

# A primeira revolução social da indústria e o princípio da conectividade contínua

Flavio da Silveira Bruno<sup>1</sup>

## Resumo

Este ensaio analisa dez temas para investigar a emergência da Quarta Revolução Industrial. São explorados fenômenos socioeconômicos que estão transformando radicalmente as relações de produção e consumo e, com elas, as leis e os princípios econômicos do capitalismo industrial que, ao longo de todas as demais revoluções, permaneceram quase inalterados. Procurou-se mostrar que a disseminação e a imbricação das tecnologias revolucionárias no corpo da sociedade são as principais impulsionadoras das mudanças e não somente a mera difusão, promovida pela indústria, do uso dessas tecnologias. A liderança dos usuários sobre as relações de produção e consumo, o compartilhamento de tecnologias entre sociedade e indústria e a virtualização de

## Abstract

*This essay analyzes ten themes to investigate the emergence of the Fourth Industrial Revolution. Socioeconomic phenomena that are radically transforming the relations of production and consumption, and with them, the economic laws and principles of industrial capitalism that throughout all other revolutions have remained almost unchanged, are exploited. We argue that the diffusion and imbrication of revolutionary technologies in the body of society are the true engines of change, not only the diffusion of its use by industry. User leadership on production and consumption relationships along with the sharing of technologies between society and industry and the virtualization of processes that transmit the characteristics of information goods to physical*

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia de Produção pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ). Professor adjunto do Departamento de Engenharia Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Coordenador acadêmico do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia da UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.

processos que atrelam características de infobens a produtos físicos estariam restringindo as estratégias de segmentação da informação com tendências monopolistas, estabelecendo o princípio da conectividade contínua. O deslocamento da coordenação da criação de valor para o corpo da sociedade resultaria em uma assimetria inédita, capaz de deflagrar a primeira revolução social da indústria.

**Palavras-chave:** Quarta Revolução Industrial. Indústria 4.0. Manufatura Avançada. Conectividade contínua. Transformação digital.

*products would be restricting the strategies of segmentation of information with monopolistic tendencies, establishing the principle of continuous connectivity. Shifting the coordination of value creation to the body of society would result in an unprecedented asymmetry capable of triggering the first social revolution of industry.*

**Keywords:** Fourth Industrial Revolution. Industry 4.0. Advanced Manufacturing. Continuous connectivity. Digital transformation.

## 1. Introdução

Trabalhos seminais na Alemanha (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013) e nos Estados Unidos (PCAST, 2011) deflagraram a convergência de ideias e de discursos sobre uma emergente Quarta Revolução Industrial (4ªRI). Estudos prospectivos ingleses seguiram o entendimento de que uma gama de tecnologias que se tornavam ubíquas na produção de bens e serviços estaria criando o ambiente sociotécnico propício para uma nova ruptura nas estruturas produtivas do capitalismo industrial (FORESIGHT, 2013). Desde então, diversas obras têm (e.g. BRUNO, 2016; SCHWAB, 2016) estampado a 4ªRI em seu título.

No Brasil, estudos e programas de apoio e estímulo ao desenvolvimento industrial (e.g. ABDI, 2017; BRASIL, 2016; 2017; 2018; CNI, 2016; 2017; 2018; IEDI, 2018) têm feito uso de expressões como Indústria 4.0, Manufatura Avançada e Transformação Digital para tirar proveito da mesma janela de oportunidade aberta por países que pretendem reacender a chama da reindustrialização (ROWTHORN; COUTTS, 2013). Mas, o que caracterizaria a 4ªRI? Que alterações profundas nos modos de produção estariam sendo fermentadas pela crescente pervasividade do uso de tecnologias digitais? Que tecnologias poderiam ser identificadas como capazes de promover a destruição criadora das estruturas dominantes? Este ensaio tem por objetivo responder a essas questões.

A Internet é, talvez, a tecnologia disruptiva que está por trás das convicções dos adeptos da ideia de uma 4ªRI. No entanto, como quase todas as principais tecnologias que compõem o quadro revolucionário – por exemplo: sistemas ciberfísicos; modelagem e simulação; sensores e atuadores; automação e robótica; Tecnologias de Informação e Comunicação, dentre outras -, que alguns autores identificam como pós-capitalismo (DRUCKER, 1997; MASON, 2015), a Internet não é uma tecnologia recente. Assim como suas congêneres revolucionárias, com as quais iniciou uma relação simbiótica, há mais de 40 anos permeia as relações entre a indústria e a sociedade, entre a produção e o consumo. Mas, há indícios de uma mudança significativa nessas relações? Ou trata-se apenas do amadurecimento gradual e incremental possibilitado pela difusão e pelos ganhos de escala dessas tecnologias? Qual é a principal característica da 4ªRI que a diferencia das três anteriores?

Ao longo do presente ensaio, procura-se explorar alguns fenômenos socioeconômicos que estão transformando radicalmente as relações de produção e consumo e, com elas, as leis e os princípios econômicos que, ao longo de todas as demais revoluções, permaneceram quase inalterados, ratificando, a cada nova onda, a resiliência do sistema capitalista industrial. Busca-se, do mesmo modo, mostrar que as mudanças são impulsionadas pela difusão e pela imbricação das tecnologias revolucionárias no corpo da sociedade e não pela mera escala de disseminação de seu uso pela indústria, como persistem em afirmar as crenças em soluções eternas para o aumento de produtividade, mesmo com o horizonte de estagnação do consumo, decrescimento das taxas de expansão dos mercados, finitude de recursos naturais e pressões migratórias sobre os grandes centros urbanos. A liderança dos usuários sobre as relações de produção e consumo, o compartilhamento de tecnologias entre sociedade e indústria e a virtualização de processos que atrelam características de infobens a produtos físicos estariam restringindo as estratégias de segmentação da informação com tendências monopolistas, estabelecendo o princípio da conectividade contínua. O deslocamento da coordenação da criação de valor para o corpo da sociedade civil resultaria em uma assimetria inédita, capaz de deflagrar a primeira revolução social da indústria.

Neste ensaio, a seção 2 apresenta as tecnologias-chave da 4ªRI, identificadas nos trabalhos seminais e corroboradas em trabalhos recentes. Na seção 3, é exposta uma análise sobre como a Internet está se tornando uma instituição da sociedade industrial. A seção 4 trata da hibridização entre as inteligências humanas e artificiais. A seção 5 mostra uma avaliação do impacto da difusão dos modos de produção e consumo de infobens na microeconomia da produção. A seção 6 aborda a individualização do consumo como uma dimensão capacitadora da 4ª RI, diferenciando-a da customização de massa. Na seção 7, são analisados os efeitos migratórios e os impactos socioambientais que ameaçam a coerência das propostas voltadas para a criação de cidades inteligentes. A seção 8 analisa a importância do valor-trabalho como elemento comum

na economia de trocas de infobens. A seção 9 expõe uma revisão sobre a natureza da firma conectada e as seções 10 e 11 apresentam o Princípio da Conectividade Contínua e a Primeira Revolução Social da Indústria.

## 2. As tecnologias da Quarta Revolução Industrial

Revoluções industriais tiveram em comum mais do que apenas a sistematização de tecnologias que magnificaram a produtividade dos sistemas de produção. Todas as revoluções anteriores alteraram a estrutura da indústria ao mesmo tempo em que criavam novas formas de trabalho, influenciavam o desenvolvimento social e consolidavam uma filosofia econômica dominante. Uma revolução industrial é, portanto, uma profunda mudança nos modos e nas formas com que os homens reestruturam a sociedade, enquanto lidam com seu aparato produtivo, orientados por uma racionalidade teleológica, com fins preponderantemente econômicos.

A 4ªRI é a primeira revolução identificada *a priori*, para alguns autores (DRATH; HORCH, 2014). Enquanto suas predecessoras fundamentavam-se em algumas poucas aplicações tecnológicas inéditas, esta última apoia-se na pervasividade de uma extensa gama de tecnologias que já estavam disponíveis ao longo da terceira revolução. Dickens *et al.* (2013) realizaram um estudo prospectivo para subsidiar o governo britânico a respeito das tecnologias que transformariam a manufatura. Um conjunto de 16 tecnologias foi analisado pelos autores, que produziram, para cada uma delas, uma revisão histórica dos últimos 40 anos e prognósticos de futuros desenvolvimentos. Todas, portanto, têm suas origens há, pelo menos, quatro décadas.

Diversas dessas tecnologias são também mencionadas nos trabalhos iniciais que se propuseram a consolidar o conceito de Indústria 4.0 (e.g. HERMANN *et al.*, 2015). Gradualmente ratificadas por trabalhos recentes (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019; PEREIRA; ROMERO, 2017; VAIDYA *et al.*, 2018; ZHONG *et al.*, 2017) em um conjunto de sistemas, sobressaem-se, como tecnologias-chave da 4ªRI: sistemas ciberfísicos; modelagem e simulação; Big Data; sensores e atuadores; Realidade Aumentada e Realidade Virtual; Internet das Coisas e dos Serviços; automação e robótica; virtualização da produção; Tecnologias de Informação e Comunicação; Interfaces Homem-Máquina; materiais inteligentes; biotecnologia.

Apoiado nos trabalhos seminais alemães e naqueles mais recentes citados para a revisão de conceitos e de tecnologias da Indústria 4.0, o presente ensaio expõe a proposta de um conjunto de capacidades promovidas no novo sistema produtivo por essas cinco tecnologias: individualização; hibridização; autonomização; virtualização e instantaneidade. Todas são

intrinsecamente exploradas nos temas deste trabalho. Para que uma 4ªRI ocorra, no entanto, essas capacidades deverão ser amplamente desenvolvidas e, para isso, devem obedecer a um princípio, também oportunamente enunciado neste ensaio.

### 3. A Internet é uma instituição

Para Smith (2017, p.8), enquanto a mídia popular - a partir de eventos como *Occupy Wall Street* e a Primavera Árabe - passou a identificar a Internet como um meio tecnológico determinístico para a modernização da política, como uma ferramenta capaz de expurgar o autoritarismo, a mesma noção não foi seguida por acadêmicos, que a recolocaram entre tantos outros recursos disponíveis para o ativismo. O autor sintetiza as duas posições: “o que está faltando nesses dois pontos de vista é uma avaliação do que a Internet pode significar para revigorar a própria ideia de política”.

Por outro lado, nos últimos anos, temos assistido, por meio da Internet, a disseminação, por parte de líderes populistas dos extremos do espectro político-ideológico, do entendimento de que a imprensa instituída em grandes empresas jornalísticas precisa de controle e de limites. Simultaneamente, governantes e políticos criam canais de acesso direto, individualizado, instantâneo e virtual ao público para justificar políticas, difundir ideias e se autopromover. Dessa forma, a Internet e as redes sociais que nela se estruturam pulverizam, a cada dia mais, o poder da imprensa tradicionalmente instituída e a nova política parece ter entendido que tal fragmentação lhe é favorável para aumentar sua concentração de poder.

Rádio, televisão e mesmo as versões digitais dos jornais que são tradicionalmente impressos têm se valido cada vez mais da participação de seus ouvintes, espectadores e leitores. Todos contam com suas contribuições *ad-hoc* para cobrir, em tempo real e em grandes extensões geográficas, fatos cotidianos testemunhados pela rede de cidadãos munidos de *smartphones*: o que só se tornou possível pelo compartilhamento de tecnologias semelhantes utilizadas tanto por profissionais de comunicação quanto pelos demais consumidores de bens de informação.

Devido ao mesmo fenômeno que hibridiza tecnologias e comportamentos de consumidores e de produtores de bens e serviços, as instituições políticas veem-se obrigadas a lidar com correntes sociais instantâneas, que reagem aos fatos e discursos em tempo real, muito mais rapidamente que os procedimentos instituídos de tomada de decisão. Durante o curso de uma entrevista ao vivo, por exemplo, a rede de cidadãos investiga a veracidade das informações, com o auxílio de sites de busca na Internet, e atua criticamente. Individualização das fontes, instantaneidade dos registros, virtualização dos fatos, autonomização da cidadania e hibridização de atores públicos e

privados são as capacidades acionadas pela Internet por meio das tecnologias-chave que unem os cidadãos aos sistemas de informação e decisão. Schwab (2016, p.73) avalia que:

Estruturas paralelas serão capazes de transmitir ideologias, recrutar seguidores, coordenar ações a favor - e contra - os sistemas de governo oficiais. Os governos, em sua forma atual, serão forçados a mudar à medida que seu papel central de conduzir a política fica cada vez menor devido aos crescentes níveis de concorrência e à redistribuição e descentralização do poder que as novas tecnologias tornam possíveis. Cada vez mais, os governos serão vistos como centros de serviços públicos, avaliados por suas capacidades de entregar seus serviços expandidos de forma mais eficiente e individualizada.

Na Educação, alunos fazem uso, em sala, de aplicativos e de ferramentas de pesquisa, desfazendo o monopólio da informação e da interpretação dos conteúdos que sempre estiveram sob o controle didático e pedagógico do professor (WALLNER; WAGNER, 2016, p.157), verificando informações, aportando análises alternativas e aumentando em volume e complexidade o conhecimento em ação sobre cada assunto.

Todas as instituições da sociedade estão com seus princípios e suas rotinas de funcionamento - altamente dependentes de hierarquias de comando, de conhecimentos monopolizados, de longos tempos de processamento e de recursos físicos estáticos – confrontados com as cinco capacidades que a Internet promove e propicia a todos os indivíduos. A Internet é uma instituição.

## 4. Inteligência híbrida: natural e artificial

Entre as principais tecnologias da 4ªRI estão os sistemas ciberfísicos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; HERMANN *et al.*, 2015), que compreendem equipamentos e instalações produtivas capazes de trocar informações, realizar procedimentos de forma autônoma e controlar cada máquina e dispositivo individualmente, integrando máquinas e sistemas e aumentando sua autonomia, não apenas no ambiente interno de uma empresa, mas em uma cadeia de valor completa. Considerando a integração humana por meio das Interfaces Homem-Máquina, outra tecnologia essencial do futuro da manufatura (e.g. DICKENS *et al.*, 2013; FORESIGHT, 2013), a sociedade pode se perguntar o que essencialmente separa o homem da máquina.

Por princípio, uma máquina deve ser construída sem defeitos. Quando estes ocorrem, são corrigidos e eliminados na geração seguinte. A evolução das máquinas, portanto, se dá de maneira a eliminar seus erros e defeitos progressivamente e não aparenta ter a mesma condição imposta

pela natureza (e.g. BERMAN, 2019). Uma análise de textos de diferentes obras religiosas, tragédias, comédias, contos, romances e poesias, operas, cantatas e balés, que retratam a condição humana há muitos séculos, pode evidenciar que os traumas, complexos, desvios de personalidade, as frustrações, depressões, invejas e psicopatias permanecem, na atualidade, como sempre foram. No entanto, ao contrário das máquinas, as produções mais criativas, mais disruptivas e mais transformadoras da condição humana são realizadas, muitas vezes, por indivíduos geniais, porém marcados por manias obsessivas ou por comportamentos ou percepção moral incongruentes com os ideais estabelecidos pela sociedade.

As máquinas e sua inteligência estão sujeitas a uma aparente contradição: estarem subordinadas à nossa humanidade e, ao mesmo tempo, libertar-nos de suas restrições.

O termo Inteligência Artificial (IA) foi criado por McCarthy *et al.* (2006), em 1955 (cf. ANYOHA, 2017), mas outros autores atribuem a evolução do conceito como produto de uma série de trabalhos de diferentes disciplinas (cf. BUCHANAN, 2006). Um dos principais responsáveis pela sistematização da ideia de conferir aos computadores a capacidade de pensar foi Alan Turing (1950). No teste que leva seu nome, um computador deveria imitar respostas humanas a um conjunto de questões, sem que um participante pudesse ser capaz de discernir se as respostas provinham ou não de um computador. Desde que começaram a desafiar a inteligência de homens notáveis em jogos (BUCHANAN, 2006; SILVER *et al.*, 2016), os computadores jamais cessaram de progredir, até se tornarem imbatíveis (THE GUARDIAN, 2011; 2017). A IA vence os homens em operações, estratégias e diagnósticos porque computa e combina, em grande velocidade, um volume extremo de informações.

Essas evidências, no entanto, não são suficientes para que a submissão gradual da inteligência humana à das máquinas seja avaliada como causa perdida. *Pari passu* com o desenvolvimento exponencial das capacidades maquinais de armazenamento, processamento e tratamento de dados, ocorrem as associações exponenciais de pessoas em redes descentralizadas, desierarquizadas, efêmeras e democráticas de criação de bens e valores comuns, não apenas econômicos, mas também sociais, políticos, culturais (e.g. BAUWENS *et al.*, 2019). Redes virtuais ativadas instantaneamente, que criam-se e desfazem-se autonomamente, sempre intermediadas e fomentadas por tecnologias, atuam sobre a realidade e desenvolvem uma inteligência natural coletiva (INC) superior, uma extensão livre que, como proposto no presente ensaio, toma como base o constructo nomeado por Karl Marx como *General Intellect* (MARX, 2011, p.944). Nesse processo, que enfatiza cada vez mais a importância da atuação social, as máquinas mantêm-se como meios.

Sem as redes sociais, qualquer sistema de produção humana terá, gradativamente, maior dificuldade para estabelecer seu valor. As multiplicidades de usos e avaliações, a descoberta constante de

novas utilidades e o desenvolvimento de novas necessidades só são possíveis pela atuação crítica e criativa dessa inteligência coletiva, simplesmente porque as inteligências das máquinas não têm finalidade autônoma, seja biológica, política, social, psicológica ou cultural, para guiá-las: “máquinas não podem ter qualquer tipo de intenção”, conclui Baker (1981, p.163). Por outro lado, seus criadores, por mais geniais que sejam, não podem prescindir da validação de suas motivações e finalidades – e de suas próprias intenções - por parte de campos e domínios sociais.

O argumento posto no presente ensaio difere um pouco de Baker, pois baseia-se não na impossibilidade das máquinas adquirirem consciência irreduzível, mas sim na condição de que, para desenvolver finalidades e intenções próprias, elas deverão, antes, desenvolver sua própria cultura e, com ela, colonizar os usuários, ou seja, desenvolver e compartilhar entre si símbolos mais complexos do que os humanos são capazes. Máquinas não criam símbolos culturais, não estabelecem instituições, por mais que aglutinem e sintetizem dados de maneira complexa. Podem iniciar um processo intensivo e extensivo de racionalização, por exemplo, para sistematizar o aumento de produtividade ou a eliminação de erros ou podem, no máximo, desenvolver propósitos de sobrevivência autônoma em ambientes hostis (e.g. HASSLACHER; TILDEN, 1995). Entretanto, seria necessário haver a intenção de seus criadores humanos de subordinarem-se à sua colonização, condição que elimina a premissa de perspectiva de primeira pessoa do silogismo de Baker (1981, p.157) nas máquinas. Devido aos instintos de preservação existirem no subconsciente, os mecanismos de pensar e de criar não podem ser cognitizados pelo homem, não podem ser modelados, impossibilitando a IA de pensar e criar (KALANOV, 2017). No limite, enquanto faltar às máquinas o instinto de sobrevivência comum a todas as espécies vivas, suas intenções serão, no máximo, desvios de finalidades de seus projetistas.

A condição para o desenvolvimento da IA, portanto, é sua submissão à inteligência que emerge das redes de pessoas, ou seja, às finalidades das últimas. Se o poder e a competência essenciais das máquinas se fundamentam na IA viabilizada pelas quantidades e velocidades com que lidam com os dados, o poder e a competência essenciais dos humanos apoiam-se na INC impulsionada e exponencializada pela diversidade das motivações individuais e pela velocidade de suas sínteses em motivações coletivas.

A solução à aparente contradição de subordinações entre homens e máquinas, portanto, é híbrida. Se uma única máquina é capaz de sobrepujar a inteligência de um homem, todas as inteligências de máquinas restam inertes sem o sentido que lhes é dado pela inteligência coletiva natural. As multiplicidades de dados do Big Data cada vez mais dependerão da ordem essencial estabelecida pela INC, à medida que esta, amparada nas estruturas que cria para a IA, desenvolve-se um passo à frente de sua homóloga.

## 5. Ubiquidade de infobens: versão beta *forever*

A sociedade se habitou a colaborar com os desenvolvedores de *software* e de aplicativos; a experimentar novas utilidades que lhes são oferecidas gratuitamente ou a preços muito baixos; aos benefícios e fetiches dos produtos; à experimentação das capacidades dessas benesses em situações - e em problemas - para os quais, em muitas das vezes, não foram previstas para serem úteis.

Infobens são produtos cujo valor é definido pela informação - como livros, música, *software*, vídeos e toda a gama de bens que possam ser reproduzidos e distribuídos em formato digital -, de tal forma que, apenas por meio de sua experimentação pelo usuário, seu valor pode ser completamente avaliado. Tal condição induz seus produtores a ofertá-los gratuitamente para que suas capacidades sejam desenvolvidas (WANG; ZHANG, 2009).

Infobens, como todos os produtos digitais, não sofrem depleção pelo uso, não requerem mais do que frações insignificantes de energia em suas reproduções e cópias e, em geral, materializam-se nas tecnologias de produção dos usuários finais.

Enquanto servem aos usuários, infobens novos recebem atributos que inicialmente não possuíam. Tais atributos desenvolvem-se por meio da experiência de uso de seus consumidores, gerando informações compartilhadas por meio de comentários, sugestões e dados:

Por exemplo, é difícil para um comerciante de *software* descrever todas as características de seu produto com detalhes suficientes para comunicar sua verdadeira qualidade antes de seu uso. De fato, quanto mais um consumidor use ou experimente o *software*, melhor o conhecimento de ambos do valor (WEI; NAULT, 2013) (tradução nossa).

O ciclo se encerra quando os produtos em versão Beta, oferecidos sem ônus econômico, mas em troca do capital social e do trabalho do usuário, adquirem sua forma e seu conteúdo final. O consumidor merece uma recompensa, é o que escreveu Richard Stallman em trecho descoberto por Mason (2015) – e estendido adiante no presente ensaio - no Manifesto GNU para enfatizar seus próprios *insights* a respeito da emergência do pós-capitalismo:

Se alguma coisa merece uma recompensa, é a contribuição social. A criatividade pode ser uma contribuição social, mas somente se a sociedade for livre para usar os resultados [...]. Extrair dinheiro de usuários de programas restringindo seu uso é destrutivo, porque as restrições reduzem a extensão e os modos como o programa pode ser usado. Isso reduz a quantidade de riqueza que a humanidade aúfere a partir do programa. Quando há opção deliberada pela restrição, os danos causados consistem em destruição intencional (STALLMAN, 1985) (tradução nossa).

Quando produtos se tornam inovações com direitos de propriedade intelectual - de seus desenvolvedores e produtores, é claro – uma parte cada vez mais indefinida previamente de seu valor foi desenvolvida pelos consumidores, pois participaram indissociavelmente na produção de seus protótipos, de seus testes de *marketing*, dos problemas de sua escalabilidade, da descoberta de suas qualidades e de seus novos usos. Trata-se de um processo de apropriação do trabalho imaterial, do *General Intellect*, em um estágio mais elevado do capitalismo industrial (SPENCE; CARTER, 2011).

Retornando ao trecho de Stallman, ele faz menção às perdas sociais que resultam da criação intencional de escassez, mas não infere que tais perdas sociais poderiam vir a se converter em perdas econômicas no futuro. Na dinâmica da nova economia em gestação, cujos campos de testes têm sido explorados pelos infobens, qualquer segmentação do ciclo de desenvolvimento de novos atributos dos produtos, de novas utilidades e de novas necessidades, interrompe a dinâmica de criação e apropriação de valor, simplesmente porque imobiliza o intelecto geral. É por esse motivo que qualquer iniciativa de monopolizar informação e conhecimento tenderia a se mostrar improdutiva economicamente: segmentar ou dar solução a uma continuidade nos fluxos de informação entre usuários e produtores resultaria em interrupção do processo de criação de valor e, conseqüentemente, no enfraquecimento da capacidade de competir. Esta é uma das contradições que o modo capitalista parece estar impondo a si mesmo e que tem dado margem a crenças no fim de uma era: para prosseguir em sua busca por novas fontes de acúmulo de riquezas, o sistema precisará transferir para a sociedade cada vez mais liderança e autonomia no processo de criação de valor.

Uma vez consolidados, os produtos em sua versão final tornam-se estáticos e o valor criado de maneira compartilhada, colaborativa, pode ser contabilizado. Entretanto, quando os valores criados pelo novo trabalho não remunerado economicamente, mas, sim, pela troca de trabalhos, se estabilizam e se concretizam na versão Alfa, então, neste momento, o produto final inicia o processo de erosão dos valores de uso e de troca que lhe restaram.

Devido às suas características – baixos custos de reprodução, armazenagem e distribuição, consumo sem depleção e dificuldade de impor restrições às cópias – os valores de troca de infobens finalizados tendem a zero, facilitando sua incorporação em massa na sociedade.

## 6. Individualização da produção não é customização

Um dos enganos do emprego indiscriminado da expressão “Quarta Revolução Industrial” é considerar que a individualização da produção é apenas uma forma limite do mesmo modo de produção que gerou a customização de massa.

Além de equivocar-se no entendimento da nova matriz lógica que forjará a nova economia, ao se considerar que há um passo atrás, um retorno, uma reversão de causa e efeito na relação entre novas atividades e novas necessidades, como fundamentara Alfred Marshall em 1890 (MARSHALL, 2009, p.73), confunde-se na compreensão do termo individualização, uma das cinco capacidades da 4ªRI já mencionadas.

Individualização da produção não é o mesmo que customização de massa, simplesmente porque o novo modo de produzir e consumir não se baseia nas leis e nos princípios econômicos em que a última se desenvolveu. Não significa aumentar a capacidade de inventar formas para cada consumidor. Denota, sim, a possibilidade de desenvolvimento de um sistema no qual o usuário de um bem ou serviço o individualize e crie valor, ele mesmo, com o suporte de uma rede produtiva, para satisfazer uma necessidade própria. Significa que produto e usuário se tornam híbridos, simbióticos e, por isso, mais capazes de evoluir. Sem o usuário, o produto é apenas uma potencialidade de uso, dependente das experiências individuais impostas pelo usuário.

Individualizar é tornar único, mas é também um processo de diversificação de atributos de produto e de experiências de uso. A diversificação dos indivíduos de cada espécie é responsável, no processo de evolução dos sistemas biológicos, por sua adaptação às mudanças do ambiente. A Biologia é uma das áreas de conhecimento que Schwab (2016) identificou como sendo uma das fundações da 4ªRI. É também a área em que a equipe que escreveu o relatório seminal sobre a *Advanced Manufacturing* para a Casa Branca (PCAST, 2011) concentrou a maior parte das linhas de desenvolvimento tecnológico para os Estados Unidos. Não por acaso. A Biologia estuda a vida e é esta a única dimensão da natureza universal capaz de autodeterminar sua evolução e preservação, mesmo estando continuamente exposta, há dois bilhões de anos, à ação de energias cósmicas que a dizimariam instantaneamente por uma desprezível variação estatística de suas magnitudes. Imitar a vida é mimetizar o sistema mais resiliente, preciso, complexo e elaborado que conhecemos.

Biomimética é o campo de experimentação científica que projeta sistemas e sintetiza materiais a partir da biomimetização, termo em que bio significa vida e mimetização significa imitação, ambos derivados do Grego (BANSODE et al, 2016). Sistemas biológicos e sistemas de engenharia

diferem em seus modos de desenvolvimento, podendo convergir em suas finalidades: a solução de conflitos técnicos (VINCENT et al, 2006).

Como encontrado em alguns estudos sobre tecnologias pervasivas, para que se desenvolvam plenamente, sistemas produtivos ciberfísicos deverão ser capazes de mimetizar sistemas biológicos, para que se tornem aptos à adaptação de forma autônoma e de modo resiliente às condições de novos ambientes (DICKENS *et al.*, 2013).

A preservação da vida, imersa em ambientes microscópicos e macroscópicos tão inóspitos, se deve à sua capacidade de adaptação gradual e incessante às condições dinâmicas que lhe são impostas pela natureza. Tal capacidade das espécies como um todo desenvolve-se apenas porque todos os indivíduos são diferentes uns dos outros. Fossem os indivíduos idênticos, a vida já teria, há muito, desaparecido em todas as suas manifestações. A vida é um sistema inteligente de autopreservação por meio da individualização de sua produção.

Individualizar a produção com esta abordagem só é possível se consumidores forem transformados em usuários de produtos incompletos, as versões Betas, permitindo que se habituem a ter novas ideias de utilidades e a participar, como artesãos aprendizes, das inovações, a partir do repositório sempre crescente, sempre evolutivo, de artefatos tecnológicos cotidianamente postos à sua disposição. Individualizar a produção é, assim, um método para desenvolver espécies de bens que assumam o caráter de organismos, evoluam e adaptem-se às experiências dos seus consumidores.

## 7. Cidades inteligentes

É como têm sido chamados o desenvolvimento e a aplicação de soluções baseadas em tecnologias da informação e da comunicação para mitigar as mazelas das cidades. Soluções que simplificam o trânsito, racionalizam a ocupação, reduzem a poluição e eliminam os transtornos físicos e mentais produzidos pelo estresse da vida urbana em seus habitantes. A determinação da origem do conceito depende dos atributos que lhe são emprestados, mas há um número expressivo de publicações que questionam não apenas o autoenaltcimento feito por seus admiradores, como sua imprecisão (HOLLANDS, 2008; DEAKIN; AL WAER, 2011). No fundo, o que grandes empresas como Cisco (2019) e IBM (2019) divulgam e que urbanistas (ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011) e teóricos da criatividade (FLORIDA, 2005) exploram é a criação de soluções que acreditam ser capazes de dividir pela metade, indefinidamente, o caminho restante até o precipício, oferecendo um paradoxo semelhante ao paradoxo da dicotomia, do filósofo pré-socrático

Zenão, analisado no livro VI da Física de Aristóteles. Ou seja, defensores e promulgadores das cidades inteligentes alienam-se sobre a existência de um limite temporal finito para o modelo de vida nas cidades, simplesmente evitando olhar para ele. Sempre podemos escolher que filosofia da ciência queremos adotar para nosso futuro, aquela dimensão atemporal que permite que nos imaginemos vivendo - e que acreditemos nisso - num tempo em que jamais chegaremos vivos.

Em 2018, a Organização das Nações Unidas (UN, 2018) estimou que, até 2050, cerca de 68% da população mundial viverá em cidades. Em suas ilações pós-capitalistas, Mason (2015) avalia que: a migração para as cidades, de pobres de baixa qualificação profissional e desempregados, só tende a aumentar; e que as zonas favelizadas só poderão se expandir. Se esses são os prospectos de futuro, as cidades terão de ser muito mais inteligentes para conseguir andar a metade do caminho até o precipício, quando o precipício avança a metade do caminho em direção a elas.

Entretanto, enquanto os prognósticos da demanda das cidades por inteligência vislumbram seu aumento, outra movimentação poderá se tornar tendência: a migração de jovens talentosos, inteligentes e bem sucedidos para o interior. Apoiados na disseminação geográfica da Internet, nas tecnologias móveis, nas redes e nos sistemas digitais de informação e de comunicação, ou seja, na interiorização das mesmas tecnologias habilitadoras das cidades mais inteligentes, jovens de alta qualificação e bem sucedidos poderão impor que seus modos de trabalho sejam subordinados à sua qualidade de vida, aos seus novos valores e filosofias, tendência que poderá recrudescer com a crescente virtualização da produção e com a produção de utilidades ocorrendo, na maior parte do tempo e na maior fração de criação de valor, no mundo dos infobens.

Desse modo, há dois movimentos sociais em direções opostas, não apenas em sua dimensão vetorial, mas também em significado. Em um sentido, está a busca pelas soluções e utilidades que aumentam à medida que a dedicação ao trabalho por salário aumenta; e que a dedicação às atividades não econômicas de sua própria vida diminui. No outro sentido, está a busca pelo tempo para realizar, com a máxima autonomia, trabalhos capazes de satisfazer necessidades fundamentais da vida humana; aquelas enriquecedoras da noção prática de humanidade, que a aproximam das noções teórica, teológica e filosófica.

Portanto, Cidades Inteligentes é uma expressão paradoxal, contraditória. As cidades são espaços apropriados por uma racionalidade, ao mesmo tempo, artificializante e materialista, no sentido em que consomem matéria e energia em quantidades muito acima daquelas que podem ser repostas pelos sistemas naturais e humanos. As cidades não são soluções inteligentes porque são apenas soluções para os problemas que cria.

Por sua vez, os problemas que as cidades criam serão cada vez maiores, à medida que pessoas com capacidade, sensibilidade, recursos e poder de resolvê-los se desinteressarem por elas e migrarem para o vasto interior desprovido dos problemas e das soluções que caracterizam a urbanidade.

O interior torna-se assim, um amplo espaço virgem para se formular novas concepções dos mundos da vida, do trabalho e da produção; concepções que criem lugares onde a vida se desenvolva e não se aniquile, lugares apropriados pela percepção de suas qualidades futuras; concepções vislumbradas por talentos que emigraram das soluções criadoras de problemas das cidades; que fugiram de suas contradições; que decifraram seu enigma; e que veem um mundo novo além do abismo.

## 8. A economia de trocas não monetizada

Em sociedades primitivas, a produção era movida pelas necessidades, criando atividades que, por sua vez, geravam utilidades novas, combinando e transformando os materiais, como descreve Alfred Marshall (2009, p.53, 73-77).

Para fazer uso das vantagens da divisão social do trabalho, como Adam Smith (2010, p.24-26) analisou, repartindo as melhores capacidades dos indivíduos em benefício do grupo social, um sistema de trocas se desenvolveu, permitindo o intercâmbio da realização concreta dessas capacidades por meio de seus produtos.

O objetivo dos sistemas de produção consistia, dessa forma, em gerar utilidades para satisfazer necessidades, o que se manteve inalterado desde os primórdios do sistema de trocas capitalista, como comenta Schumpeter, durante mais de um século (SCHUMPETER, 2011, p.11-12).

Os mesmos Marshall e Schumpeter, em suas épocas e escolas respectivas e nas mesmas obras já citadas, entenderam que a civilização capitalista inverteu causa e efeito, quando colaborou para que as necessidades fossem resultantes das novas utilidades criadas pela fertilidade inovadora das atividades produtivas. Entre os diversos motivos desse fenômeno está a busca por estilos de vida e por distinção social.

Qualquer que seja a causa e o efeito que relacionam as atividades e as necessidades, em uma economia de trocas, o dinheiro tem, inicialmente, o papel de intermediário, reduzindo os custos de trabalho das transações. Ou seja, ao reduzir todas as mercadorias a uma dimensão comum, o dinheiro reduz e elimina atividades improdutivas que demandam trabalhos de negociação e

de deslocamentos físicos entre coisas heterogêneas, apenas com a finalidade de intercambiá-las (COASE, 1994, p.9-10).

Reduzir custos de transação é um dos papéis desempenhados pela moeda. A existência de tal função secular e resiliente da lógica capitalista, no entanto, vê-se ameaçada pela compressão espaço-temporal promovida pelas tecnologias da 4ªRI, como tantas outras que refletem o contingenciamento do emprego do trabalho para a produção e distribuição de bens e serviços na sociedade.

A Internet e a digitalização tornam cada vez mais ubíquos meios e recursos de produção e consumo, criando, por intermédio da promulgação dos princípios da 4ªRI, oportunidades para que as trocas ocorram sem necessidade de monetização dos bens e serviços oferecidos por plataformas digitais e indivíduos. Os quatro casos analisados por Bauwens *et al.* (2019, p.19) são uma amostra de exercícios híbridos que abrem portas para a ampla revisão de princípios econômicos e sociais das instituições públicas e privadas que regulam mercados de bens e de trabalho.

Como recorda Mason (2015), essa tendência volta a enfatizar a noção de valor baseada em trabalho humano, elaborada por Karl Marx (2013, p.116), antes ensaiada por Adam Smith e David Ricardo. Se o trabalho humano é o elemento comum entre as mercadorias e se a eliminação das atividades improdutivas, relacionadas ao contingenciamento físico imposto pela materialidade das coisas, se dá pela digitalização e pela Internet, então, a economia de trocas de produtos sociais se torna mais eficiente e com menores custos de transação, se as relações ocorrerem sem a intermediação do dinheiro.

A 4ªRI é uma revolução que elimina todos os desperdícios, enquanto canaliza o trabalho humano para o desenvolvimento da sociedade.

## 9. A natureza contínua da firma conectada

Em 1937, Ronald Coase observou que os economistas, até a sua época, não atribuíam interesse às questões internas das firmas. A coordenação das atividades econômicas no mercado se dava pelo mecanismo preço entre as firmas. As questões internas eram problemas de gestão, ou seja, da administração empresarial. Coase revelou o óbvio que estava oculto: no interior das firmas o mercado não regula as relações entre setores e suas mercadorias e seus serviços (COASE, 1937, p.387; 1994, p.8). Uma explicação de conotação puramente econômica da observação sociopolítica de Karl Marx, no capítulo XII do volume *I d'O Capital*, que evidenciava que no

interior das empresas o produto do trabalho não se tornava uma mercadoria (MARX, 2013, p.430).

Coase percebeu que havia dois tipos de custos para se usar internamente o mecanismo preço: um custo associado às necessárias negociações e inspeções, aos controles e disputas que surgiam inevitavelmente; e os custos das transações. Firms integradas vertical ou horizontalmente deveriam ter sua forma resultante de suas maneiras de lidar com o mercado. Concluiu que a existência da firma, em si, resultava da fuga dos custos de empreender transações no mercado. Uma firma só poderia existir se desempenhasse a função de coordenação a um custo mais baixo do que se esta função fosse realizada pelas transações no mercado.

Na 4ªRI, as firmas das cadeias de valor estão integradas, sem solução de continuidade, por suas máquinas e sistemas, comandadas pelo consumidor. Tal comando implica em que todos os insumos e subprodutos, todo o trabalho humano e todos os produtos e processos envolvidos na produção de seu bem ou serviço lhe pertençam, pois só são postos em ação após a compra efetuada (cf. BRUNO, 2017, p.100). Portanto, desde a ordem de produção, estabelece-se uma rede contínua de comunicação autônoma entre *hardware* e *software* que tende a eliminar os custos de transação. Esta seria uma das causas do aparecimento de nanofirmas, impulsionando a atividade de empreendedores capazes de encontrar novas soluções a partir de novas combinações das tecnologias da 4ª RI.

Esta nova natureza da firma é um dos efeitos da reorganização industrial que poderá resultar da disseminação dos princípios da 4ªRI na economia de produção.

## 10. O Princípio da Conectividade Contínua

Se nenhuma das tecnologias que permitem antever a 4ªRI é, em si mesma, disruptiva, então deve haver uma outra condição capaz de deflagrar a mudança radical que caracteriza uma revolução. KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG (2013, p.20) enfatizam a dimensão sociotécnica e a integração de todos os entes, humanos e não humanos, em todos os níveis da rede de produção e de consumo de utilidades, como aspectos que caracterizam a visão de futuro da Indústria 4.0.

Os temas discutidos neste trabalho ilustram mudanças que estão em curso nas relações socioeconômicas. Princípios, entidades e conceitos econômicos resilientes, como valor de uso e de troca; mecanismo preço; oferta e demanda; utilidade marginal; escassez; monopólio; consumo

negativo; firma; e toda uma gama extensa de relações e de condições que se estabelecem a partir deles estão sob a ameaça de perderem o sentido. As mudanças comportamentais e funcionais entre atores econômicos e não econômicos, humanos e não humanos ilustradas neste ensaio estão sendo viabilizadas pela ação das tecnologias que promoverão a 4ªRI, antes que esta ocorra, quando tais tecnologias transferem suas cinco capacidades de individualização, hibridização, instantaneidade, autonomização e virtualização para os atores. No entanto, como tratado no presente ensaio, qualquer ruptura, qualquer segmentação ou monopolização da informação que deve circular bloqueia o processo de metamorfose da estrutura, agindo na redução de cada uma das capacidades essenciais. Logo, as capacidades transformadoras só podem se desenvolver se não houver interrupção nos fluxos de informações que impulsionam a criação de valor nas novas bases sociotécnicas da 4ªRI.

Assim como os produtores precisarão manter contínuo o fluxo de informações com os usuários para preservar a captura de valor (seção 5), cada uma das tecnologias-chave só poderá desenvolver e transferir suas capacidades se estiver integrada às demais, ou seja, sensores e atuadores, simuladores, *smartphones*, tecnologias de informação e de comunicação, Big Data e Internet, por exemplo integram-se simbioticamente para capacitar a Internet das Coisas e dos Serviços. É a condição intrínseca de um sistema ciberfísico que se estende para além do sistema produtivo quando se pretende integrar, por meios econômicos, tecnológicos e biológicos, os usuários e todos os demais entes impactados pelas relações de produção e consumo. É, portanto, a integração permanente e contínua a condição para a ocorrência da 4ªRI. Integração da informação sem solução de continuidade é um princípio.

## 11. A Primeira Revolução Social da Indústria

A disseminação dos infobens no mercado de consumo originou a revisão de princípios microeconômicos cristalizados ao longo do tempo pelas restrições espaço-temporais impostas pelos bens físicos – estoques, velocidades de distribuição, degradação pelo uso. Bens digitais permitiram que se explorasse o consumo agregado de unidades em vez de se concentrar esforços apenas na comercialização de produtos de maior atratividade comercial. Infobens passaram a ser reproduzidos, distribuídos e estocados com custos tão baixos que a venda agregada de produtos únicos e sem atrativo de massa pode equivaler ou superar a venda de *blockbusters*. Este processo fez com que o desenvolvimento de alta diversidade de produtos promovesse o mesmo desenvolvimento na individualização do consumo, como no caso da indústria musical (COELHO; MENDES, 2019).

Infobens estão assumindo a reformulação de princípios seculares do mercado porque as tecnologias da 4ªRI magnificam as potencialidades da digitalização. Sensores, sistemas de modelagem e simulação, Internet, algoritmos e smartphones trabalham integrados, continuamente. Plataformas, viabilizam as trocas não monetizadas entre pessoas, sejam elas consumidores ou trabalhadores, tornando híbridos os processos de criação, produção e uso dos bens, assim como os produtos e serviços. Entretanto, há que se considerar que, mesmo um arquivo digital de uma música deve ser transformado em ondas sonoras e que esta transformação mecânica ocorre por meio das tecnologias do usuário, ou seja de seu smartphone, da mesma maneira que uma vitrola reproduzia o som gravado em um disco de vinil. O que mudou radicalmente foram as formas de reproduzir, distribuir e armazenar a produção, além da quase indestrutibilidade do bem digital. Essas formas alteram os modos de produzir e consumir não apenas músicas, filmes e livros, mas todos os bens, desde canetas até aviões, quando seus processos de fabricação se virtualizam para se materializarem, somente, por meio das tecnologias de produção finais, como ocorre nas impressoras 3D.

Cada vez mais, tecnologias produtivas se encontrarão próximas – em nanofábricas - ou de posse do usuário final, tornando-o não apenas um mero participante subordinado do produtor, mas também criador, controlador, produtor e coordenador de todo o ciclo. Cada vez mais, observaremos consumidores utilizando ferramentas e sistemas tecnológicos, cuja complexidade esteve restrita aos grandes produtores, mas que, agora, depende do usuário coletivo, fundamentalmente para se desenvolver e se materializar.

Essa interdependência entre diversidade de produtos e tipos de consumidores, entre produtores e consumidores vem se adicionar às trocas não monetizadas discutidas na seção 8 e ao *General Intellect* mencionado nas seções 5 e 6. São evidências ainda tênues, mas significantes, da importância crescente das dimensões sociais nos modos de produção e consumo de bens e na criação de utilidades pela sociedade para satisfazer necessidades que se alinham com seus ideais de humanização.

O compartilhamento das tecnologias produtivas entre produtores e consumidores para materializar a produção consolida, gradualmente, a crescente interdependência dos bens de consumo desse sistema híbrido. O que há de novo nessa revolução é a ruptura que está sendo produzida nas cadeias tradicionais de comando e de liderança do sistema econômico produtivo. A continuidade da conexão entre todos os atores humanos e não humanos depende essencialmente da inteligência coletiva que agrega as capacidades e as experiências individuais de uso.

Devido à centralidade do ator social nesse processo, sugere-se nomear a nova revolução industrial de Primeira Revolução Social da Indústria.

## 12. Conclusão

As sociedades industriais têm sido moldadas pelas atividades produtivas, segundo um padrão de desenvolvimento baseado no progresso técnico da indústria, algumas vezes, a partir de transformações graduais de aperfeiçoamento, outras vezes, de abruptas e radicais mudanças. As revoluções anteriores foram promovidas por inovações tecnológicas que alteraram significativamente os modos de produzir, consumir e trabalhar. Todas, no entanto, foram entendidas como rupturas nos padrões tecnológicos de produção apenas após terem ocorrido. A proposta do presente ensaio foi identificar o que difere a quarta revolução das anteriores, para que suas inovações tenham sido identificadas antes mesmo da ocorrência dessas mudanças.

Desde a primeira revolução industrial, um emaranhado de mudanças sociais, econômicas, culturais e políticas promovidas pelo desenvolvimento do conhecimento científico e por sua absorção nos sistemas produtivos competiram entre si para o nascimento das formas modernas em que se apresentam - e se transformam - as necessidades humanas e as atividades produtivas que criam as utilidades que as satisfazem.

Se há um padrão na história da economia da produção moderna, este corresponde à lógica de acumulação de capital econômico no tempo, que consolida e reconfigura, ciclicamente, as formas de distribuição de capital que moldaram a sociedade industrial. A 4ªRI foi identificada antes de ocorrer porque, afinal, se ainda não percebemos uma alteração profunda nos modos - e nas lógicas - de produção e de consumo que vivemos, temos consciência de que as mudanças que estão em curso, e que estão se difundindo em períodos sempre mais curtos, são radicalmente diferentes dos padrões observados no passado. Tais mudanças resultam da disseminação, da imbricação e do compartilhamento de tecnologias pervasivas no corpo da sociedade, e não somente da difusão de seu uso pela indústria.

A liderança dos usuários sobre as relações de produção e consumo - associada ao compartilhamento de tecnologias entre sociedade e indústria e à virtualização de processos que atrelam características de infobens a produtos materiais - restringe as estratégias de segmentação da informação com tendências monopolistas, estabelecendo o princípio da conectividade contínua. O deslocamento da coordenação da criação de valor para o corpo da sociedade resultaria em uma assimetria inédita capaz de deflagrar a primeira revolução social da indústria.

Deve-se notar que, se essas mudanças estão ocorrendo em razão do aumento do acesso, da difusão e do uso de tecnologias compartilhadas entre o sistema produtivo e os consumidores, a grande maioria delas, entretanto, está em uso há algumas décadas e caracteriza a terceira

revolução. Portanto, se não houver cuidado na análise dos sinais de mudança, se forem utilizados os mesmos princípios e axiomas difundidos pela racionalidade econômica comum às três revoluções anteriores, dificilmente a sociedade será capaz de perceber, e até mesmo de acreditar, que haverá uma quarta.

A Primeira Revolução Social da Indústria pretende ser mais do que uma expressão criada como alternativa ao uso indiscriminado da Quarta Revolução Industrial para designar as mudanças em curso na sociedade industrial.

A partir da identificação de cinco capacidades e da enunciação de um único e pervasivo princípio, este ensaio se propôs, por um lado, a enfrentar o ceticismo que considera as mudanças sociais e econômicas, movidas pela transformação digital da indústria, como manifestações naturais e evolutivas da mesma racionalidade consolidada ao longo das revoluções industriais. Por outro lado, os temas discutidos tiveram como pretensão desviar-se das ondas de euforia que saúdam a 4ªRI como promotora de novas oportunidades de acumulação e de criação de riqueza econômica, enquanto convergem, sem se dar conta, para a mesma visão dos cétricos.

## Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo: inovação e manufatura avançada.** Jackson De Toni (Org.). Brasília: 2017.

ALCÁCER, V.; CRUZ-MACHADO, V. Scanning the Industry 4.0: a literature review on technologies for manufacturing systems. **Engineering Science and Technology, an International Journal.** 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>.

ALLWINKLE, Sam; CRUICKSHANK, Peter. Creating smart-er cities: an overview. **Journal of Urban Technology**, v.18, n.2, 2011, p. 1-16.

ANYOHA, Rockwell. The history of Artificial Intelligence. **Harvard University. Science in the news. Blog,** Special edition on artificial intelligence, Aug. 28, 2017. Disponível em: <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>.

BAKER, Lynne Rudder. Why Computers Can't Act. **American Philosophical Quarterly** n. 18, 1981, p.157-163.

BANSODE, Sheelratan S.; HIREMATH, Rahul B.; KOLGIRI, Somnath, DESHMUKH, Ranjitsinh A. Biomimetics and its applications: a review. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v.6, n.6, June 2016.

BAUWENS, Michel; KOSTAKIS, Vasilis; PAZAITIS, Alex. **Peer to Peer: the commons manifesto**. London: University of Westminster Press. 2019.

BERMAN, Jules J. Trapped by evolution. In: BERMAN, Jules J. **Evolution's clinical guidebook**, ch.7. Editor(s): Jules J. Berman. Academic Press, 2019, p.239-283.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Estratégia brasileira para a transformação digital: E-Digital**. Brasília: 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a manufatura avançada no Brasil: Um relato de workshops realizados em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais**. Brasília: nov 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Plano de Ct&I para manufatura avançada no Brasil**. Brasília: dez 2017.

BUCHANAN, Bruce G. A (Very) Brief history of artificial intelligence. **AI Magazine**, v.26, n.4, 2006.

BRUNO, F. da S. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 1 ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

BRUNO, F. da S. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 2 ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2017.

COASE, Ronald Henry. The Nature of the firm. **Economica**, New Series, v. 4, n.16, nov. 1937, p.386-405.

COASE, Ronald Henry. **Essays on economics and economists**. Chicago: The University of Chicago Press. 1994.

CISCO. **What is a smart city?** 2019. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/smart-connected-communities/what-is-a-smart-city.html>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira. **Sondagem Especial** 66. v.17, n.2, abr 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Oportunidades para a Indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil**. Brasília: 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Investimentos em Indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2018.

COELHO, Manuel Pacheco; MENDES, José Zorro. Digital music and the “death of the long tail”. **Journal of Business Research**, v.101, Aug. 2019, p.454-460

DARWIN, Charles. **The origin of species**. London: Collectors’s Library. 2004 [1859].

DEAKIN, Mark; AL WAER, Husam. From intelligent to smart cities. **Intelligent Buildings International**, v.3, n.3, Published online: 11 Aug 2011, p. 140-152.

DICKENS, P; KELLY, M.; WILLIAMS, J. R. What are the significant trends shaping technology relevant to manufacturing. Foresight Government Office for Science, Future of Manufacturing Project, **Evidence Paper**, v. 6, 2013.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? Industry Forum. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, 2014, v.8, n.2, p.56–58.

DRUCKER, Peter F. **Sociedade pós-capitalista**. Trad. Nivaldo Montigelli Jr. 6 ed. São Paulo: Pioneira. 1997.

FLORIDA, Richard. **Cities and the creative class**. New York: Routledge. 2005.

FORESIGHT, U.K. **The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK Summary Report**. London: The Government Office for Science. 2013.

HASSLACHER, Brosi; TILDEN, Mark W. Living machines. **Robotics and Autonomous Systems**, v.15, n.1–2, 1995, p.143-169.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0** scenarios: a literature review. Working Paper n. 01/2015. Technische Universität Dortmund. Fakultät Maschinenbau. Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management. 2015.

HOLLANDS, Robert G. Will the real smart city please stand up? **City**, v.12, n.3, p.303-320, 2008.

IBM. **Smarter cities for smarter growth: how cities can optimize their systems for the talent-based economy**. 2019. Disponível em: <https://www.ibm.com/services/us/gbs/bus/html/smarter-cities.html>.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - IEDI. **Princípios de um Plano para a Indústria 4.0 no Brasil**. São Paulo: 2018.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. (eds.). **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. National Academy of Science and Engineering. Abr 2013.

KALANOV, Temur Z. Man vs. Computer difference of the essences: the problem of the scientific creation. **Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience**, 01 July 2017, v.8, n.2, p.151-178.

MARSHALL, Alfred. **Principles of economics**: unabridged eighth edition. New York: Cosimo. 2009 [1890].

MARX, Karl. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858 : esboços da crítica da economia política. Trad. Mario Duayer, Nélio Schneider (colaboração de Alice Helga Werner e Rudiger Hoffman). São Paulo: Boitempo ; Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2011.

MARX, Karl. **O Capital**. Livro I. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013.

MASON, Paul. **Pós-capitalismo: um guia para o nosso futuro**. Trad. José Geraldo Couto. São Paulo: Cia. Das Letras. 2015.

MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin L.; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude E. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence. August 31, 1955. **AI Magazine**, v.27, n.4, 2006.

PCAST - PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Report to the President on ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing**. June, 2011.

PEREIRA, A.C.; ROMERO, F. A review of the meaning and the implications of the Industry 4.0 concept. Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain. **Procedia Manufacturing**, v.13, 2017.

ROWTHORN, Robert; COUTTS, Kenneth. **Re-industrialisation – a commentary**. Future of Manufacturing Project: Evidence Paper 32. Foresight, Government Office for Science. October 2013.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Theory of economic development**. New Jersey: Transaction Publishers, 2011.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVER, David; HUANG, Aja; MADDISON, Chris J.; GUEZ, Arthur; SIFRE, Laurent; van den DRIESSCH, George; SCHRITTWIESER, Julian; ANTONOGLU, Ioannis; PANNEERSHELVAM, Veda; LANCTOT, Marc; DIELEMA, Sander; GREWE, Dominik; NHAM, John; KALCHBRENNER, Na; SUTSKEVER, Ilya; LILLICRAP, Timothy; LEACH, Madelein; KAVUKCUOGLU, Koray; GRAEPEL, Thore; HASSABIS, Demis. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. **Nature**, v. 1529, 28 january, 2016, p.484.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações**. São Paulo: Folha de São Paulo. 2010.

SMITH, T.G. **Politicizing Digital Space**: theory, the internet, and renewing democracy. London: University of Westminster Press. 2017, p.1-9. DOI: <https://doi.org/10.16997/books.a>.

SPENCE, Crawford; CARTER, David. Accounting for the general intellect: immaterial labour and the social factory. **Critical Perspectives on Accounting**, v.22, n.3, 2011, p.304-315.

STALLMAN, Richard. **The GNU Manifesto**. Mar. 1985. Disponível em: [www.gnu.org/gnu/manifesto.html](http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html). Acesso em: 30 mai. 2019.

THE GUARDIAN. **IBM computer Watson wins Jeopardy clash**. 17 Feb 2011. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2011/feb/17/ibm-computer-watson-wins-jeopardy>.

THE GUARDIAN. **World's best Go player flummoxed by Google's 'godlike' AlphaGo AI**. May 23, 2017. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2017/may/23/alphago-google-ai-beats-ke-jie-china-go>

TURING, A.M. **Computing machinery and intelligence**. *Mind*, v.59, n. 236, oct. 1950, p. 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

UNITED NATIONS - UN. Department of Economics and Social Affairs. **68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. News**. New York, 16 May 2018. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

VAIDYA, Saurabh; AMBAD, Prashant; BHOSLE, Santosh. Industry 4.0: a glimpse. 2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering. **Procedia Manufacturing**, v.20, 2018.

VINCENT, Julian F.V.; BOGATYREVA, Olga A.; BOGATYREV, Nikolaj R.; BOWYER, Adrian; PAHL, Anja-Karina. Biomimetics: its practice and theory. **J R Soc Interface**. 2006 Aug 22, v.3, n.9, p.471-482.

WALLNER, Thomas; WAGNER, Gerold. Academic Education 4.0. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW DEVELOPMENTS, 2016. **Proceedings...** 2016, p.157.

WANG, Chong (Alex); ZHANG; Xiaoquan (Michael). Sampling of information goods. **Decision Support Systems**, v.48, 2009, p.14-22.

WEI, Xueqi (David); NAULT, Barrie R. Experience information goods: "version-to-upgrade". **Decision Support Systems**, v.56, p.494-501. 2013.

ZHONG, Ray Y.; XU, Xun; KLOTZ, Eberhard; NEWMAN, Stephen T. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. **Engineering** v.3, 2017.