1 – Do primeiro leilão de cativos em Portugal até a morte de Zumbi dos Palmares. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

JACQUINOT-DELAUNAY, G. Algumas observações sobre os “nativos digitais” e a escola. In: BARBOSA et al. (org.). *Comunicação, educação e cultura na era digital*. Curitiba: Intercom, 2009, p. 167–181.

MARTIN, A; ASHWORTH, S. Welcome to the Journal of eLiteracy! *JeLit* 1(1), p.2-6, 2004.

PORTO, C. et. al (orgs.). *WhatsApp e educação: entre mensagens, imagens e sons*. Salvador: EDUFBA, 2017.

SEUFERT, M. et. al. Group-based communication in WhatsApp. *IFIP Networking 2016 Conference*, 2016, IEEE Computer Society. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7497256>. Acesso el: 23 jul 2019.

STRINGHINI, S. et al. Socioeconomic status and the 25×25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1.7 million men and women, 2017. Disponível em: [http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(16\)32380-7.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(16)32380-7.pdf). Acesso em: 08 ago 2017.

ZUBOFF, S. Big Other: capitalismo de vigilância e perspectivas para uma civilização de informação. In: BRUNO, F. et al. (orgs.). *Tecnopolíticas da vigilância: perspectivas da margem*. São Paulo: Boitempo, 2018, p. 17-68.<sup>1</sup>

---

**Alexandre Brasil Fonseca** · Professor associado da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É diretor do Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde da UFRJ. Cientista Social (UFRJ, 1994), Mestre em Sociologia (UFRJ, 1997) e Doutor em Sociologia (USP, 2002)



# Inovação e pessoa humana

---

Gustavo Adolfo Pedrosa Daltro Santos

## Resumo

No contexto do ritmo acelerado de inovações e rupturas que caracteriza a 4ª. Revolução Industrial, este artigo faz uma reflexão sobre os limites éticos da inovação a partir da realidade sui generis da pessoa, baseado em insights da antropologia filosófica, da ética e da teoria política. Após examinar a concepção alguns aspectos éticos da natureza humana na tradição filosófica Antiga e Medieval, apresentamos a ruptura dessa concepção tradicional com o advento da ideia moderna de natureza, baseada no paradigma científico, dando origem ao risco de “desnaturação” do humano. A seguir, exploramos algumas tentativas de solução do desafio no contexto político liberal, em que teóricos “não-fundacionais” procuram critérios de ordenação da sociedade que prescindem de teorias abrangentes, “densas” e unificadas, concluindo que a pessoa humana e sua abertura intrínseca ao transcendente e indizível permanece no núcleo dessas teorias liberais. Esta abertura, presente nas tradições religiosas e éticas da humanidade é chave para a constituição de qualquer ordem ética e política que limite e oriente o poder da inovação para o bem comum e a dignidade humana.

## Abstract

In the context of accelerated rhythm of innovation and disruption that is a hallmark of the 4th Industrial Revolution, this article reflec-

ts upon the ethical limits to innovation from the perspective of the sui generis status of the person, based on insights from philosophical anthropology, ethics, and political Theory. After examining some of the ethical aspects of the Ancient and Medieval conception of human nature, we shed light upon the rupture of the traditional conception with the advent of the modern idea of nature, based on the scientific paradigm, which opens up the risk of “denaturalization” of the human being. In what follows, we explore a few attempted solutions of this challenge in the liberal political context, in which “non-foundational” theorists have sought criteria for ordering society that leave behind overarching, “dense” and unified theories, concluding that the human person and her intrinsic openness to the transcendent and the unfathomable remains in the core of these theories. Such an opening, also present in ethical and religious traditions of humanity, is key to the construction of any ethical and political order that limits and guides the power of innovation towards the common good and human dignity.

Toda inovação é feita por pessoas e para pessoas. Isso pode parecer uma constatação banal, mas frequentemente, no debate público, não se presta tanta atenção às implicações desse fato, limitando-se os participantes desse debate a investigar a lógica da inovação em si, ou seja, em que ela consiste, quais são as condições necessárias para a inovação, os recursos, o domínio do conhecimento e dos métodos da área específica em que se quer inovar etc.

No contexto das atuais transformações tecnológicas e comportamentais que têm sido sintetizadas sob o título de “4ª Revolução Industrial”, essa ênfase nos aspectos técnicos parece se intensificar, tendo em vista a velocidade, amplitude e profundidade, bem como o impacto sistêmico, dessa nova fase do desenvolvimento humano, conforme descrito por Schwab em seu estudo-referência, *A Quarta Revolução Industrial* (SCHWAB, 2016).

A descrição de Schwab tem um tom subjacente de admiração, principalmente em virtude do caráter sem precedentes e revolucionário de algumas das novidades, tais como: o “ritmo exponencial” da evolução da 4ª Revolução Industrial; a combinação de várias tecnologias interconectando vários campos de atuação humana, modificando até mesmo “quem somos”; a “fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos”. (SCHWAB, 2016, p. 16 e 22)

Num contexto como esse, é fácil concentrar a atenção no poder revolucionário das mudanças, que parecem ser capazes, por si só, de alterar relações sociais e paradigmas de comportamento. Mesmo assim, diante desse movimento aparentemente inexorável, Schwab identifica a necessidade de “repensar nossos sistemas econômicos, sociais e políticos” de modo a melhor “governar a difusão das inovações e atenuar as rupturas”, bem como criar uma “narrativa coerente, positiva e comum” para “empoderar um grupo diversificado de indivíduos e comunidades e evitar uma reação popular contra as mudanças fundamentais em curso” (SCHWAB, 2016, p. 25).

Para enfrentar esse desafio, no entanto, é necessário lembrar que no núcleo de qualquer processo subversivo ou “disruptivo” – de qualquer inovação – encontra-se a abertura do ser humano à transcendência de si mesmo e do mundo à sua volta.<sup>1</sup> A inovação é uma consequência direta da liberdade do ser humano, que não está fadado a repetir automaticamente esquemas passados, naturais ou artificiais, mas consegue colocar-se em um lugar mental relativamente independente das realidades existentes, projetando-se para além delas. A pessoa, dessa forma, consegue antecipar desejos e consequências novas, e até mesmo criar mundos alternativos (como nos gêneros literários da ficção científica e da fantasia). Tal como na poesia, o inovador consegue ir além dos sig-

---

1 A linguagem da transcendência sobre si, ou autotranscendência, é utilizada por Karol Wojtyła em sua obra magna *Pessoa e Ato* (WOJTYLA, 1979), para descrever uma característica fundamental da experiência da ação humana por meio da qual se expressa a realidade da pessoa.

nificados estabelecidos das palavras e dos conceitos e trazer de algum lugar misterioso o novo, o inusitado e até o revolucionário.

Não é por acaso que a inovação sempre encontrou e encontra maior impulso e êxito nas sociedades que adotaram o livre mercado e a proteção constitucional das liberdades, também chamadas (às vezes com um tom depreciativo) de capitalistas. Ao desvincular certos serviços e tipos de produtos da condição de privilégios exclusivos de uma determinada classe de pessoas (como os membros de uma corte real, ou uma elite burocrática estatal), a livre troca abre o espaço da inovação a todo um universo de pessoas, sejam elas produtores ou consumidores. Em consequência, aqueles que antes protegiam sua mediocridade com o auxílio de reservas de mercado e monopólios agora veem surgir novos concorrentes que, assumindo o risco da inovação (que é sempre um risco), atendem melhor às necessidades de um universo de pessoas cujas ações e decisões não se podem controlar.

Mas essa é uma discussão econômica que apenas ilustra e confirma o significado da inovação como ligada, mais do que nada, à própria natureza livre e criativa do ser humano.<sup>2</sup> É preciso olhar a mesma questão por um outro lado. A pergunta é: a lógica da inovação – que consiste em encontrar novas soluções técnicas para atingir determinados fins de um modo mais econômico, ou rápido, ou eficiente, ou com maior qualidade – é capaz de encontrar os seus próprios limites no que diz respeito aos fins buscados ou aos meios utilizados (principalmente quando esses fins e meios envolvem seres humanos)?

As provocações que Schwab faz no seu texto a respeito dos desafios colocados pela disrupção da 4ª Revolução Industrial revolvem em torno

---

2 Há estudos que enxergam a mesma questão sob outras perspectivas. Por exemplo, Bernard Lewis (2002) sugere que a falta de liberdade política e social foi responsável pela interrupção do desenvolvimento científico e técnico da civilização islâmica no início da Era Moderna. E Rodney Stark (2005) articula a relação histórica entre a teologia cristã, a legitimidade da razão natural e a liberdade política e econômica como fontes da prosperidade do Ocidente.

dessa questão. As rápidas, constantes e interligadas mudanças nos hábitos, no alcance e na influência de novos atores sociais, além da capacidade de alteração das próprias estruturas da natureza, colocam em questão os procedimentos tradicionais de governos e sociedades (SCHWAB, 2016, p. 106-146), repropoando questões éticas em termos inéditos e em novos contextos que há pouco tempo faziam parte do campo da ficção científica (SCHWAB, 2016, p. 147-152). Diante disso, onde poderemos encontrar as diretrizes que nos ajudarão a conduzir, ou pelo menos canalizar, essas poderosas forças de mudança?

Neste artigo, propomos realizar uma reflexão sobre os limites éticos da inovação a partir da realidade *sui generis* da pessoa, baseando-nos em alguns insights filosóficos da antropologia, da ética e da política.

## **1. A natureza humana como critério básico da ética clássica e medieval**

Lembremo-nos de nossa pergunta orientadora: pode a inovação técnica e social encontrar seus limites valendo-se unicamente de sua lógica interna? Daremos uma resposta preliminar a essa pergunta, para depois desenvolvê-la com mais detalhes: por ter a pessoa a capacidade de se colocar além do mecanismo da natureza (como dizia Immanuel Kant<sup>3</sup>), as ciências naturais, que estudam esse mecanismo e que são instrumentos importantes da inovação, não são capazes de abarcar a realidade total da pessoa. Paradoxalmente, a fonte de toda inovação está além da inovação, porque se encontra além da possibilidade de instrumentalização.

Ao longo deste artigo, vamos procurar desenvolver o significado dessa afirmação, formulada ainda de modo muito compacto.

---

3 Na *Crítica da Razão Prática*, Kant fala da personalidade como “a liberdade e a independência relativamente ao mecanismo da natureza inteira” (KANT 1994, p. 102).

Dizer que a pessoa está além da inovação não quer dizer, em primeiro lugar, que o ser humano nunca mude. Ao contrário, como qualquer leitor minimamente atento da História pode confirmar, o ser humano se apresenta em constante mudança ao longo do tempo, individualmente e em sociedade, em ritmos mais rápidos ou mais lentos. No entanto, e isto é importante, quando falamos em “história humana”, ou simplesmente em “história”, estamos falando de um processo que se desenrola no tempo e que tem como seu sujeito ou agente uma realidade específica que perpassa o processo, qual seja, o “ser humano”. Essa premissa, muitas vezes esquecida, implica que há uma “natureza”, “essência” ou “ser” que permanece o mesmo ao longo das idas e vindas históricas. Caso contrário, não se poderia falar de uma história humana, mas apenas de um desenrolar de acontecimentos sem sujeito humano, visto que qualquer conjunto de características humanas seria apenas temporário e sujeito a transformações radicais, que levariam à própria descontinuidade dos seus eventuais protagonistas<sup>4</sup>.

No que consiste, então, essa natureza humana que permanece inalterada ao longo de todas as mudanças históricas?

O filósofo alemão Eric Voegelin foi um dos estudiosos que tentaram responder a essa pergunta, buscando encontrar no decorrer da própria História e das manifestações simbólicas das culturas humanas o significado da História como modo de ser próprio da humanidade. Ao examinar os momentos históricos e civilizações nas quais o símbolo “História” surgiu como tal, a Grécia Clássica e Israel, Voegelin desnudou um fato que viria a ser, por uma série de razões, encoberto posteriormente. Trata-se do surgimento da ideia de “História” como um símbolo do movimento da alma humana de resposta ao chama-

---

4 Nesse caso, o “motor” da história não seria a ação humana, mas algum outro processo mecânico ou aleatório, e a ação humana seria simplesmente um epifenômeno dessas forças mais fundamentais. Algumas teorias materialistas ou evolucionistas do desenvolvimento humano inclinam-se nessa direção, ou o afirmam diretamente.

do do ser transcendente, ou da realidade divina, na direção da verdade, da plenitude e da excelência da vida humana. Entendido por Platão como o amor da psique humana pela sabedoria divina (filosofia), por Aristóteles como um movimento de “imortalização”, e manifestado no Antigo Testamento por meio da libertação do povo israelita da escravidão do Egito pelas mãos de Moisés (VOEGELIN, 2001, p. 162-165), este movimento da alma suscitou nos pensadores e místicos que o experimentaram como uma consciência da divisão do campo social humano entre aqueles que compartilham dessa atração transcendente e aqueles aos quais ela permanece opaca, criando um antes e um depois histórico (VOEGELIN, 2001, p. 169). Assim, para Voegelin, a História pode ser considerada “a luta entre a existência na verdade e os modos deficientes da existência” (VOEGELIN, 1990, p.72) e “a experiência [da existência no] presente sob Deus” (VOEGELIN, 2001, p. 172).<sup>5</sup>

Nessa concepção, a natureza humana pessoal e social, que não só perpassa, mas produz a História por meio da existência na relação com a transcendência, é definida justamente pela “tensão em direção do fundamento transcendente da existência” experimentada no interior de cada ser humano que se vê questionado sobre o sentido da existência e dos seus atos.

C. S. Lewis, o famoso autor inglês de *As Crônicas de Nárnia*, chamava essa experiência tensional ou ética, presente em todas as culturas ao longo da história, de Tao, utilizando-se do símbolo chinês para re-

---

5 Eric Voegelin não quer afirmar, com isso, que as sociedades que não tiveram a experiência da Revelação de um Deus transcendente, ou a irrupção da filosofia como busca amorosa da medida divina, sejam sociedades “sem história”. Em sua concepção, toda a humanidade compartilha da existência sob Deus, ou seja, vive na história, mas nem todas as civilizações e culturas adotaram explicitamente a forma histórica como a configuração de sua própria organização social e política. Algumas civilizações, como a Ocidental, nasceram culturalmente da irrupção da forma histórica, mas perderam ao longo do tempo a consciência da relação entre história e a tensão entre imanência e transcendência, concedendo autoridade social e simbólica apenas ao polo da imanência.

ferir-se aos “princípios práticos conhecidos de todos os homens pela Razão” (LEWIS, 1974: 24), acessíveis a todas as culturas em várias eras, e presentes nas diversas tradições éticas e religiosas. De fato, mais do que um conjunto de regras, para Lewis o Tao é a “fonte de todos os julgamentos de valor” (LEWIS, 1974: 29), não querendo dizer com isso que os sistemas de valores sejam os mesmos em todas as culturas, mas que há um fundamento mais profundo a partir do qual os diversos grupos humanos os constroem em seus próprios contextos. Lewis alertou, no livro *A Abolição do Homem*, acerca do risco que a civilização ocidental corria de sufocar ou destruir essa tensão criadora, ao tentar submeter o próprio ser humano à manipulação técnica e tecnológica a partir da transformação dos valores morais em estados emocionais subjetivos.

Pode-se dizer que o Tao, conforme descrito por Lewis, é outra forma de falar da estrutura ou ordem racional que perpassa todo o universo e à qual a razão humana tem um acesso especial. Essa ordem foi organizada por Santo Tomás de Aquino nos quatro níveis de “leis” em sua *Suma Teológica*: a lei eterna, a lei natural, a lei humana e a lei divina (*Suma Teológica*, Questão 91; AQUINO, 2005, p. 528). No tocante aos seres humanos, a lei natural é definida por Santo Tomás como uma “participação da lei eterna pela criatura racional” (*Suma Teológica*, Questão 91, Art. 2; AQUINO, 2005, p. 531) com relação aos seus atos e fins próprios, sendo a lei eterna a “razão” ou “ordem” “do governo das coisas, em Deus, que é o regedor do universo” (*Suma Teológica*, Questão 91, Art. 1; AQUINO, 2005, p. 530).

Portanto, pelo menos até o início da Idade Moderna, a natureza do protagonista da história humana se define a partir de sua relação, como ser dotado de razão, com a razão universal – pode-se dizer transcendente – que dá sentido e ordem a todas as coisas. Vale notar, também, que a natureza humana está contida, como uma instância particular e especial da ordem do cosmos (em virtude da razão), no interior da natureza mais abrangente, vista como ordem que rege todas as coisas que fazem parte do mesmo cosmos, por meio da qual todas as coisas recebem sua

essência – sua natureza. Como explica Voegelin, a natureza (physis) de que fala Aristóteles remonta a uma tradição de pensamento que alcança os antigos filósofos naturais, e refere-se a “estruturas constantes do movimento do ser, incluindo deuses e homens, matéria orgânica e inorgânica – em outras palavras a algo como uma constituição do ser.” (VOEGELIN, 2002: 157) Essa constituição ou ordem do ser constitui, assim, como que um contexto subjacente que dá legitimidade às próprias afirmações sobre a natureza do próprio ser humano e aos julgamentos éticos sobre suas ações.

## **2. A redefinição de “natureza” no desenvolvimento histórico do Ocidente**

Entretanto, o desenvolvimento da ciência natural no Ocidente a partir da Era Moderna, no contexto de alterações culturais e até mesmo teológicas do autoentendimento das sociedades modernas, deu origem a uma dinâmica intrigante. Desde Francis Bacon, um dos pioneiros da elevação do método indutivo experimental ao status de autoridade de que ele goza até hoje, a ciência foi vista como um modo de explicar e manipular a natureza de forma a “aliviar e melhorar a condição humana,” (BACON, 2002, p. 48) a partir da premissa segundo a qual “a natureza não se vence, se não quando se lhe obedece.” (BACON, 2002, p. 11) Portanto, a partir da compreensão do funcionamento da natureza, a própria natureza poderia ser “vencida”, manipulada, alterada e corrigida – em última análise, “desnaturada” – para melhorar a vida dos homens.

A alteração é descrita por Kenneth Schmitz, de uma perspectiva metafísica, como a substituição da antiga linguagem dos princípios do ser por uma conceituação de elementos isolados ou discretos, constitutivos da realidade por meio de um princípio de composição quantitativa. No primeiro caso, “a diversidade de princípios ontológicos [tais como as quatro causas aristotélicas] é uma diversidade no interior do ser” e “não

simplesmente uma divisão feita para a conveniência da mente investigadora humana” (SCHMITZ, 2007: 31). Dito de outra forma, enquanto a natureza ou o ser era interpretado a partir de uma lógica interior abrangente e holística, com o paradigma científico, o que se conhece como o ser ou a própria natureza passa a ser um campo ontologicamente esvaziado, em que causas materiais agem sobre partículas elementares da matéria, seguindo uma lógica quantitativa e externa. Enquanto princípios do ser devem ser seguidos e respeitados, seja segundo uma ética natural ou uma revelação sobrenatural, os elementos constitutivos da matéria podem ser manipulados à vontade.

E nesse contexto, o ser humano que até então era considerado como parte da ordem natural universal também fica passível de ser manipulado por meio de seus elementos materiais constituintes, ou “desnaturado”, sempre – seguindo a Bacon – com o propósito de aliviar a sua condição.

Impõe-se, no entanto, a questão: uma vez “desnaturado” o ser humano, como podemos saber qual é a verdadeira condição humana, essa que pretendemos “aliviar” e “melhorar”? Se qualquer melhoria é sempre medida em relação a um padrão, o que acontece quando o padrão não está mais disponível? De onde obteremos os critérios que nos permitam orientar nossa manipulação da natureza humana?

Aqui é necessário dar um passo atrás para entender melhor o porquê da confusão. Para os antigos e medievais, o modo de existir do ser humano era claramente diferente do modo de existir de uma pedra, porque envolvia a liberdade ou o livre arbítrio, a racionalidade, a imaginação, a ética etc. Mas, mesmo assim, sendo o ser humano parte da mesma ordem natural abrangente regida por princípios do ser, dava-se o nome de “lei ou direito natural” àquelas normas éticas e sociais que os seres humanos deveriam seguir, livremente, com a força da própria vontade, se quisessem ser considerados homens bons, ou seja, homens que atingiram o máximo grau de correspondência à natureza completa do homem. A natureza era, nessa linguagem, um guia moral.

Mas, quando, com a ciência experimental, a natureza passa a ser olhada de modo mecanicista, a humanidade encontra-se em um dilema semelhante ao de Fausto, do romance homônimo de Goethe, que vende a sua alma a Mephistófeles para alcançar sucesso e conforto na vida. Como expressou David Walsh,

nós não somente expandimos o poder à disposição da raça humana, mas também, ao mesmo tempo, eliminamos os princípios éticos necessários para o uso desse poder. O que tornou possível nosso poder sobre a natureza foi, em grande parte, ter parado de olhar para a natureza como algo fixo, estável; ao contrário, passamos a considerar a natureza como um campo cujas potencialidades estavam abertas à exploração por qualquer pessoa que possuísse a inteligência e a vontade de dominá-las. O problema é que aí a natureza não pode mais guiar o seu próprio uso, porque deixamos há muito de tratar a ordem natural como sagrada. (WALSH, 1997, p. 74)

E com isso, evapora-se a ideia do homem como algo fixo, cuja natureza, seus atos e fins próprios, seja passível de se definir precisamente. Essa pode ser uma maneira de descrever a abolição do homem, nas palavras de C. S. Lewis.

E no entanto, mesmo diante dessa onda científica inevitável, nós nos recusamos a considerar o ser humano simplesmente como esse algo manipulável, sem forma definida, sem um significado ético fundamental. É o que queremos dizer quando falamos em dignidade da pessoa, direitos humanos, e quando utilizamos conceitos como o bem comum, a Justiça etc. Na expressão chamada por Kant de “imperativo categórico” ou incondicional, o ser humano nunca pode ser tratado como mero meio, mas sempre como fim em si mesmo. Essa intuição fundamental subjaz às preocupações de Schwab, no tocante à 4ª revolução industrial, a respeito das potenciais vítimas e dos povos deixados para trás pelo rápido progresso da tecnologia e das comunicações. No esforço de colocar sempre as inovações a serviço da vida humana, vemos a sutil recusa em

igualar a natureza humana àquela de um instrumento ou mecanismo livremente manipulável.

Um outro lado da mesma questão pode ser abordado por meio da consideração da ciência como ação humana. Como entender o status ontológico dos praticantes do método científico? O cientista que observa e teoriza sobre a atividade cerebral humana se encontra exatamente no mesmo plano que o objeto observado e teorizado? David Walsh refaz a pergunta de modo bastante intrigante:

Será o pensamento um epifenômeno, um mero subproduto de impulsos eletroquímicos? E, ainda mais crucial, como poderíamos saber que o pensamento é um epifenômeno se ao mesmo tempo já não disséssemos que ele é mais do que epifenomenal? Ao contemplar a verdade, já não transcendemos todos os fatores constituintes? Não estamos dizendo que esse é o caso, independentemente de quaisquer processos subjacentes que possam estar ocorrendo em nosso interior neste momento? (WALSH, 2016, p. 90)

Walsh irá sugerir em seguida que “não haveria investigação alguma sem pessoas capazes de (...) autotranscender-se” (WALSH, 2016, p. 90), mostrando que o próprio ato científico – poderíamos falar também do ato da inovação – pressupõe um sujeito cujo conhecimento não poder ser totalmente submetido ao método científico.

Importa, portanto, destacar que, na medida em que a lógica, ou a natureza, da pessoa ultrapassa a lógica da inovação, ou como dissemos, que a lógica da pessoa é a fonte e o destino da lógica da inovação, o princípio orientador e limitante do saber ou da ciência da inovação (ou como diriam Aristóteles e S. Tomás, a sua causa final) se encontra no “saber sobre a pessoa”. Em outras palavras, a inovação é um meio / instrumento subordinado aos fins últimos do inovador, e estes por sua vez encontram-se além do escopo do que é afinal um mero instrumento.

O saber sobre a pessoa e seus fins últimos historicamente alcançou a sua forma mais rigorosa na filosofia, ou na antropologia filosófica, e na

antropologia teológica. Porém, na sociedade contemporânea ele é efetivamente concretizado em um conjunto de normas práticas, providas de autoridade universal, através do Direito e da Política.

### **3. Política Liberal, Direito e o “Saber da Pessoa”**

Vimos até aqui que a ciência natural ou experimental, ou as técnicas de engenharia e produção, não têm a última palavra na orientação das práticas que se encontram sob seu domínio. Elas são autônomas, é claro, quando discorrem sobre o “como” e o “o quê” de seus conceitos e objetos; nenhum manual de Direito pode discorrer legitimamente sobre a maneira de se construir um edifício seguro – ao menos não sem o auxílio de princípios físicos e da Engenharia; e a lei da oferta e da procura, definitivamente, não pode ser revogada através de um projeto de lei em alguma Câmara Legislativa. Mas no campo do “por quê” e do “é permitido”, a ciência simplesmente não tem os instrumentos para responder as perguntas mais elementares, porque estas pertencem à alçada da pessoa enquanto realidade ética e política (ou jurídica).

Todavia, nesse ponto a Ciência Política e o Direito também se defrontam com alguns problemas, principalmente no contexto das atuais sociedades democráticas e pluralistas. Afinal, de onde vêm as definições e preceitos que são codificadas no Direito e na política e que regem as relações entre as pessoas?

Desde o início da era moderna, a resposta a essa pergunta não tem sido simples. De um lado, conforme visto na discussão sobre a alteração do significado do conceito de “natureza”, o Iluminismo pôs sob suspeita os saberes e autoridades tradicionais, em nome da autonomia da razão. De outro lado, a Reforma Protestante fez aflorar a diversidade de perspectivas religiosas que, em combinação com a política dos Estados nacionais, levaram às guerras de religião e a uma desconfiança perene sobre a capacidade de se chegar a um consenso sobre as questões éticas

mais fundamentais acerca do ser humano e sua convivência com os seus semelhantes. O sistema político nascido nesse contexto, que veio a ser conhecido como liberalismo, ou democracia liberal, tendeu a evitar as questões substantivas acerca do que consiste o verdadeiro bem para o homem, e afirmou em vez disso alguns pontos centrais para a convivência política em uma sociedade plural, como os seguintes:

- a defesa da liberdade individual, limitada mutuamente pela esfera de liberdade de cada indivíduo convivendo em sociedade;
- a tolerância entre diversas crenças e modos particulares de ver o mundo, tendo como princípio correspondente a separação entre as religiões e o Estado;
- a formulação da linguagem dos direitos humanos como bases da estrutura jurídica dos Estados liberais: liberdade religiosa, de consciência, de expressão, participação política, processo jurídico, os direitos chamados “sociais” etc.

No entanto, na falta de um embasamento substantivo, uma ideia clara do que seja o bem maior para os seres humanos, que subordina todos os outros, como manter a convicção sobre esses princípios? E como resolver certos conflitos de direitos dentro da sociedade liberal, especialmente aqueles que – por causa da constante inovação própria da vida humana – colocam perguntas que nunca haviam sido feitas anteriormente? Na falta (pelo menos no âmbito do Estado liberal, que deve ser manter “neutro”) das antigas e tradicionais concepções do certo e do errado para o ser humano, qual o caminho do consenso?

Escolhas da maioria? Mas e se essas escolhas forem contra aqueles valores consagrados no Estado liberal? E quem decide se elas de fato o são, e com base em que critérios? Basta pensar em algumas situações-limite, tais como o status legal do aborto ou a redefinição do casamento, para perceber rapidamente os problemas de resolução e definição. Mas não é apenas a essas questões candentes que o problema se aplica.

A área da inovação tecnológica pode muitas vezes trazer desafios semelhantes, sob vários aspectos, para o consenso liberal: questões de propriedade intelectual, impacto social, liberdade de expressão x direito à privacidade, além das questões relativas à inteligência artificial, biotecnologia e bioética. Essas últimas, em especial, vão além de temas relativos ao que é permitido ao sujeito de direitos e obrigações, mas questionam a própria natureza e o lugar desse sujeito. Quando as máquinas começarem a “tomar decisões”, quem será responsabilizado por eventuais erros? Até que ponto o programador ou criador de uma inteligência artificial é responsável pelos “atos” de suas criaturas?

#### **4. Teóricos do liberalismo não-fundacional**

Para resolver as questões resultantes da falta de um embasamento substantivo único para as sociedades modernas, vários teóricos do liberalismo têm oferecido teorias detalhadas tentando mostrar como se pode construir, a partir da própria racionalidade compartilhada por seus participantes, ou da própria capacidade de comunicação intersubjetiva, um conjunto de critérios que legitimem as normas e valores dessas sociedades. Procuraram, assim, estabelecer razões públicas, ou procedimentos de deliberação acessíveis a qualquer cidadão racional, em base aos quais responder a questões como essas a que acabamos de aludir.

John Rawls, por exemplo, na obra clássica *Uma Teoria da Justiça* (2000), ficou famoso pelo experimento lógico de construir uma “posição original” em que os hipotéticos membros de uma sociedade teriam os seus atributos socioeconômicos e suas visões de mundo abrangentes ocultados por detrás de um “véu de ignorância”. Dessa forma, seriam obrigados a decidir sobre as macronormas sociais e políticas com base apenas em argumentos baseados na racionalidade e razoabilidade intrínsecas ao ser humano. Daí são derivados os princípios da “liberdade igual” e da “diferença”, que balanceiam a garantia de liberdades a cada indivíduo com o interesse dos menos favorecidos no interior da sociedade.

O alemão Jürgen Habermas (1992) propôs um procedimento semelhante de decisão sobre princípios políticos, mas ao invés de imaginar indivíduos em uma posição original, delineou um tipo de deliberação política ideal, baseada em características específicas do discurso racional, retiradas de sua teoria da ação comunicativa. Somente aquelas justificativas ou razões apresentadas e validadas intersubjetivamente no contexto dessa modalidade de discurso teriam a legitimidade suficiente no contexto da democracia liberal para serem adotadas como normas jurídicas e políticas.

Também se poderiam citar outros expoentes do pensamento democrático liberal, como o libertário Robert Nozick e o teórico do direito Ronald Dworkin. Mas o escopo deste artigo não nos permite entrar em profundidade nos detalhes do pensamento desses autores. Basta notar que em geral, embora queiram evitar a adoção de uma concepção determinada ou densa do bem próprio ao ser humano, como as concepções religiosas e clássicas da natureza humana, tais autores acabam, em graus diversos, por utilizar implicitamente uma imagem do ser humano: o ser humano racional e razoável, o indivíduo capaz de uma reflexão ética que incorpore os conceitos de direitos, de liberdade e autonomia, e além disso sociável, capaz de se comunicar de boa vontade com os seus semelhantes, sem se preocupar muito com as questões de fundo religioso e de ordens morais específicas.

Em outras palavras, o “homem democrático”, que se encontra na base do consenso democrático, consiste, ele mesmo, numa concepção de ser humano com uma natureza específica, um bem que lhe é próprio, e que além de tudo deve parte de suas características às tradições religiosas e morais que se encontram na origem de sua sociedade, ainda que não as utilize mais para fundamentar essas características.

Como esclareceu o filósofo político Jeffrey Stout (1988), mesmo com o acesso fechado aos fundamentos clássicos, é na prática cotidiana da democracia que se afirmam e se reafirmam os valores morais e a visão do ser humano que se encontra na base da justiça, dos direitos, e da própria democracia. Stout enfatiza que o fato de não conseguir-

mos chegar a uma definição conclusiva sobre as fontes de nossos valores morais e éticos mais importantes não significa que estes valores sejam simplesmente falsos, ou mesmo duvidosos. De alguma forma, mesmo desprovidos de uma solução filosófica definitiva, somos formados na prática como os tipos de pessoas que conseguem ter uma sensibilidade moral, ou de reconhecer o certo e o errado quando os vemos, e conversar racionalmente sobre essa experiência. Citando mais uma vez Walsh, “a autoridade de uma ordem pública liberal está fundada de modo mais firme na ressonância existencial dos homens e mulheres que vivem sob tal ordem, e não na coerência técnica dos argumentos que, de tempos em tempos, são utilizados para justificá-la” (WALSH, 1997, p. 56).

## **5. A experiência existencial do mistério da pessoa no cerne da discussão ética e política**

Nossa reflexão nos trouxe, finalmente, a uma conclusão preliminar: as sociedades tecnológicas contemporâneas, palco da 4ª revolução industrial, têm sua dinâmica cada vez mais marcada pelos rápidos e profundos avanços tecnológicos e produtivos, mas não encontram no crescimento exponencial da inovação técnica as diretrizes que permitam orientar essa dinâmica. Adicionalmente, o desenvolvimento histórico e cultural da sociedade moderna vem desafiando as noções tradicionais de natureza humana e os seus fins próprios, a partir de perspectivas teológicas, filosóficas e políticas, chegando até a possibilitar a desconstrução da própria biologia humana por meio da intervenção tecnológica.

No entanto, a ideia do humano e de sua dignidade permanecem, subjacentes às formulações desenvolvidas para substituir as antigas balizas teológicas e antropológicas, ainda que de modo subterrâneo, existencial ou prático. Por detrás das categorias de racionalidade e razoabilidade, da lógica do discurso num contexto de intersubjetividade etc., ocultam-se as pessoas concretas que são capazes não somente de articular essas categorias mas concretizá-las, na prática, nas arenas política, social, familiar etc.,

a partir de conhecimentos tácitos, tradições, valores e comportamentos aprendidos e valorizados num modo existencial e pessoal.

Propusemos, assim, a intuição de que a imagem do bem humano é formada no interior de comunidades concretas de sentimentos e valores, criadas e transformadas ao longo da história, bem como na prática cotidiana que nos confronta com os dilemas morais e nos faz refletir sobre elas. Esse caráter das tradições, imaginação e das comunidades singulares como veículo de verdades e valores universais é um dos principais legados do pensamento de Edmund Burke, com sua desconfiança da “razão nua” individual:

“(...) somos geralmente homens de sentimentos naturais; que, em vez de prescindir de nossos velhos preconceitos, nós os cultivamos em um grau muito considerável e, para nossa maior vergonha, nós os cultivamos porque são preconceitos, de modo que quanto mais tenham durado e mais tenham prevalecido, tanto mais os cultivamos. Tememos colocar os homens para viver e negociar cada qual com o seu estoque particular de razão, pois suspeitamos que o fundo de cada homem é pequeno, e que os indivíduos fariam melhor aproveitando-se do capital do banco geral das nações e dos séculos” (BURKE, 2016, p. 106).

Muito mais do que uma simplória defesa dos usos e costumes antigos em virtude meramente de sua antiguidade, o que Burke traz aqui é uma visão sofisticada das fontes históricas das categorias e valores que regem as sociedades, muitas vezes codificadas em sistemas éticos e legais, mas necessitadas de suportes estéticos e espirituais que ele chama de “vestimenta decente da vida”, componentes do “guarda-roupa de uma imaginação moral” (BURKE, 2016, p. 96), para manter-se em funcionamento. Além disso, Burke, tal qual um pós-moderno *avant la lettre*, trabalha com uma noção de razão humana como um artefato cultural, social e histórico, cujos fundamentos subterrâneos não são facilmente trazidos à tona, e por isso recebem a alcunha de “preconceitos”.

Uma tal sustentação dos códigos formalizados na prática histórica se dá tanto na religião quanto na democracia. De fato, tanto os dogmas religiosos quanto os códigos do Estado democrático de Direito têm muito pouco poder de convencimento e mobilização se não estiverem intimamente conectados à experiência – ética, espiritual e estética – que os sustenta e de onde recebem sentido, no interior de seus próprios praticantes. E os seres humanos são capazes de reconhecer o bem dessa forma prática pois, como pessoas, participam dessa realidade e a reconhecem ao vivê-la desde o lado de dentro, em seu íntimo.

Tudo isso quer dizer que o cientista ou o inovador não precisa ser um filósofo para agir corretamente, ou conhecer os limites morais que devem guiar a sua atividade. Na verdade, isso já acontece naturalmente, pois seria bastante seguro dizer que, para a maioria dos inovadores, não é preciso saber que há leis que punem certos tipos de experimento com seres humanos para que eles se abstenham de realizá-los. A invocação de um nome como o do Dr. Joseph Mengele, dos campos de concentração nazistas, é suficiente para causar em todos uma repulsa imediata, pelo que ele representou e realizou pelo Terceiro Reich.

Mesmo assim, é importante destacar a necessidade de que cientistas e inovadores tenham uma educação formal e informal sobre as implicações morais e éticas de suas atividades. Aquilo que se aprende na família, nas comunidades morais e na prática do dia a dia social pode e deve ser reforçado e especificado por cursos e reflexões sobre a ética no contexto da atividade de pesquisa. E os pesquisadores não devem ter receio de dialogar com membros de outras tradições morais e epistêmicas, ou seja, com os saberes tradicionais, religiosos e éticos, que contribuíram e contribuem de várias formas para a manutenção e a integridade da herança ética da sociedade ocidental. Mesmo reconhecendo e protegendo a própria autonomia do saber técnico e científico, pode-se aprender muito com os insights obtidos a partir de outras e diversas experiências humanas. Como exemplo, no contexto de programas de formação técnica e superior em ciências naturais, aulas de ética e filosofia, desde que

bem planejadas, em muito contribuiriam para a formação de bons profissionais, ajudando a torná-los profissionais bons.

Adicionalmente, diante de todo o exposto acima, a política estatal não deveria ser a única referência no tocante a normas éticas e morais, como aliás o mostram os diversos comitês de ética em hospitais, universidades etc. No entanto, algumas questões acabarão chegando às instâncias decisórias superiores dos Estados soberanos, sejam elas parlamentos ou cortes superiores. Nesses contextos, os inovadores devem entender que, na discussão política, não bastam os argumentos de autoridade científica; nessa esfera, são atores morais e políticos como todos os outros, e precisam argumentar e dialogar com base nesses valores universais que guiam vários outros aspectos da vida humana. A ciência e a técnica sempre podem esclarecer mais assuntos da sua alçada, com explicações sobre o funcionamento de determinados fenômenos e métodos de estudo e intervenção. Mas, em se tratando de seres humanos, a última palavra não é da ciência.

## **6. Conclusão**

Os desafios colocados pela 4ª Revolução Industrial, nessa perspectiva, não diferem dos desafios postos nas três ondas anteriores, a não ser talvez pela rapidez com que as inovações se apresentam e sucedem mutuamente, obtendo quase instantaneamente alcance global. Por essas razões, é cada vez mais importante fortalecer as comunidades éticas e culturais presentes e constitutivas de cada sociedade, tornando-as parcerias do processo de educação, debate e deliberação política em vários níveis.

Esse talvez seja a tarefa mais árdua, num contexto em que o protagonismo das decisões políticas e econômicas têm ficado concentrado cada vez mais, respectivamente, nos aparelhos de Estado e nos atores econômicos, fornecedores de produtos e serviços, com grandes conflitos ocorrendo nas áreas em que se consideram necessárias regulamentações ou interferências diretas da política na vida econômica. No entanto, a

substância ética dos atores do Estado e do mercado não é “autóctone” a essas esferas, e nasce justamente na chamada “sociedade civil”, onde estão as famílias, comunidades religiosas, escolas, universidades, comunidades culturais e regionais etc.

Por isso, seria ideal que as instituições que concretizam a organização burocrática e corporativa da sociedade moderna – empresas, governos, parlamentos etc. – procurassem cada vez mais aproximar-se das várias comunidades éticas de suas sociedades, vivendo de fato a experiência do pluralismo que caracteriza a contemporaneidade, e que essas comunidades se preparem e aventurem para participar de fato e de direito dos grandes debates de seu tempo.

Talvez somente assim será possível relembrar continuamente que o limite da inovação é a fronteira que, ao ser ultrapassada, nos encontra tratando o ser humano como um objeto, um meio para fins ulteriores— ou seja, desfigurando o próprio ser humano. A democracia definiu essa fronteira como a dignidade da pessoa humana, termo presente em várias constituições, e o seu significado e seu alcance só podem ser esmiuçados na prática, através do diálogo honesto, da disposição moral construída através da trajetória de formação de cada pessoa, pesquisador, político ou pensador, e por fim da humildade, da abertura e do respeito diante do caráter misterioso e admirável da vida humana.

## Referências bibliográficas

AQUINO, S. T. Suma Teológica. Vol. IV. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

BACON, Francis. Novum Organum. E-Books Brasil.org, 2002. (Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/adobebook/norganum.pdf>>)

BURKE, Edmund. Reflexões sobre a Revolução na França. São Paulo: Edipro, 2016.

HABERMAS, Jurgen. Moral Consciousness and Communicative Action. Cambridge: MIT Press, 1992.

KANT, Immanuel. Crítica da Razão Prática. Lisboa: Edições 70, 1994.

LEWIS, C. S. *The Abolition of Man*. New York: Harper-Collins, 1974.

LEWIS, Bernard. *What Went Wrong? The Clash between Islam and Modernity in the Middle East*. New York: Oxford University Press, 2002.

RAWLS, John. *Uma Teoria da Justiça*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

SCHMITZ, Kenneth L. *The Texture of Being: Essays in First Philosophy*. Washington, DC: The Catholic University of America Press, 2007.

SCHWAB, Charles. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2019.

STARK, Rodney. *The Victory of Reason. How Christianity Let to Freedom, Capitalism, and Western Success*. New York: Random House, 2005.

STOUT, Jeffrey. *Ethics After Babel*. Boston: Beacon, 1988.

VOEGELIN, Eric. *The Collected Works of Eric Voegelin, Vol. 12. Published Essays, 1966-1985*. Baton Rouge and London: Louisiana State University Press, 1990.

\_\_\_\_\_. *The Collected Works of Eric Voegelin, Vol. 14. Order and History, Vol. 1. Israel and Revelation*. Columbia, MO: Missouri University Press, 2001.

\_\_\_\_\_. *The Collected Works of Eric Voegelin, Vol. 6. Anamnesis. On the Theory of History and Politics*. Columbia, MO: Missouri University Press, 2002.

WALSH, David. *The Growth of the Liberal Soul*. Columbia, MO: Missouri University Press, 1997.

\_\_\_\_\_. *Politics of the Person as the Politics of Being*. Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press, 2016.

WOJTYLA, Karol. *The Acting Person*. Boston: Reidel, 1979.<sup>6</sup>

---

**Gustavo Santos** · Estudioso da teoria política ocidental moderna e do pensamento político católico contemporâneo. cursou a Universidade Estadual de Campinas, onde obteve os graus de bacharel em ciências sociais e mestre em antropologia social. Obteve o título de PhD em política na Catholic University of America, em Washington, DC, e foi guest scholar no Kellogg Institute of International Studies na Universidade de Notre Dame, em South Bend, IN. Foi coordenador de projetos na Fundação Konrad Adenauer-RJ e vice-diretor de uma escola de Cidadania e Gestão Pública, a Oficina Municipal. Autor de artigos acadêmicos, capítulos em coletâneas e livros, entre os quais um *Manual sobre os partidos políticos*, e tradutor de artigos e obras sobre política conservadora, com destaque para *A política da prudência*, de Russell Kirk. Atualmente é conselheiro do Instituto Brasileiro de Direito e Religião.”

# **O futuro do mundo do trabalho:** impactos do novo paradigma tecnológico

---

Anita Kon

## **Resumo**

O artigo visa investigar os impactos da evolução do novo paradigma tecnológico denominado de Indústria 4.0, sobre as condições do trabalho em economias de níveis diferenciados de desenvolvimento. Mostra como as transformações tecnológicas do novo modelo, que se efetivam através da integração das atividades industriais com serviços específicos, apresentam impactos econômicos contundentes, que acabam por afetar e reestruturar o mercado de trabalho, criando novas formas de adequação. Investiga inicialmente a nova dinâmica da Indústria 4.0 e os impactos econômicos no contexto do trabalho, particularmente através da reestruturação ocupacional e da destruição e criação de funções produtivas resultantes. Em sequência, examina as futuras e potenciais oportunidades de criação de formas trabalho, como meio de adaptação à nova situação.

## **Abstract**

The article aims to investigate the impacts of the evolution of the new technological paradigm called Industry 4.0, on working conditions in

economics at different levels of development. It shows how technological transformations of the new model, which are effectively effected through the integration of industrial activities with application services, exhibiting economic effects, which end with reproductions and restructuring in the labor market, new forms of adaptation. Investigate the use of the new industry 4.0 and the economic impacts in the context of work, particularly through occupational restructuring and the destruction and creation of used productive functions. In sequence, examine how the future and opportunities for creating forms of work, as a means of adapting to the new situation.

## **Introdução**

O desenvolvimento econômico das sociedades tem passado por várias fases caracterizadas por processos de mudanças nos meios de produção e das relações sociais, nomeadas como “três ondas tecnológicas”. A primeira onda correspondeu à sociedade agrária, a segunda à oficina industrial e corretagem de bens e a terceira se caracterizou pelo valor do conhecimento como principal do recurso econômico e social (TOFFLER, 1984). As transformações tecnológicas atualmente em curso, que deram origem ao paradigma da denominada Indústria 4.0, se caracterizam como uma forma alternativa e mais avançada da dinâmica industrial anterior e apresenta peculiaridades que definem o início de uma Quarta Onda tecnológica.

Esta última fase resulta de um processo de transformação no ambiente econômico e na sociedade como um todo, impulsionado pela confluência das quatro ondas tecnológicas, que provocou mudanças significativas na utilização da informática. O uso crescente da automação digital, representada pelas novas tecnologias que confluem, como a computação em nuvem, plataformas sociais e Big Data, resultou na circunstância de que as novas tecnologias de serviços intangíveis passaram a se inserir em quase todas as atividades das empresas e frequentemente fora das mesmas. Esse novo paradigma de inovação industrial resulta

em um modelo de coprodução de um produto em que não só o próprio processo produtivo integra atividades manufatureiras e serviços, mas também os consumidores têm acesso ao fornecimento de serviços como suporte para a fruição do produto.

Neste contexto, serviços intangíveis específicos se situam como principal componente na produção e geração de valor de vários bens tangíveis, ou seja, a integração entre indústria e serviços no processo produtivo e distributivo é a base do aumento da produtividade e do valor agregado pelas empresas. Certos bens, essencialmente de alta tecnologia, possuem características tradicionalmente associadas a serviços, tais como intangibilidade ou interatividade. Em determinadas situações, a distinção tradicional entre firma industrial e firma de serviços tende a perder seu significado, quando um número significativo de firmas passa a produzir simultaneamente bens de capital e tecnologia de serviços (KON, 2017).

O artigo está estruturado da forma que se segue. Enfoca inicialmente a nova dinâmica industrial instalada pelas inovações tecnológicas da Quarta Onda, e seus efeitos contundentes sobre o mercado de trabalho, através da criação e destruição de funções do processo produtivo, bem como de emprego. Em sequência são examinadas as novas condições de trabalho resultantes e as mudanças requeridas para a adequação das empresas e dos trabalhadores à nova situação, assim como as políticas públicas necessárias para estimular este ajuste.

## **A nova dinâmica industrial: tecnologias determinantes da Indústria 4.0**

Como salienta a pesquisadora Carlota Perez (2009), de modo associado ao advento das ondas tecnológicas, a economia industrial atravessou várias etapas diferenciadas de desenvolvimento, associadas a cinco revoluções tecnológicas sucessivas, partindo da introdução da utilização de máquinas no processo produtivo (1771), passando pela do vapor e das ferrovias (1829), do aço, eletricidade e engenharia pesada (1875),

pela do petróleo, automóvel e produção em massa (1908) até o advento da informação e das telecomunicações (1971), que correspondeu à 5ª Revolução Tecnológica, que caracterizou a Quarta Onda. Cada nova etapa tecnológica resultou da combinação de atividades, produtos e processos inovados, com outros preexistentes, que se articulam gerando um conjunto de novas oportunidades de negócios interativos, capazes de se difundir por toda a economia.

Esta última etapa de transformações veio tomando corpo desde que Hayek, em 1970, resgatou as ideias da Teoria da Informação para introduzi-las no contexto da Economia, quando foi intensificado o conceito de “conhecimento relevante”, como o insumo básico que influencia as ações das pessoas e a tomada de decisões econômicas. O autor havia ressaltado anteriormente que o conhecimento é fragmentado, ou seja, está na cabeça das pessoas, nos agentes econômicos e nas instituições e cada pessoa possui apenas uma parte do conhecimento que, portanto, está disperso na sociedade. Ressaltava que um planejador central, para a tomada de decisão, nunca seria capaz de absorver todo o conhecimento disperso e dele fazer uso, pois seria necessário um mecanismo gigantesco com um volume de dados tão imenso que não seria possível distinguir informação de ruído.

Duas décadas depois, no início dos anos 1990, foi desenvolvida nos Estados Unidos uma inovação tecnológica destinada a agrupar e descrever grandes conjuntos de dados complexos que desafiam os limites computacionais tradicionais de captura, processamento, análise e armazenamento informacional. O termo Big Data associado a esta inovação, surgiu em 1997 e o aprimoramento da tecnologia, bem como sua utilização veio se difundindo tornando-se essencial nas relações econômicas e sociais, ao organizar e dar acesso à quantidade cada vez mais crescente e não estruturada de dados gerados a cada segundo.

Assim, a última Revolução Tecnológica descrita por Perez, que moldou a era da Informação e da Telecomunicação, teve continuidade, a partir da última década do século passado, através das mudanças tec-

nológicas que deram origem a um novo modelo de inserção tecnológica no processo produtivo, denominado de Indústria 4.0, como uma forma alternativa e mais avançada da dinâmica industrial anterior. Configurou uma nova revolução industrial que representou uma evolução nos sistemas de negócios e na ciência, desde que na tomada de decisão, o acesso ao conhecimento e à informação de forma ampliada tornou-se instrumento fundamental para solucionar os problemas que surgem quando há mudanças no cenário da ação que exigem uma rápida adaptação e adequação a uma nova situação (KON, 2016).

A nova onda tecnológica, ainda na década de 1990 se caracterizou pela redefinição da inter-relação entre indústrias e serviços, que baratearam os processos produtivos que utilizam microeletrônica, informática (softwares), serviços de controle de instrumentos de telecomunicações, de biotecnologia e de novos materiais. Paralelamente, desenvolveram-se outros serviços de apoio a telecomunicações digitais (a cabo, fibra ótica, por rádio e satélite), como a comunicação via Internet, ou ainda ligações de transportes físicos multimodais. Da mesma forma, possibilitou a melhoria nas práticas organizacionais das atividades do mercado, de empresas, governamentais e individuais, transformando as formas pelas quais o trabalho, a produção e as trocas se organizavam.

No século XXI as mudanças nos processos produtivos 4.0 não se restringiram à indústria manufatureira, pois se difundiram para as demais modalidades de indústrias, incluindo as agropecuárias e as de serviços. A digitalização aplicada em grande escala na produção industrial manufatureira, caracterizou também o avanço de todos os demais setores em anos recentes, e causou impactos significativos tanto no desenvolvimento dos produtos, quanto nos processos produtivos e distributivos, bem como na organização global da relação entre estas atividades e a economia como um todo. Para tanto, contribuiu a criação de tecnologias de redes de sensores sem fio WSN (Wireless Sensor Network), que transmitem seus dados de forma cooperativa através de uma rede centrada em uma determinada localização.

A conscientização mundial dos efeitos disruptivos da nova dinâmica mobilizou a investigação sobre estes impactos. Estas transformações observadas, foram amplamente debatidas no Fórum Mundial de Desenvolvimento realizado em Davos em 2016, que reuniu líderes mundiais ao redor do tema da “Quarta Revolução Industrial” em curso, ainda que de forma sobreposta à denominada “Terceira Revolução Industrial”, em países de vários níveis de desenvolvimento. Formou-se um consenso de que, se as revoluções industriais anteriores tornaram possível a produção em massa e levaram as capacidades digitais a bilhões de pessoas, esta última onda inovadora difere fundamentalmente do modelo de produção anterior e representa uma descontinuidade em relação ao mesmo, pois se caracteriza por uma ampla gama de novas tecnologias, produtos e processos, que representam a convergência entre nano, bio e neuro-cogno tecnologias. Estes avanços correspondem à fronteira da ciência e possuem aplicações em todas as áreas do conhecimento e, além do mais, fundem os ambientes físicos, digitais e biológicos, com impactos em todas as atividades humanas, disciplinas, economias e intensamente nas indústrias e serviços. (SCHWAB, 2017).

Assim, vem se consolidando a criação das indústrias inteligentes, que se caracterizam por uma dinâmica em que os elementos inteligentes digitais do processo produtivo trocam informações entre si de forma autônoma e funcionam em rede. As diferentes unidades trocam informações instantaneamente, conectando todas as fases do processo através de sensores que as controlam remotamente e têm a capacidade de configurar e ajustar as máquinas e os processos de produção, de acordo com dados coletados e analisados em tempo real. O nível de integração total, comunicação ininterrupta e de flexibilidade se dá através da comunicação máquina a máquina (M2M), sistema que permite a simulação de ações pelos operadores para testarem e otimizarem processos e produtos ainda na fase de concepção.

Esta integração resulta num movimento de convergência tecnológica, definido como um processo pelo qual as telecomunicações, tecnolo-

gias da informação e mídia, setores que originalmente operavam de forma independente um do outro, passaram a crescer de forma conjunta e integrada. Resultou da possibilidade de absorver dispositivos eletrônicos nos produtos industriais integrando-os ao mundo digital, o que leva ao rompimento dos limites técnicos, regulatórios e mercadológicos que separam os diferentes segmentos da indústria e dos demais setores. Este processo foi possibilitado não apenas pela digitalização crescente das informações, mas principalmente pela reestruturação do desenvolvimento de padrões universais de comunicação, que deverá se acelerar no futuro, graças à combinação de inovações em distintas áreas do conhecimento. Esta convergência ocorre tanto na rede de telecomunicações quanto nos serviços e, através de uma infraestrutura comum, viabiliza uma ampla difusão de equipamentos e serviços relacionados à portabilidade, mobilidade e comunicação (TIGRE et al., 2008/2009).

A transformação digital através do uso das tecnologias com o intuito de melhorar o desempenho dos negócios, evoluiu aceleradamente com a integração das ferramentas de Big Data com as outras tendências de transformação digital. Múltiplas pesquisas em empresas constatarem quais as principais tecnologias determinantes das indústrias 4.0 que operam sob esta nova configuração: Internet das Coisas (Internet of Things), Internet dos Serviços (Internet of Services), Inteligência Artificial (IA): robótica avançada, manufatura aditiva, simulações, integração vertical e horizontal de sistemas, nuvens digitais (cloud manufacturing), nanotecnologia, segurança cibernética, drones inteligentes e realidade aumentada (LOURAL, 2014; CNI, 2016; SCALABRE, 2017).

A utilização de sistemas digitalizados de Big Data, Nuvem e Analytics<sup>1</sup> permite a identificação de falhas nos processos da empresa, leva à otimização da qualidade da produção, economia de energia, au-

---

1 A inteligência analítica (Analytics) consiste na utilização aplicada de dados, análises e raciocínio sistemático nos processos de tomada de decisão, para aumentar a eficiência destes procedimentos.

mento da produtividade e crescimento do valor agregado, particularmente com grande peso de inovações intangíveis, através da integração indústria e serviços. As novas tecnologias permitem a integração automatizada de todos os estágios do processo produtivo de uma empresa – desde a fase de desenvolvimento da ideia até o uso final de um produto – bem como a integração com a cadeia de valor externa à firma. Esta dinâmica significa, além da automação no processo industrial, a integração entre a maquinaria e os outros sistemas que operam nesta produção, incluindo diferentes atividades industriais e de serviços da cadeia de oferta de insumos e distribuição do produto acabado. Como resultado, em certas manufaturas é difícil estabelecer a divisão entre a representatividade do valor adicionado pela indústria e pelos serviços inclusos no processo.

A automatização e conectividade extremas das indústrias “inteligentes” 4.0 resultam em mudanças consideráveis no paradigma tecnológico e organizacional anterior, como visto, em grande medida ao mudar os impactos da distância e do tempo no processo de comunicação e de operacionalização efetiva das fases do processo produtivo e distributivo (MANYIKA, ROBERTS E SPRAGUE, 2007; SUGAYAMA; NEGRELI, 2016). O efeito combinado das novas tecnologias de informação conduz a formas modificadas de diagnóstico da situação das empresas, do planejamento, criação, elaboração e distribuição de produtos, que exigem novas estruturas organizacionais.

Os efeitos do novo paradigma se inserem na ideia schumpeteriana que ressalta o impacto prioritário das inovações tangíveis e intangíveis no processo de desenvolvimento econômico das empresas e das economias. Sua perspectiva já preconizava a relevância de serviços intangíveis como parte integrante das inovações das indústrias 4.0, bem como das demais indústrias, que afetam consideravelmente o ambiente econômico em que se inserem. Estes efeitos se realizam por meio de ações como: novas combinações de recursos existentes, novos métodos, novas fontes de matérias-primas, nova organização das empresas e dos mercados,

novos produtos, com melhor qualidade e menor custo. Essas ações têm como resultado final, transformações estruturais relevantes e irreversíveis na função produção agregada e no conjunto do sistema econômico que conduzem ao desenvolvimento dinâmico.

Por sua vez, internamente às empresas, os reflexos sobre os processos de integração vertical, se fazem sentir, desde o desenvolvimento e a compra de produtos, até a fabricação, logística e distribuição, pois todos os dados dos processos de operações, a eficiência dos processos e a gestão da qualidade, bem como o planejamento de operações, estão disponíveis em tempo real, otimizados na rede integrada. Do ponto de vista da integração horizontal, os impactos são observados nas operações internas da organização, que unem fornecedores, clientes e parceiros da cadeia de valor, possibilitando não apenas o planejamento e execução da integração, mas também o rastreamento e controle em tempo real.

Da mesma forma, o modelo possibilitou a **integração horizontal às redes de cadeias globais de valor, com a colaboração entre parceiros de negócios e clientes, facilitando a inclusão em redes internacionais de produção e distribuição. Os novos produtos e serviços digitais** incluídos no paradigma oferecem soluções para a participação em ecossistemas digitais distintos. Assim, o que se tem observado é que algumas destas tendências de transformação atravessam as fronteiras da empresa em direção à coprodução de inovações em forma de ecossistemas de inovação.

No entanto, as implicações destas mudanças diferem entre unidades e grupos funcionais das empresas, ou seja, podem variar consideravelmente em diferentes partes da organização ou em diferentes firmas da indústria, de acordo com a capacidade de renovação interna de cada empresa. (KON, 2016).

Em suma, estas formas industriais avançadas envolvem a integração de tecnologias físicas e digitais além de outras inovações em serviços intangíveis, bem como a integração de todos os estágios da cadeia de valor, desde a fase de desenvolvimento até o uso final de um produto. É uma

dinâmica que diz respeito a um contexto mais além do que apenas o da automação no processo industrial, pois consiste na integração entre a maquinaria e os outros sistemas que operam nesta produção, incluindo as diferentes atividades industriais e de serviços da cadeia de oferta de insumos (KON, 2018).

## **Impactos econômicos do novo paradigma no contexto do Trabalho**

Impactos econômicos positivos do novo modelo tecnológico implicam para as empresas, mas também para todo o sistema econômico, em redução de custos, eliminação de desperdícios, economia de energia, redução de erros, aumento da segurança, conservação ambiental, aumento da qualidade do produto, intensificação e maior rapidez na capacidade de atender os consumidores, que pode resultar em uma produção em escala consideravelmente elevada ou na customização mais acentuada dos novos produtos. O novo ambiente tecnológico, tanto dentro das empresas quanto em sua relação com os agentes externos, resulta em mudanças de estratégia nas tomadas de decisão, como visto, com impactos econômicos consideráveis, desde que gera cadeias de valor agregado crescentes e altera o poder de competitividade das empresas, frente ao mercado interno e externo da economia.

No entanto, impactos negativos consideráveis sobre a economia e a sociedade se manifestam pela eliminação significativa de empregos, tendo em vista que a característica central das novas tecnologias é a realização das fases do processo de geração e distribuição da produção através das redes integradas por máquinas e serviços de softwares que substituem parte da mão-de-obra antes responsável pelas várias etapas de execução.

Do ponto de vista da tomada de decisões, as transformações tecnológicas que resultam na Indústria 4.0 conduzem a mudanças notáveis na tecnoestrutura ocupacional da organização. Como definido por Galbraith (1985) a respeito do modelo anterior a estas mudanças

estruturais, a unidade empresarial tem a característica de ter suas decisões tomadas pela inteligência (humana) da empresa, que é formada por aqueles que trazem conhecimentos especializados, que não necessariamente se limitam ao grupo restrito de diretores, dos quais é exigido o conhecimento especializado. Englobam um grupo organizado responsáveis pela pesquisa, planejamento estratégico, criação e desenvolvimento de produtos e serviços, administração, marketing e vendas. O quadro diretor central pode apresentar variações consideráveis em número de componentes, grau de responsabilidade e tarefas, dependendo da estrutura da firma, e da extensão pela qual a firma é colocada perante transformações externas que solicitem ações não realizáveis pela estrutura gerencial existente.

As alterações nesta tecnoestrutura anterior, com eliminação da burocracia e de vários níveis hierárquicos de gestores e de outros cargos e departamentos do organograma da empresa, se dão por meio das tecnologias que, como visto, interconectam processos decisórios e auto-ajustam as fases do processo produtivo e distributivo. Dessa forma, as tomadas de decisão automatizadas no curso do paradigma produtivo da indústria 4.0 acarretam em vantagens competitivas consideráveis para as empresas capacitadas para assumir o novo processo, porém isto se dá à custa da supressão de postos de trabalho humano que se tornaram obsoletos no contexto. Com relação à decisão sobre o crescimento da empresa em longo prazo, as firmas que conseguem atingir maior flexibilidade neste processo de ajustamento observam maiores possibilidades de ampliação do seu mercado e de posterior continuação do crescimento, configurando uma maior relação capital/trabalho e produtividade, no entanto por conta da diminuição do espaço ocupado pelas atividades trabalhistas (KON, 2017).

Alguns autores (HARARI, 2018; CARRARA, 2015; OECD, 2017) mostram que no novo paradigma tecnológico da atualidade, a Inteligência Artificial e os softwares acabam por assumir algumas habilidades cognitivas que eram usadas anteriormente apenas por humanos, como

aprender, analisar e compreender emoções humanas, aplicadas à tomada de decisão, controle da qualidade do processo produtivo, correção de erros, entre outras. As novas formas e funções de trabalho humano a serem criadas para a adequação à nova realidade não são previsíveis, desde que a confluência entre a tecnologia da informação com a biotecnologia, introduz muitas vezes aspectos de conectividade, bem como de prontidão e atualização, com maior presteza e confiabilidade do que a intervenção humana.

Por outro lado, à medida que aumenta a introdução do novo paradigma nas empresas, há necessidade de evolução da qualificação e flexibilização da mão de obra, quando é verificada a substituição do esforço manual pelo mecânico e pelo digital, ou quando a máquina passa para o controle com poder de autocorreção e de fornecer informações que servem de base para decisões em todas as fases do processo produtivo.

Assim, robôs e computadores, interagem com outras máquinas e com os humanos, podem se autoprogramar e chegar a soluções ótimas, partindo de princípios pré-determinados. A partir do exercício digital de simulação torna-se possível o teste e a otimização de processos e dos produtos ainda na fase de concepção, diminuindo os custos e o tempo de criação. Em todo este contexto, as atividades digitalizadas reduzem e eliminam as funções do operador, não apenas de mais elevado, mas também de menores níveis de qualificação.

No entanto, passa a existir a necessidade de outras tarefas indiretas neste processo, como de programação (informática), engenharia, matemática, que criam novos trabalhos especializados, bem como mão-de-obra adicional com perfil multidisciplinar. Os resultados líquidos destas mudanças sobre a criação e destruição de empregos se refletem na estruturação ocupacional de cada economia, dependendo do perfil de qualificação de sua força e trabalho e das condições e velocidade de implantação das inovações pelos setores de atividades.

Assim, estes efeitos líquidos sobre as condições do mercado de trabalho como resposta ao funcionamento do novo paradigma podem as-

sumir resultados favoráveis ou desfavoráveis de acordo com as características internas, regionais e internacionais de cada espaço econômico para enfrentar as mudanças. O perfil de qualificação e segmentação da mão-de-obra em cada espaço econômico, se associa às condições de infraestrutura tecnológica existente ou da capacidade de adequação ou modernização desta economia para enfrentar a nova situação, o que está fortemente ligada às políticas públicas e à capacidade de reformas institucionais que incluem as da regulação pertinente.

Estas transformações nas ocupações, com a criação de novas formas e funções da mão de obra, são profundas, embora possam ser graduais e auxiliadas pelo uso de inovações intangíveis pelos trabalhadores. Ocorrem nas funções dos trabalhos já existentes dentro e fora de empresas, que passam a utilizar instrumentos de Inteligência Artificial, para auxiliarem os trabalhadores tradicionais a elevarem a sua produtividade e a tornarem suas tarefas mais seguras. No entanto, para a efetivação destas mudanças é necessário que a requalificação da mão de obra se realize em um ritmo condizente com o da introdução destas inovações. Observa-se em países emergentes ou menos desenvolvidos uma defasagem negativa significativa no ritmo destas transformações, o que dificulta a competitividade relativa no mercado internacional (IEDI, 2017; KON, 2017).

Embora possa ocorrer um efeito líquido de diminuição de postos de trabalho com a introdução do novo paradigma, os impactos negativos no mercado de trabalho afetam de forma diferenciada os recursos humanos, de acordo com a estrutura de qualificação específica de cada força de trabalho. Se a mão-de-obra mais qualificada apresenta maiores condições de efetivar formas de empreendedorismo como alternativa, no caso de menor qualificação, os níveis de desocupação e de precarização no trabalho são mais intensos e afetam especialmente as camadas mais vulneráveis, particularmente de menor renda, os jovens e as mulheres.

Esta nova realidade representada pela redução do número de trabalhadores no local de trabalho das empresas, bem como pela individuali-

zação das relações entre o trabalhador e a empresas, que são associadas a novas formas de funções e de locais de trabalho, colocam desafios no que se refere à defesa dos interesses econômicos profissionais, sociais e políticos dos trabalhadores representados por sindicatos. Como reflexo, as transformações nas legislações trabalhistas e nas relações sindicais, ganham relevância, para a adequação às novas situações, como já vem ocorrendo globalmente, como evidenciado pelos relatórios de associações de sindicatos trabalhistas mundiais, como da Federação Americana do Trabalho (AFL), Confederação Europeia de Sindicatos (CES) e Fundação Europeia para a Melhoria das Condições de Vida e de Trabalho (EUROFOUND)

Dessa forma, os debates sobre o futuro do trabalho, embora tenham se intensificado em países de maior nível de desenvolvimento, são mais urgentes nos demais contextos em desenvolvimento, que passam por períodos de desaceleração econômica onde persistem dificuldades de serem aplicadas medidas que atenuariam os efeitos negativos da recessão, efeitos estes que tendem a se ampliar com a retomada do crescimento, através da absorção dos novos paradigmas tecnológicos. As incertezas e dificuldades que afetam o mundo globalmente, atingem mais intensamente estas últimas economias menos avançadas.

Assim, as políticas públicas de restauração do crescimento socioeconômico devem ser elaboradas de forma conjunta com as políticas de requalificação da mão-de-obra, de modo a possibilitar formação e conhecimento polivalentes, de maneira a adequar suas competências às características necessárias para a exploração das novas ferramentas trazidas pelas transformações tecnológicas, que podem conduzir a soluções alternativas de formas de trabalho.

## **As futuras oportunidades do trabalho**

As transformações para o novo paradigma tecnológico vêm ocorrendo em um cenário em que ainda não foram superados pelas econo-

mias mundiais os impactos negativos da crise econômica, política e social mundial iniciada com os problemas financeiros em 2008. Nesse sentido, a grave preocupação dos agentes responsáveis pela tomada de decisão econômica é centrada nas possibilidades de as organizações governamentais e privadas serem capazes de se adaptar às novas tecnologias capturando seus benefícios, através do uso adequado do novo paradigma.

Os debates acadêmicos a respeito mostram que a inovação econômica tende a ocorrer em episódios isolados e com maior intensidade em momentos de crise econômica, quando são buscadas soluções alternativas para a retomada do crescimento (SCHILLER, 2005).

Nas últimas décadas de disrupção tecnológica, social e econômica mundial, a possibilidade da extensa perda de postos de trabalho e transformações nas funções do processo produtivo, provocaram significativa preocupação nos países de níveis diversificados de desenvolvimento. Críticas à automação avançada chamam a atenção para a inquietação com a eliminação de empregos, particularmente em países em desenvolvimento. Nos últimos encontros do Fórum Econômico Mundial (World Economic Forum – WEF), de 2018-2020 que reúnem os maiores países industrializados do grupo G20, o tema central enfocou a condição atual e futura do trabalho sob o cenário sócio econômico, sob os impactos da tecnologia digitalizada supressora de postos de trabalho. Foram discutidas soluções para as conjunturas em que empregos de médios e baixos salários são perdidos para robôs, assim como para os impactos no mercado de trabalho para atividades mais complexas que se transformam rapidamente e de forma desvantajosa em direção a futuras chances de renda, através da introdução das tecnologias digitalizada (WEF, 2020).

O mapeamento das futuras oportunidades de trabalho efetuado em recente pesquisa do WEF, concluiu que existe considerável probabilidade do aumento da demanda no futuro tanto por profissões “digitais” quanto “humanas”. A pesquisa consultou 366 especialistas de empresas dos países participantes do Fórum, sobre a eliminação e/ou criação de empregos como consequência da introdução do novo paradigma tecno-

lógico. Por um lado, os resultados mostram que um número menor de participantes acredita que a disrupção tecnológica levará, no agregado, ao encolhimento das oportunidades de emprego e trabalho, enquanto uma representatividade maior de informantes apontaram para o surgimento de novas oportunidades advindas do aumento da demanda do novo contexto tecnológico e econômico (WEF, 2020).

Estes últimos analistas mostram que essa mais recente revolução industrial, acompanhada de mudanças demográficas e de mudanças nas necessidades do consumidor, está criando a demanda para uma evolução considerável nas oportunidades de novos postos de trabalhos, dentro e fora de empresas, embora à custa de oportunidades e rendas desiguais. As profissões emergentes deverão refletir a relevância da capacidade de interação humana na nova economia, particularmente em determinadas áreas que requerem contato direto com a população. Esta pesquisa específica enumera uma série de aglomerados profissionais em que as profissões do futuro deverão se situar, que oferecerão oportunidades de trabalho de vários níveis de qualificação, como nas áreas de serviços de assessoria à Inteligência Artificial e de preparação de dados, de engenharia informática e nuvem digital, desenvolvimento de ideias e de produtos, bem como em áreas ligadas a serviços pessoais, à saúde, ensino, cultura e profissões “verdes”.

Ainda que o resultado líquido de ganho ou perda de oportunidades de trabalho possa diferir em contextos diversos, as características das novas oportunidades de trabalho nas várias situações tenderão a passar por transformações consideráveis em termos do conteúdo de suas funções e requisitos de qualificação. As transições para novas profissões acontecem com base nas habilidades dos trabalhadores correntes e em seu potencial para futuros papéis, mas também na requalificação da mão-de-obra para incorporar novas funções, o que requer investimentos governamentais e privados neste transcurso.

Assim, a adaptação da infraestrutura física e regulamentar, bem como a requalificação dos trabalhadores para o novo paradigma, re-

quer por parte do governo e das empresas não apenas a percepção das necessidades de investimento adicional, mas principalmente de ações conjuntas de mudanças na legislação governamental e nas práticas de negócios empresariais. As mudanças evoluem rapidamente no atual contexto mundial e demandam mecanismos pragmáticos efetivos destes agentes, para apoiar a transição das condições de trabalho para novas formas de contratação e de requalificação.

Os analistas observam que o sistema de contratação pelas empresas deverá mudar de um foco no contrato de longo prazo com requisitos de habilidades técnicas previamente definidas, para o objetivo de contratação de trabalhadores com capacitação multidisciplinar e habilidades para assumir rapidamente novas funções que surgirão. Ao mesmo tempo, os profissionais serão convocados para projetos específicos, nacionais ou globalizados e o local de trabalho não necessariamente deve se ater à empresa contratante. Ao contrário, em muitos casos será menos custoso o estímulo para que o trabalho do contratado seja desenvolvido em espaços de co-working, ou na residência, através de trabalho em rede (networking) com flexibilidade de horários e autonomia (WEF, 2020).

Estas flexibilizações vêm acompanhadas da intensificação das mudanças nas relações de trabalho e da regulamentação trabalhista, já em curso em economias mais avançadas e em implementação em economias emergentes. A imprevisibilidade sobre as novas tarefas e profissões que serão desenvolvidas, como fruto da continuidade da evolução tecnológica, permite a inferência de que estas reformulações nas relações de trabalho e na regulamentação, serão periódicas e mais frequentes, para lidar com as novas formas de trabalho necessárias.

De qualquer forma, ressalte-se a importância destas novas profissões para a adequação às mudanças que permitem a consecução do crescimento futuro das economias. Observe-se que estas novas profissões se inserem na maior parte no setor de serviços, que deverá atingir maior espaço na estrutura produtiva da economia, com o advento das mudanças tecnológicas, dada a heterogeneidade e flexibilidade destas

atividades, que assumem o papel na geração de trabalho, em substituição à sua eliminação pelo novo paradigma. Esta absorção de mão-de-obra por serviços se verifica não apenas através da complementação às atividades industriais de transformação, agropecuária e de serviços no novo sistema, mas também pela criação de novas formas e modalidades de trabalho e modelos de organização fora destas indústrias digitalizadas, seja como trabalho autônomo ou por conta própria, ou ainda pelo empreendedorismo de pequenas empresas.

Estes novos requisitos para o trabalho, não se destinam apenas aos empregos que exigirão alta qualificação, mas também aos trabalhadores menos qualificados que ainda assumem empregos padronizados ou que criam sua atividade empreendedora ou tradicional por conta própria, como meio de sobrevivência no contexto transformador. A criação de novos empregos e novas formas de trabalho, bem como o treinamento dos indivíduos serão um processo recorrente, da mesma forma, que será a mudança de emprego e de trabalho, em substituição à situação de emprego, função ou profissão permanente e contínua (HARARI, 2018).

Dada a imprevisibilidade sobre as qualidades que devem ser encontradas no trabalhador do futuro, o preparo para sua qualificação deverá ser baseado em habilidades que se adaptem a mudanças constantes nas funções, nas formas e nas situações de emprego e de trabalho. Como ressalta João Kon (1997), ao relacionar o preparo dos indivíduos para a adaptação à velocidade das mudanças na atualidade:

(...) No entanto, ao falarmos sobre educação, recursos humanos e comportamentos em geral, será que podemos constatar uma evolução semelhante? Certamente que não. É cada vez maior nessa área – e em muitas outras – o abismo que separa o comportamento das pessoas do formidável avanço tecnológico em curso (KON, 1997, p. 2).

Este autor salienta que uma das soluções para este conflito está na requalificação do indivíduo de forma a ser conduzida a estimular a ca-

pacidade de usar a flexibilidade – que constitui uma de suas características inatas, que pode ser resgatada, desenvolvida e treinada – para afrontar com prontidão imprevistos que ocorrem nas situações transformadoras. Assim, para enfrentar as incertezas do futuro imprevisível e turbulento, a educação e o conhecimento individual a ser treinado deverá se basear não apenas na informação, mas também na criatividade, na flexibilidade e na prontidão para responder aos desafios das novas ordens. Assim, adicionalmente à educação tradicional oficial, os instrumentos individuais a serem ministrados no contexto do aprendizado para o trabalho, se referem ao estímulo às potencialidades de utilização dos sentidos, imaginação, intuição e sensibilidade, habilidades que a máquina não pode substituir (KON, 1997, p. 3).

Neste cenário, paralelamente aos conflitos sócias, econômicos e políticos da atualidade em grande parte do mundo industrializado e emergente, alguns autores preconizam que a solução reside na colaboração entre os setores público e privado para a promoção de uma agenda em que as perspectivas econômicas seriam aprimoradas através da mobilização de ação em massa das várias formas de apoio de agentes econômicos e sociais (stackholders) para o aprimoramento da educação, empregos, habilidades, e particularmente competências que complementem a tecnologia, como criatividade, pensamento crítico e técnicas e resolução de problemas (WDR, 2016; WEF, 2020).

Como salienta o Banco Mundial, é provável que o futuro crescimento do emprego e do trabalho venha de ocupações que não podem ser parcial ou completamente automatizadas, particularmente fora das empresas grandemente digitalizadas, como mencionado, em parte em complementação e suporte às atividades digitais. Por outro lado, novas atividades de trabalho se voltarão para atender à demanda temporária ou momentânea do consumidor por acesso imediato a bens e serviços (on-demand economy) (WDR, 2016).

Entre uma gama de soluções já em andamento para a geração adicional de trabalho nesta modalidade de atividade on-demand, ob-

serva-se que – inicialmente em países mais avançados em que o novo paradigma digital primeiramente se propagou – acelerou-se o empreendedorismo por meio de formas de empresas iniciantes autônomas, as startups, em resposta ao cenário de transformações e incertezas que aumentou consideravelmente as situações de desemprego, particularmente desde a crise financeira mundial de 2008, Estas empresas, foram moldadas a partir de bases tecnológicas digitais avançadas, que partem de alguma ideia inovadora em busca um modelo de negócios repetível e escalável, com potencial de atingir um grande número de consumidores com rápida geração de lucros e amplamente localizadas no atendimento de serviços.

Caracterizam-se por aspectos específicos, definidos como autonomia dos agentes para assumir a responsabilidade e a rapidez de decisões, competitividade, independência na definição dos objetivos, disposição para risco e dedicação, por meio da criação de um modelo de negócios inovador ou adaptado para uma nova aplicação no mercado e em constante renovação, valendo-se de formas alternativas de obtenção de capital e buscando a assistência a necessidades não preenchidas em nichos de consumidores (EC, 2018). Estas formas de empreendedorismo apresentam possibilidades futuras de se perpetuar e evoluir como geradoras de trabalho, não só qualificado como de demais níveis, à medida que as economias se ajustem às transformações e a regulamentação pública apoie sua evolução.

Por outro lado, as profissões emergentes também refletem a importância contínua da interação humana na nova economia, dando origem, como mencionado, a uma maior demanda por empregos na economia de assistência privada, da saúde, do ensino, produção de conteúdo, cultura e em produções “verdes”. Estas profissões serão moldadas pela resignificação dos padrões costumeiros, rompendo tradições anteriores, através de experimentações com materiais, técnicas e ideias inusitadas. De fato, o futuro do trabalho mostra a demanda por uma ampla variedade de habilidades que correspondam a essas oportunidades profissio-

nais, incluindo habilidades técnicas disruptivas, mas também habilidades especializadas da indústria e habilidades básicas de negócios.

Particularmente em países emergentes, outras soluções visualizadas para enfrentar a deficiência da oferta de empregos estão ligadas ao aproveitamento das possibilidades da economia em âmbitos ou setores ainda não devidamente explorados. Referem-se ao desenvolvimento de atividades da Inovação Social, da Economia Criativa e da Economia Circular. Estes setores, embora já tenham se desenvolvido em economias avançadas, não haviam encontrado ambientes propícios para se efetivarem nos países menos desenvolvidos e estão sendo discutidas as possibilidades de crescente exploração e estímulo à prática destes processos, cujos objetivos se voltam para o atendimento da população, mas também se destinam à alavancagem da retomada econômica, geração de emprego, trabalho e renda.

No que se refere às premissas atualizadas da Inovação Social sua prática se destina à aplicação nos âmbitos do governo, das organizações sem fins lucrativos, mas também em organizações privadas com fins lucrativos. O que se observa na atualidade é a difusão de sua ocorrência de forma mais eficaz no espaço de parceria entre os três setores. Estas inovações se aplicam não só aos novos produtos sob a forma de serviços sociais, novas formas de acesso e distribuição de serviços à população, mas também às mudanças nos métodos sociais de governança, formas de organização e parcerias, que envolvem a esfera das práticas sociais e seus valores subjacentes.

Estas inovações consistem em detectar novas necessidades comunitárias e responder a elas através de um processo de acumulação de conhecimento e também de especialização em atividades de serviços. Uma característica específica da natureza da inovação social reside no fato de que, embora possa ocorrer em todos os setores da sociedade, sua dinâmica atende a pressões sociais e não de mercado, e também a mudanças institucionais e culturais. Estes serviços inovados podem tomar uma multiplicidade de formas, de acordo com as diversas características

das atividades e do contexto em que elas ocorrem, porém, sua aplicação efetiva resulta no aumento do atendimento direto à população ainda não atendida, o que implica na conseqüente geração de trabalho adicional. Assim, ao mesmo tempo em que visam aumentar o bem-estar social através de alternativas operacionais que aumentam a eficiência e a eficácia de seu desempenho, apresentam uma característica marcante da criação de valor social, ao aumentar as oportunidades de trabalho e renda. (KON, 2018).

Por sua vez, a Economia Criativa assume crescente relevância, pela natureza de suas características baseadas na performance humana, que são representadas por serviços de cultura, esportes, recreativos, artes (visuais, plásticas, cênicas ou performáticas, literatura, música, entre outras), bem como artesanato e outras atividades que representam o patrimônio cultural e popular de uma sociedade. Estas formas de produção de serviços industriais ou autônomos, terão a possibilidade de explorarem a capacidade de geração de trabalho, de níveis diversificados de qualificação, dentro e fora de empresas.

Desde a década de 1990, alguns governos mundiais de países mais avançados, tomaram consciência de que a economia criativa vem se tornando, de modo crescente, um dos componentes relevantes das economias modernas pós-industriais baseadas em conhecimento, devido à percepção de sua potencialidade de geração de renda e empregos acima da média de outros segmentos, mas também porque constituem formadores de identidade cultural de sociedades em processo de desenvolvimento. Embora em economias menos avançadas este segmento econômico ainda apresente interesse marginal, caracteriza-se como gerador de postos de trabalho, funcionando como impulsor da evolução à medida que as economias trocam postos de trabalho obsoletos e excluídos pela tecnologia – altamente baseados em capacidades de operacionalizar técnicas físicas de engenharia produtiva ou baseadas em tarefas físicas repetitivas – por empregos e trabalho que requerem competências e aptidões humanas específicas.

Tendo em vista a natureza dos bens e serviços criativos, que utiliza a capacidade de conhecimento e intelectual como base de ação, as empresas criativas agregam estes insumos para se adequarem às situações de incerteza e turbulência econômica através do desenvolvimento de ideias que se caracterizam muitas vezes pela condição de que, uma vez exploradas, levam a uma sequência de novas ideias, desenvolvidas seja internamente à unidade produtiva, seja através de uma cadeia produtiva.

As atividades criativas dependem de insumos tanto dos setores formais quanto dos informais da economia e, dessa maneira, torna-se importante avaliar como as iniciativas públicas destinadas a promover estas atividades nestes ambientes, podem moldar a forma de evolução da cadeia criativa e de seus efeitos multiplicadores. Os processos que geram valores a partir da cadeia produtiva criativa requerem o apoio adicional de uma série de instituições criadas por setores públicos e privados da sociedade e da economia.

Dessa forma, o estímulo governamental à criatividade não é um objetivo opcional, mas é uma questão de estratégia na atualidade. Trata-se de orientar e fornecer ferramentas que dão oportunidade de criação econômica ou geração de valor adicionado, nos vários níveis setoriais com diferentes habilidades e experiências. Nesse sentido, passam também pela compreensão dos impactos das intervenções públicas para o estímulo do potencial dos indivíduos e das comunidades.

No que se refere ao desenvolvimento da Economia Circular, mencionada anteriormente, desde que Ellen MacArthur em 2012 promoveu a ideia no Fórum Econômico Mundial, os países avançados já tomaram consciência de seus efeitos sobre a geração de trabalho e renda, e estão preocupados em elaborar medidas destinadas a estimular e financiar este tipo de economia, também como uma das soluções para a geração adicional de trabalho. Em 2017, 150 países mundiais participaram do 10º Fórum Mundial de Economia Circular, organizado pela Agência de Inovação da Finlândia (SITRA). Foi então definido o conceito estratégico que se baseia na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de ma-

teriais e energia. Estas atividades substituem o conceito de fim-de-vida da economia linear, por um processo integrado em que novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação, geram recursos a longo prazo num processo contínuo de reabsorção e reciclagem. O relatório do Encontro chama a atenção de que apenas 9% da economia global é circular e aproveita apenas 10% dos recursos reutilizáveis em processos produtivos (PACE/UN, 2019).

A ideia da exploração do potencial do reaproveitamento e da reciclagem para combater o desperdício e os danos ambientais, envolve medidas públicas sociais e institucionais de incentivos e valorização, que ao promoverem um modelo econômico reorganizado, por meio de coordenação dos sistemas de produção e consumo em circuitos fechados, não apresenta apenas o objetivo de aumento da reutilização de recursos materiais descartados, mas também promove a incorporação produtiva de recursos humanos desocupados (ILO, 2018).

Em suma, no que diz respeito às repercussões da inovação tecnológica advindos do novo paradigma industrial sobre o mercado de trabalho como um todo, é possível observar-se em algumas economias que a perda de ocupações ou empregos nas indústrias digitalizadas pode ser compensada por novas formas de ocupações, porém o resultado líquido destas perdas e ganhos no mercado de trabalho será diverso para cada condição específica das economias, de acordo com o perfil de qualificação da força de trabalho e com a efetividade de políticas públicas de apoio.

## **Considerações Finais**

Como salienta recente Relatório da OCDE (2017), as relevantes transformações econômicas resultantes do novo paradigma tecnológico, acarretam consequências sobre a produtividade, emprego, capacitações e qualificações nas empresas, relações de mercado, distribuição de renda, bem-estar da população e condições ambientais, entre outras.

Estes impactos passarão a prevalecer nas futuras formas de produção, o que apresenta implicações consideráveis sobre as demandas por políticas governamentais e institucionais de apoio. Os ajustamentos às novas condições de produção podem ser altamente disruptivos, o que requer que os formuladores de políticas públicas monitorem suas possibilidades e consequências, bem como preparem o ambiente econômico para as possibilidades de rompimento e reconstrução de antigas estruturas.

Neste contexto, é prioritário o papel destas políticas para o suprimento adequado e suficiente à população de condições de educação oficial, bem como do conhecimento e habilidades complementares para a preparação da força de trabalho para as condições futuras do mercado. Em grande parte dos países emergentes e menos avançados, existe uma defasagem negativa considerável entre os requisitos de formação da mão-de-obra para assumir as transformações tecnológicas e as condições efetivas destas qualificações pela força de trabalho. Por outro lado, estas políticas se voltam para a promoção de investimentos em desenvolvimento de P&D das empresas em parceria com instituições de ensino e pesquisa privadas, visando a formação de competências para a utilização das inovações e de informações sobre as novas tecnologias tangíveis e intangíveis. Nesse sentido, incorporam ações voltadas para a conscientização sobre as vantagens do novo paradigma, da operacionalização e treinamento específico nas empresas e no próprio âmbito governamental.

Uma das bases para estas ações reside no fomento para a ampliação, pelo governo e pelas empresas, da estrutura de informações e dados que apresentam efeitos de compartilhamento com outras empresas, visando a repartição do conhecimento e dos custos, dessa forma gerando valor social também relevante. As ações políticas de parcerias público-privadas visando a coparticipação, tanto em nível nacional como internacional, podem influenciar significativamente o desenvolvimento de ecossistemas de inovações, ampliar os potenciais agrupamentos de colaboradores, bem como promover a adoção de estratégias de investimentos mais eficientes desde que, neste novo paradigma tecnológico, nenhuma em-

presa ou organização por si só será capaz de produzir o conjunto total de conhecimento e tecnologias oferecido por um ecossistema de inovação (OECD, 2017). No entanto, este conjunto, de sistemas multidisciplinares de pesquisa e de educação, associados a uma coordenação operacional e política conjuntas, não pode prescindir de contemplar o objetivo mais amplo de incorporar no processo a mão de obra menos qualificada desalojada de oportunidades adequadas de trabalho e renda.

Como salienta Relatório da OCDE (2017), a conscientização da ideia da construção de um ambiente favorável ao desenvolvimento do novo paradigma tecnológico, se mostra essencial para o direcionamento das políticas governamentais necessárias, que incluem ações para motivar aceitação da população das transformações contundentes nos padrões de emprego, consumo e outros impactos econômicos e sociais esperados.

Em suma, muitas transformações tecnológicas irão afetar a produção e distribuição econômica mundiais nos próximos 10 a 15 anos, com amplos impactos estruturais e nas relações de trabalho. Note-se, no entanto, que as mudanças nas funções do trabalho humano não são fenômeno do século XXI, desde que no decorrer da evolução da humanidade, observaram-se transformações contundentes e a necessidade de readaptação, no início de cada período de revoluções tecnológicas. Novas tecnologias irão sempre provocar mudanças no ambiente social, econômico e político nos cenários em que ocorrem. A perda de postos de trabalho em cada período das ondas disruptivas anteriores foi compensada pela criação de novas funções, novas condições de trabalho e reorganização do mercado, associadas à evolução das habilidades da mão-de-obra.

Diante do cenário futuro prognosticado, o que se torna imprescindível é a conscientização das sociedades, da inevitabilidade e urgência da preparação dos agentes públicos, privados e individuais, para a mudança de mentalidade e a flexibilização do comportamento, num movimento contínuo de atualização da cultura do aprendizado para lidar com as transformações, muitas vezes não preconizadas.

## Referências

- CARRARA, V. Introdução à Robótica Industrial. São José dos Campos: INPE, 2015.
- CNI. Industry 4.0: a new challenge for Brazilian industry, Especial Survey, Year 17 • Number 2. São Paulo: CNI, 2016a.
- CNI. Sondagem Especial nº 66. Indústria 4.0. São Paulo: CNI, 2016b.
- EC. European Union Startup Monitor- 2018 Report. Brussels: European Commission, 2018.
- GALBRAITH, J.K. O Novo Estado Industrial. São Paulo: Abril Cultural, 1985.
- HARARI, Y. N. 21 lições para o século XXI. São Paulo, Companhia das Letras, 2018.
- IEDI. Indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro. São Paulo: IEDI, 2017.
- ILO. World employment and social outlook 2018: Greening with jobs, 2018.
- KON, A. Nova Economia Política dos Serviços. São Paulo: Perspectiva, 2016.
- KON, A. Economia Industrial; teorias e estratégias. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- KON, A. A inovação nos serviços como instrumento para a Inovação Social: uma visão integrativa. Revista de Economia Política, vol. 38, nº 3 (152), 2018.
- KON, João. A aceleração das mudanças. Como enfrenta-las? RAE Light / EAESP / FGV, São Paulo, 1997
- LOURAL, C. A. Um panorama de novas tecnologias e seus impactos na indústria. Campinas: Unicamp, 2014.
- MANYIKA, J. M., ROBERTS, R. P., and SPRAGUE, K. L. Eight business technology trends to watch. Chicago: Mckinsey Quarterly, 2007.
- OECD. The Next Production Revolution: Implications for government and Business. OECD Pub., Paris, 2017.
- PACE/UN. The Circularity Gap Report 2019. The Hage: PACE (The Platform for Accelerating the Circular Economy), 2019.
- PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics no. 20, Tallinn: Tallinn University of Technology, 2009.

SCALABRE, O. *Embracing Industry 4.0—and Rediscovering Growth*. Boston: BCG (Boston Consulting Groups), 2017.

SCHILLER, R. J. **Behavioral Economics and Institutional Innovation**. *Southern Economic Journal*, 72 (2), 269-283, 2005. [CFP 1150] –

SCHWAB, K. *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business Ed, 2016.

SUGAYAMA, R.; NEGRELLI, E. Veículo conectado na rota da indústria 4.0. In: **Anais do XXIV Simpósio Internacional de Engenharia Automática – SIMEA 2016**. São Paulo: Blucher, 2016.

TIGRE, P.B. et al. *Perspectivas do investimento em tecnologias de informação e comunicação*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2008/2009.

TOFFLER, A. *The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow*. USA: Bantam Books, 1984.

WDR. *Digital dividends – World Development Report 2016*. Washington: The World Bank, 2016.

WEF. *Jobs of Tomorrow Mapping Opportunity in the New Economy*. Geneva: World Economic Forum, 2020.

---

**Anita Kon** · Professora Titular da PUC/SP. Coordenadora do Grupo de Pesquisas em Economia Industrial, Trabalho e Tecnologia do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política da PUC/SP.



Este livro foi composto por  
Claudia Mendes em Minion c.12/16 e impresso  
pela Gráfica Cruzado em papel pólen 80g/m<sup>2</sup>  
para a Fundação Konrad Adenauer  
em abril de 2020.